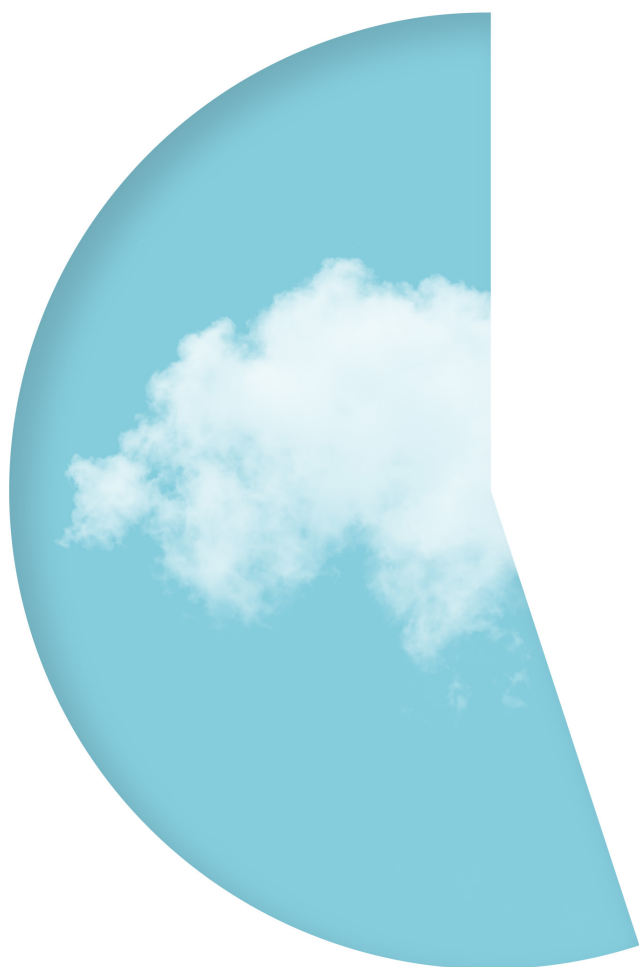


COMPLETANDO LA IMAGEN

CÓMO LA ECONOMÍA CIRCULAR AYUDA A AFRONTAR EL CAMBIO CLIMÁTICO



MATERIAL
ECONOMICS



ACERCA DE ESTE DOCUMENTO

Completando la imagen destaca el rol imprescindible de la economía circular al enfrentar la crisis climática. Tiene la finalidad de demostrar cómo los principios y las estrategias de economía circular reducen considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Establece un análisis de la industria y el sistema alimentario para ilustrar cómo la economía circular transforma la forma en que se producen y utilizan los productos, y cómo esta transformación tiene el potencial de reducir las emisiones. Esta información se basa en dos informes de Material Economics: Industrial transformation 2050 (2019) y The circular economy: a powerful force for climate mitigation (2018), y en el informe Cities and circular economy for food de Ellen MacArthur Foundation (2019). Analiza los hallazgos iniciales que indican que la economía circular ofrece el potencial único de aumentar la resiliencia a los efectos físicos del cambio climático, y tiene la finalidad de iniciar una investigación más profunda sobre el tema. Por último, estableciendo prioridades claras, el documento insta a gobiernos, empresas, inversionistas y al sector académico a integrar sus iniciativas de respuesta al cambio climático con aquellas para acelerar la transición a una economía circular.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Este documento expositivo fue producido por un equipo de la Fundación Ellen MacArthur en colaboración con Material Economics, que proveyó experiencia y asistencia analítica. La Fundación Ellen MacArthur no ofrece ninguna representación ni garantía con respecto a ningún aspecto del documento. Si bien el documento y sus análisis fueron preparados con cuidado y atención, confiando en los datos e información que se consideran confiables, ni la Fundación ni ninguno de sus empleados o designados deben ser responsabilizados por reclamos o pérdidas de ninguna naturaleza relacionados con la información contenida en este documento, incluida, pero no limitada a, pérdida de ganancia, daños punitivos o consecuentes. A la Fundación Ellen MacArthur le gustaría agradecer a las organizaciones que contribuyeron con el documento con sus comentarios constructivos. La contribución a este documento, o cualquier parte de este, no se debe considerar como indicio de asociación o relación entre los aportantes y la Fundación Ellen MacArthur, ni respaldo a sus conclusiones o recomendaciones.

Para citar este documento, utilizar la siguiente referencia:

Ellen MacArthur Foundation, *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change* (2019)
www.ellenmacarthurfoundation.org/publications

Reconocimientos

EQUIPO DE PROYECTO CENTRAL

FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR

Andrew Morlet, director ejecutivo

Jocelyn Blériot, líder ejecutiva de Gobiernos e Instituciones Internacionales

Clémentine Schouteden, líder ejecutiva de Insight y Análisis

Soukeyna Gueye, gerente de proyectos, autora principal

Nick Jeffries, autor del capítulo de Alimentos

Ian Banks, jefe editorial

Lena Gravis, editora

MATERIAL ECONOMICS

Per Klevnäs, socio

Katarina Kahlmann, socia adjunta

Johan Haeger, consultor

PRODUCCIÓN

Sarah Churchill-Slough, gerente de Diseño y Marca de la Fundación Ellen MacArthur

Matthew Barber, asistente de Diseño de Ellen MacArthur Foundation

Joanna de Vries, editora, Conker House Publishing

Caroline Harris, revisora

ACERCA DE MATERIAL ECONOMICS

Material Economics es una firma de consultoría de gestión con sede en Estocolmo, que se especializa en sostenibilidad desde una perspectiva de estrategia de negocio, tecnología y política. La firma ha publicado informes importantes acerca del cambio climático y la economía circular en colaboración con la Fundación Ellen MacArthur, European Climate Foundation, Cambridge University, Wuppertal Institute, Climate-KIC, Sitra y otros. Con experiencia obtenida en más de 100 proyectos de estrategia relacionados con la sostenibilidad, en sectores como construcción, transporte, empaques, manufactura, químicos y alimentos, Material Economics asesora a empresas líderes a nivel mundial sobre cómo reducir su huella ambiental y ser más circular.

Para obtener más información: materialeconomics.com

MATERIAL
ECONOMICS

ACERCA DE LA FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR

La Fundación Ellen MacArthur se fundó en el 2010 con la finalidad de acelerar la transición a la economía circular. Desde su creación, la organización sin fines de lucro se ha transformado en líder de pensamiento global y puso la economía circular en la pauta de los responsables de las decisiones en todo el mundo. El trabajo de la organización se enfoca en siete áreas claves: insight y análisis; negocios; instituciones, gobiernos y ciudades; iniciativas sistémicas; diseño circular; aprendizaje; y comunicaciones.

Para obtener más información: ellenmacarthurfoundation.org • @circulareconomy

Principales patrocinadores filantrópicos



Socios mundiales



En respaldo del documento

Las restricciones de carbono realmente representan una enorme oportunidad de ingeniosidad. Eso se aplica para todas las empresas, ciudades y países. Es el rumbo que debemos seguir y este documento proporciona cifras convincentes para brindar confianza en nuestra capacidad de optimizar la descarbonización y el desarrollo económico en apoyo mutuo.

Christiana Figueres, ex secretaria ejecutiva de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y socia fundadora de Global Optimism

“Completando la figura” es plenamente coherente y complementario a los esfuerzos del Panel Internacional de los Recursos de la ONU por desvincular el crecimiento económico del uso de recursos e impactos medioambientales. Encaja perfectamente en el espacio vacío del rompecabezas de la política eficaz de cambio climático.

Janez Potočnik, copresidente del Panel Internacional de los Recursos, ex Comisionado de la UE para el Medio Ambiente

El mensaje de este documento es pura dinamita. La mayoría de las personas cree que la mitigación del cambio climático se trata solo de cambiar los sistemas energéticos. Es un error. También se trata de los materiales y del uso de la tierra. Los materiales como el acero, cemento, aluminio y plástico representan hasta un 20% de las emisiones de carbono. Y la demanda por esos materiales aumenta rápidamente. Además, cada vez que se labra la tierra, se libera carbono. La buena noticia: hay soluciones. Con la economía circular se contrarrestan las emisiones de carbono, se reduce la contaminación del aire y agua, y se ahorra dinero.

Anders Wijkman, presidente de Climate-KIC, presidente honorario del Club de Roma

A medida que los países trabajan en conjunto para encontrar soluciones al cambio climático, este documento es un aporte valioso al debate público. Garantizar un clima estable para las futuras generaciones es un desafío de vital importancia, pero alcanzable. Este documento ayuda a sentar las bases para que gobiernos y empresas de todo el mundo actúen.

Hon. James Shaw, Ministro para el Cambio Climático; Ministro de Estadísticas; Ministro Adjunto de Finanzas; colíder del Partido Verde, Nueva Zelanda

Este documento confirma el rol de una economía circular para lograr las metas climáticas y presenta ejemplos prácticos sobre cómo una economía circular ofrece una oportunidad única para reducir las emisiones mundiales.

Carolina Schmidt Zaldívar, Ministra del Ambiente, Chile

Como responsables de las decisiones, tenemos demasiados problemas y muy pocas soluciones. Esta es una manera de enfrentar los problemas del clima y de los recursos al mismo tiempo: el potencial de la economía circular para lograr las metas climáticas es considerable. Sin embargo, no cuenta con el suficiente reconocimiento como solución clave. Gobiernos y empresas encontrarán en este importante documento estrategias y vías para lograr emisiones netas cero, mientras desarrollan una mayor prosperidad y resiliencia. El tiempo apremia. Esta transición debería ser una clara prioridad.

Ida Auken, Miembro del Parlamento, Partido Social Liberal; ex Ministra del Ambiente, Dinamarca

El cambio climático y la resiliencia de los sistemas alimentarios son interdependientes. Solo hay un camino a seguir: modelos regenerativos de agricultura sobre suelos saludables y resilientes, aumentar la captura de carbono, proteger la biodiversidad y preservar el agua dulce, respaldar un cambio hacia prácticas alimentarias que reduzcan los costos de la salud pública y respeten los límites del planeta. Tales modelos mejoran los sistemas naturales, en vez de matarlos, ya que el ciclo de la vida empieza y termina en la tierra. Hemos desarrollado varias asociaciones e iniciativas para respaldar esta transición hacia dietas alimentarias sustentables, por ejemplo en Francia y Estados Unidos, y es urgente que sigamos involucrando a todas las partes interesadas en formas innovadoras y dentro del presupuesto de financiar soluciones comerciales integradas sociales y climáticas para el futuro.

Emmanuel Faber, presidente y director ejecutivo de Danone

En Solvay, adaptamos nuestro uso de los recursos y desvinculamos con audacia la tasa de crecimiento de nuestras emisiones para alcanzar nuestra meta de reducción de emisiones en términos absolutos hasta el 2025. Esta iniciativa nos distingue de nuestros colegas en la industria, a quienes apelamos para que se unan a nosotros. Como muestra este documento, la economía circular es una herramienta esencial para ayudarnos a alcanzar colectivamente el Acuerdo de París a fin de proteger nuestro planeta para las futuras generaciones.

Ilham Kadri, directora ejecutiva de Solvay

En Intesa Sanpaolo, creemos firmemente que la fortaleza financiera conlleva una mayor responsabilidad hacia la sociedad y el medioambiente. Facilitar un cambio rápido hacia una economía circular que beneficie a las personas y el planeta es una parte importante de esta responsabilidad. Asimismo, es vital alcanzar las metas climáticas establecidas en el Acuerdo de París, mientras también se mejora la resiliencia de las empresas y se exploran nuevas oportunidades de negocio. Estamos ansiosos por ejercer un rol activo en el nuevo Pacto Ecológico Europeo ideado por la Comisión Europea.

Carlo Messina, director ejecutivo de Intesa Sanpaolo

Como Socio Global de Ellen MacArthur Foundation, DS Smith respalda las exhaustivas y oportunas recomendaciones de economía circular descritas en este documento. Hoy en día, enfrentamos enormes desafíos para mitigar los efectos del cambio climático y lograr las metas acordadas de calentamiento global. Al mejorar la circularidad del uso de recursos, así como la descarbonización de la producción energética, las empresas y la sociedad pueden trabajar juntas para lograr las metas de reducción de carbono. El documento destaca que el 45% de la meta se puede lograr mediante una mejor adopción de una economía circular. En DS Smith, estamos comprometidos en redefinir los empaques para un mundo cambiante y, por lo tanto, desarrollar un modelo de negocio circular sólido. Utilizamos recursos renovables, que respaldan la captura de carbono, y después que nuestro papel y cartón se utilicen en una amplia gama de aplicaciones, se podrán reciclar hasta 25 veces.

Miles Roberts, director general de DS Smith

Este documento ofrece información de vital importancia y pertinente para las políticas públicas sobre el potencial de la economía circular para enfrentar el cambio climático. Proporciona ejemplos prácticos sobre soluciones de economía circular para reducir sustancialmente las emisiones mundiales de GEI, así como aumentar la resiliencia frente al cambio climático. Es un documento indispensable para que todos los legisladores nos guíen hacia un futuro circular y neutro en carbono.

Sarianne Tikkanen, especialista sénior en economía circular, Ministra del Ambiente, Finlandia

La experiencia, el compromiso y la inversión del Reino Unido para enfrentar el cambio climático (en el gobierno, empresas y comunidades) son claros y sólidos. Es clave adoptar una economía circular y estamos trabajando con socios afines, como el Ministerio del Ambiente y Residuos de Singapur, para respaldar su Año Hacia Residuo Cero. Todas estas iniciativas, internacionales y nacionales, apuntalan por qué el Reino Unido ha sido nominado coanfitrión de la UNFCCC COP26, una oportunidad para cambiar la forma en la que abordamos juntos la crisis climática.

Su Excelencia Kara Owen, Alta Comisionada Británica para Singapur

El documento lo deja claro: la economía circular es la estrategia ganadora. Se necesita la circularidad para alcanzar la meta de 1,5 °C, desarrollar resiliencia y aumentar la calidad de vida. Sin embargo, la transición debe ser rápida. Estamos corriendo contra el reloj.

Mari Pantsar, directora de SITRA

Es significativa la oportunidad de acelerar la acción climática al combinar la economía circular y los enfoques de emisiones netas cero. Un enfoque solo en la eficiencia energética y descarbonización en un sistema en el que existen tantos recursos en una economía de extraer-producir-desechar no hace frente al desafío. Este trabajo importante de Material Economics y Ellen MacArthur Foundation muestra cómo la integración de estos dos enfoques puede ayudar a cumplir las metas del Acuerdo de París y aumentar la resiliencia de nuestras economías.

Marc Engel, director de Cadena de Suministros de Unilever

Para resolver la amenaza más importante que la humanidad haya enfrentado, es necesario que nuestra especie analice de manera profunda y crítica la forma en que hacemos, bueno... todo. La buena noticia es que ya existen soluciones. Este documento muestra claramente cómo el diseño de un modelo de economía circular brinda beneficios que ayudan a cambiar la forma en que la humanidad hace negocios hacia un futuro mejor y regenerativo.

Chad Frischmann, vicepresidente y director de Investigación de Project Drawdown

El agotamiento de los recursos naturales, la presión sobre selvas y su biodiversidad no son los únicos impactos resultantes de la explotación de materiales por parte del ser humano. También contribuye con el calentamiento global y confirma la interconexión de los problemas ambientales. En este contexto, son altas y legítimas las expectativas para el sector del transporte. Groupe Renault entiende qué está en juego y ha trabajado durante mucho tiempo en el desarrollo industrial de varios modelos de negocio de economía circular, como describe este documento, tales como la remanufactura, el desarrollo de ciclos cortos para materiales textiles y estratégicos, y la extensión de la vida útil de baterías de EV. Nuestra meta, que es la reducción de la huella de carbono del grupo por vehículo de hasta un 25% entre el 2010 y el 2025, incluye el ciclo de vida de los materiales.

Jean-Philippe Hermine, vicepresidente de Planificación Ambiental Estratégica del Groupe Renault

Desde el 2015, Google ha sido un Socio Global de la Fundación Ellen MacArthur y ha compartido una visión común para acelerar la transición hacia una economía circular. Cuando pensamos que el 29 de julio del 2019 alcanzamos el presupuesto anual de recursos naturales de la Tierra, y que desde entonces, todos los días, hemos estado agotando las reservas de recursos locales y emitiendo más carbono a la atmósfera del que se puede absorber, se hace claro el vínculo inquebrantable entre la economía circular y el cambio climático. Creemos que las empresas mundiales como Google deben guiar el camino para mejorar la vida de las personas, a la vez que se reduce, o incluso elimina, nuestra dependencia en materias primas y combustibles fósiles. Creemos que esto se puede lograr de una manera que tenga sentido comercial, ofrezca un retorno económico junto con beneficios sociales e impactos ambientales positivos. Celebramos este documento como un aporte importante al debate.

Mike Werner, Líder de Sustentabilidad y Economía Circular de Google

La industria de la moda no existirá en el futuro si nosotros seguimos produciendo y utilizando moda de la misma manera. La crisis climática nos exige que adoptemos medidas importantes para transformar toda la industria. Este documento muestra claramente cómo el cambio a una economía circular y el manejo de los residuos como un recurso nos permiten reducir drásticamente nuestra huella y alcanzar la meta climática positiva.

Anna Gedda, jefa de Sustentabilidad de H&M Group

Es evidente que el uso de materias primas y el cambio climático están estrechamente ligados. No obstante, esto parece ser ignorado de forma colectiva y la respuesta frente al cambio climático todavía parece ser irregular. El problema no se puede enfrentar sin un enfoque integral, en el que la economía circular es una adición obvia, necesaria y sistémica al repertorio del cambio climático.

Carol Lemmens, directora y líder de Servicios de Asesoría Global de ARUP

Los desafíos de descarbonizar la economía global y, simultáneamente, desarrollar resiliencia al cambio climático y sus impactos a menudo se abordan por separado. Para tener una oportunidad razonable de minimizar el daño que causará el cambio climático, las medidas implementadas deben integrar sistemáticamente medidas de mitigación y adaptación, reconociendo su interconexión. Este documento ofrece una visión general valiosa sobre cómo el enfoque de economía circular puede incorporar y fortalecer la mitigación y resiliencia del cambio climático y, potencialmente, ofrecer un marco general para respaldar su implementación práctica.

Will Bugler, consultor sénior de Comunicaciones, Acclimatise

El documento destaca que un enfoque liderado por sistema es esencial y que las medidas que mitiguen el impacto climático y creen resiliencia son críticas para lograr las metas de emisiones futuras.

Philip Selwood, Director Ejecutivo de Energy Saving Trust, administrador fiduciario de Ellen MacArthur Foundation

Índice

Resumen ejecutivo	12
Conclusiones claves	13
1. Cumplir las metas climáticas exige una transformación en la forma que producimos y usamos los bienes	14
1.1 Hay una necesidad urgente por acción climática: la curva de emisiones mundiales de gases de efecto invernadero todavía no se mueve	15
1.2 Más allá de una transición energética, se requiere un cambio fundamental en la manera como se fabrican y se utilizan los bienes para lograr cumplir las metas climáticas	15
2. La economía circular tiene un rol esencial en el cumplimiento de las metas climáticas	18
2.1 ¿Qué es la economía circular?	19
2.2 ¿Cómo la economía circular reduce las emisiones de gases de efecto invernadero?	21
3. La oportunidad de economía circular para la industria	25
3.1 Estrategias de economía circular para reducir las emisiones en la industria	26
3.2. Se necesitarán intervenciones adicionales para reducir aún más las emisiones de la industria	28
3.3 El enfoque de economía circular es rentable	28
3.4 El enfoque ofrece beneficios en todo el sistema	30
Profundización: la oportunidad para el entorno construido	31
Profundización: la oportunidad para la movilidad	34
4. La oportunidad de la economía circular para el sistema alimentario	37
4.1 Estrategias de economía circular para reducir las emisiones en el sistema alimentario	39
4.2. Se necesitarán intervenciones adicionales para reducir aún más las emisiones del sistema alimentario	42
4.3 El enfoque de economía circular es rentable	43
4.4 El enfoque ofrece beneficios en todo el sistema	43
5. Una economía circular puede aumentar la resiliencia a los efectos del cambio climático	45
5.1 Los impactos del cambio climático representan importantes riesgos al negocio	46
5.2 La economía circular puede ayudar a enfrentar estos riesgos al aumentar la resiliencia entre los sectores	47
6. Próximos pasos: se requiere una acción conjunta	49
Apéndice	55
Referencias	57

Resumen ejecutivo

La actual respuesta a la crisis climática global representa una imagen incompleta. Este documento alega que la implementación de una economía circular es un paso esencial para lograr las metas climáticas. Este cambio nos lleva más allá de iniciativas para minimizar las emisiones en nuestro sistema lineal extractivo. Ofrece una respuesta sistemática a la crisis, al reducir las emisiones y aumentar la resiliencia a sus efectos. Los beneficios incluyen cumplir otras metas, como crear ciudades más habitables, distribuir valor de manera más amplia en la economía e incentivar la innovación. Estos atributos hacen de la economía circular un factor potente para alcanzar la prosperidad de cero carbono.

El mundo ha despertado a la crisis climática, cuyos efectos ya empezaron a sentirse. Las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático son producto de nuestra economía extractiva “extraer-producir-desperdiciar”, que se basa en combustibles fósiles y no maneja los recursos a largo plazo. Es necesario un cambio radical para que el mundo retome el camino para lograr cero emisiones hasta el 2050 y cumplir la meta de 1,5 °C establecida en el Acuerdo de París. Incluso si se cumple esta meta, se prevé que los costos a la economía global relacionados con el cambio climático alcancen los US\$ 54 billones hasta el 2100 y se incrementen dramáticamente con cada nuevo aumento de la temperatura.

El incentivo para superar el desafío es incuestionable.

Hasta la fecha, las iniciativas para enfrentar la crisis se han enfocado en la transición hacia la energía renovable, complementada por la eficiencia energética. Aunque cruciales y completamente consecuentes con una economía circular, estas medidas solo abarcan el 55% de las emisiones. El 45% restante proviene de la producción de autos, ropa, alimentos y otros productos que utilizamos diariamente. Esos no pueden ser ignorados. La economía circular puede ayudar a completar la imagen de la reducción de emisiones, al transformar la manera en que producimos y usamos los productos.

Para ejemplificar este potencial, este documento demuestra cómo la aplicación de estrategias de economía circular en solo cinco áreas clave (cemento, aluminio, acero, plástico y alimentos) puede eliminar casi la mitad de las emisiones restantes de la producción de bienes (9300 millones de toneladas de CO₂e en el 2050), lo equivalente a reducir a cero las actuales emisiones de todo el transporte.

En la industria, esta transformación se puede lograr al incrementar sustancialmente las tasas de uso de los activos, como edificios y vehículos, y reciclar los materiales utilizados para fabricarlos. Esto reduce la demanda por acero virgen, aluminio, cemento y plástico, y las emisiones asociadas con su producción. En el sistema alimentario, el uso de prácticas de agricultura regenerativa y la eliminación de residuos junto con toda la cadena de valor sirven para capturar carbono en el suelo y evitar las emisiones relacionadas con alimentos no consumidos y productos derivados no utilizados.

Este documento también revela que la economía circular puede aumentar la resiliencia a los efectos físicos del cambio climático. Por ejemplo, al mantener los materiales en uso, las empresas pueden desvincular la actividad económica del consumo de materia prima vulnerable a riesgos climáticos y, así, desarrollar una mayor flexibilidad. En el sistema alimentario, la agricultura regenerativa mejora la salud del suelo, lo que genera, por ejemplo, una mayor capacidad de absorber y retener agua, y aumenta la resiliencia contra sequías y lluvias intensas. Más investigaciones acerca de la dimensión y naturaleza de las oportunidades en esta área podrían revelar un potencial aún mayor.

Además de abordar las causas y efectos del cambio climático, la economía circular puede ayudar a cumplir los Objetivos del Desarrollo Sostenible de la ONU, el principal entre todos ellos, ODS12 (consumo y producción responsables). Se ha demostrado que el marco de economía circular puede mejorar la calidad del aire, reducir la contaminación del agua y proteger la biodiversidad. Sus principios ofrecen a las empresas una serie de oportunidades de innovación que reducen los costos de materiales, aumentan el uso de activos y responden a las demandas cambiantes del cliente. Juntos, estos atributos forman un caso convincente para ver a la economía circular no solo como una opción a tener en cuenta en la búsqueda por cumplir las metas climáticas, sino como un marco poderoso de soluciones para un futuro próspero.

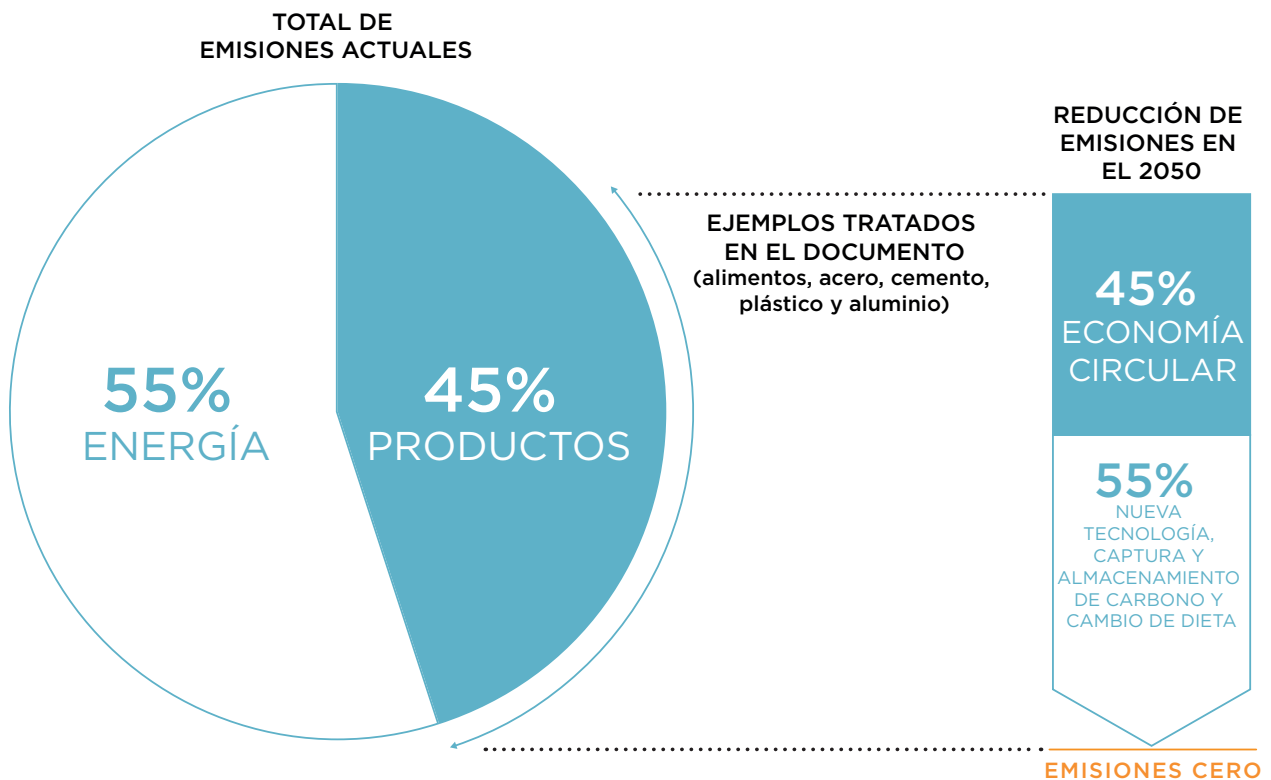
Lograr la transformación exigirá un esfuerzo conjunto: ninguna organización podrá avanzar por su cuenta. Las instituciones internacionales pueden incluir a la economía circular directamente en la agenda climática y, dada la importancia, promover otras actividades importantes de reducción de emisiones, como la eficiencia energética o reforestación. Gobiernos y ciudades pueden vincular los principios de la economía circular a sus estrategias climáticas. Las empresas pueden escalar las oportunidades que, de manera simultánea, crean valor de nuevas formas y responden al cambio climático. Los inversionistas pueden movilizar capital a las empresas que reducen activamente el riesgo climático en sus carteras.

Está a la vista una imagen completa de una economía próspera y con cero emisiones: la misión ahora es hacerla realidad.

Conclusiones claves

Las actuales iniciativas para combatir el cambio climático se han enfocado, principalmente, en el papel fundamental de la energía renovable y las medidas de eficiencia energética. Sin embargo, para cumplir las metas climáticas también será necesario abordar el 45% de emisiones restantes relacionadas con la fabricación de productos. Una economía circular ofrece un enfoque rentable y sistémico para enfrentar este desafío. Este documento muestra que, cuando se aplican a cuatro materiales industriales claves (cemento, acero, plástico y aluminio), las estrategias de economía circular podrían ayudar a reducir las emisiones un 40% hasta el 2050. Cuando se aplican al sistema alimentario, la reducción podría llegar al 49% el mismo año. De manera general, esas reducciones podrían acercar las emisiones de esas áreas un 45% más a las metas de emisiones netas cero.

COMPLETANDO LA IMAGEN: ABORDANDO LAS EMISIONES IGNORADAS





1

Cumplir las metas climáticas exige una transformación en la forma como producimos y usamos los bienes

Un cambio a energías renovables puede paliar un 55% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, ¿pero qué pasa con los otros 45%? Estas son las emisiones más difíciles de reducir y que surgen del manejo de la tierra y la producción de edificios, vehículos, electrónicos, ropa, alimentos, empaques y otros bienes y activos que utilizamos

diariamente. Este documento muestra que una economía circular es indispensable en la reducción de tales emisiones, al transformar la forma en que diseñamos, producimos y usamos los bienes. La economía circular es respaldada por una transición a la energía renovable y, así, ofrece un panorama más completo sobre qué se necesita para responder al cambio climático.

1.1. SE REQUIERE UNA ACCIÓN CLIMÁTICA DE MANERA URGENTE: LA CURVA DE EMISIONES MUNDIALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO TODAVÍA NO SE MUEVE

Nuestra economía lineal de “extraer-producir-desperdiciar” es altamente extractiva, emplea muchos recursos y produce gases de efecto invernadero (GEI) que generan la crisis climática.

Las empresas extraen materiales de la tierra, emplean energía y mano de obra en la fabricación de un producto y lo venden a un usuario final, que luego lo desecha cuando ya no sirve para su propósito. Este enfoque lineal, que depende de combustibles fósiles y no administra los recursos como la tierra, el agua y los minerales a largo plazo, emite GEI que generan una crisis climática global. Según el Foro Económico Mundial, los riesgos a largo plazo más importantes que enfrenta la economía global se relacionan con el cambio climático, en términos de probabilidad de incidencia y gravedad económica.¹ Se calcula que el daño económico global provocado por un aumento de 1,5°C sobre los niveles preindustriales llegaría a los US\$ 54 billones en el 2100, y aumentaría a US\$ 69 billones con una subida de 2°C.²

El mundo todavía no se encuentra bien encaminado para limitar el aumento de 1,5°C de la temperatura hasta el 2100. Esto a pesar de los compromisos adoptados por los 195 países que firmaron el Acuerdo de París de la ONU en el 2015 y las medidas implementadas para reducir las emisiones. Según un informe de la ONU de 2018, las actuales aspiraciones establecidas por los países en sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDCs), hasta el 2030, causarían un excedente de entre 29 y 32 billones de toneladas de CO₂e, en comparación con el nivel alineado con la meta de 1,5 °C, una brecha que es mayor que nunca.³ Las emisiones actuales no muestran señales de alcanzar su nivel máximo a corto plazo y, en cambio, están llevando a un aumento de 3°C hasta el 2100, o incluso 4°C, con un sistema energético sin cambios.⁴

Hay fuerzas económicas poderosas detrás del incremento perjudicial de las emisiones de GEI.

La tendencia ha sido impulsada por la rápida industrialización de economías emergentes y el consumo masivo en las economías desarrolladas. Este patrón aumentará en el futuro. Hasta el 2050, se estima que la población mundial alcance los 10 billones de personas. Se prevé que una clase media de mercado emergente duplicará su participación en el consumo mundial, de uno a dos tercios, y se

espera que la economía mundial se cuadruplique.⁵ Este incremento generalizado y bienvenido de la prosperidad generará emisiones que agotarán el presupuesto de carbono disponibleⁱⁱ por un amplio margen. Los impactos asociados presionan aún más los otros límites planetarios como, por ejemplo, la pérdida de biodiversidad. De hecho, estudios recientes han demostrado que alrededor de un millón de especies de animales y plantas están en riesgo de extinción; el cambio climático es una de las amenazas a su supervivencia. En general, la extracción y el procesamiento de recursos son responsables de más del 90% de los impactos ambientales relacionados con la tierra y el agua (escasez de agua y pérdida de biodiversidad), la agricultura es el principal factor.⁶

Se necesitarán acciones coordinadas urgentes y transformaciones profundas. Será necesario un cambio sistémico en los sistemas industriales y energéticos, manejo de la tierra, instalaciones e infraestructura para que la economía mundial retome el camino para lograr las emisiones netas cero hasta el 2050 y, así, limitar el calentamiento global a 1,5°C, con excedente nulo o limitado.⁷ Actualmente, se calcula que las NDC reducirán las emisiones entre 3 y 6 billones de toneladas de CO₂e hasta el 2030, en comparación con la continuación de las políticas actuales. Consecuentemente, las naciones tendrán que quintuplicar sus aspiraciones para alcanzar las metas de emisiones, de manera alineada con el escenario de 1,5°C.⁸

1.2. MÁS ALLÁ DE UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA, SE REQUIERE UN CAMBIO FUNDAMENTAL EN LA MANERA QUE SE FABRICAN Y UTILIZAN LOS BIENES PARA LOGRAR CUMPLIR LAS METAS CLIMÁTICAS

La descarbonización del sistema energético es una necesidad y se debe acelerar. La energía renovable y la eficiencia energética son claves y podrían proporcionar más del 90% de la reducción de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía hasta el 2050.⁹ El costo de generar electricidad de las tecnologías eólica, solar y de baterías ahora es inferior que las alternativas de combustible fósil en más de dos tercios del mundo; se prevé que las fuentes renovables suministren más del 60% de la electricidad mundial en el 2050.¹⁰ Se están desarrollando nuevas tecnologías como la solución “power-to-x”, que muestra el potencial innovador de crear sistemas energéticos neutros en carbono capaces de convertir energía excedente de recursos renovables (en

i Alrededor de 80% de las emisiones de CO₂ son generadas por la industrialización; el restante, por el uso de la tierra, como la deforestación. Stephenson, J., Newman, K. y Mayhew, S., Journal of Public Health, Population dynamics and climate change: what are the links? (2010)

ii El presupuesto de carbono es la cantidad de CO₂ que el mundo puede emitir, mientras se limita el calentamiento a las metas de temperatura acordadas a nivel internacional.

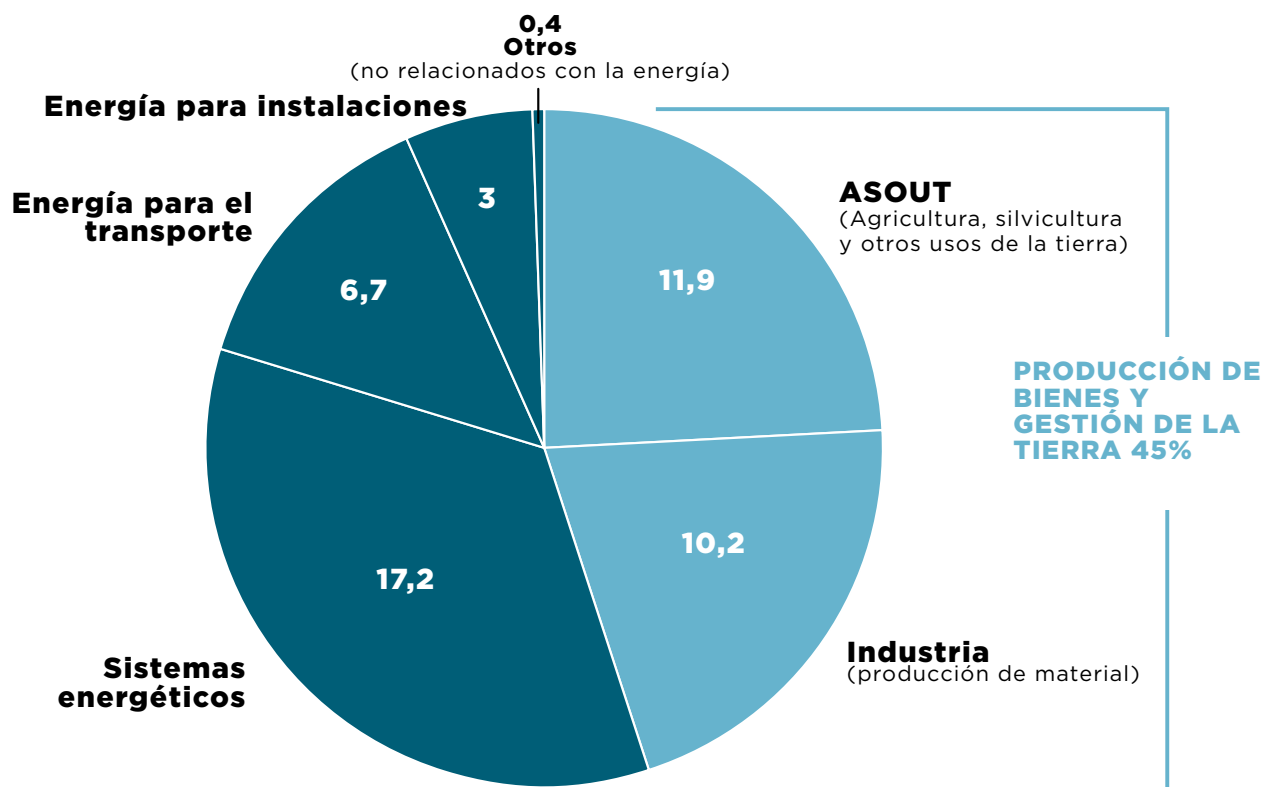
combustibles sintéticos líquidos o gaseosos) y almacenarla durante periodos más largos.¹¹ Sin embargo, hoy en día, las inversiones no se mueven con la suficiente rapidez.¹² Cumplir la meta climática de 1,5 °C exige una tasa de descarbonización anual del sistema energético de 11,3%, siete veces mayor que la tasa actual. Hasta el 2050, la inversión acumulada en el sistema energético tendrá que aumentar alrededor del 30%, la energía renovable tendrá que escalar seis veces más rápido que en la actualidad, la cuota de electricidad en la energía total tendrá que duplicarse y las inversiones en combustibles fósiles tendrán que reducirse sustancialmente.¹³

También se requiere una transformación en la manera en que se producen y utilizan los bienes.

Mientras que el suministro de energíaⁱⁱⁱ y su consumo en edificios y transporte generan un 55% de las emisiones de GEI mundiales, los otros 45% están directamente vinculados con la producción de bienes y el manejo de la tierra.^{iv,14} Un informe reciente del Panel Internacional de los Recursos (IRP) reveló un resultado similar.^{v,15} Dos sectores: industria y agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT), cada uno contribuye con aproximadamente un cuarto de las emisiones de GEI mundiales.¹⁶

FIGURA 1: EL 45% DE LAS EMISIONES DE GEI MUNDIALES SE PUEDE ATRIBUIR A LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES, PRODUCTOS Y ALIMENTOS, ASÍ COMO AL MANEJO DE LA TIERRA.

Emisiones globales de GEI Billón de toneladas de CO₂e por año, 2010



Nota: "Industria" y "ASOUT" incluyen sus propias emisiones relacionadas con la energía, pero no emisiones indirectas de la producción de electricidad y calor. Fuente: IPCC, "IPCC's Fifth Assessment Report (AR5)" y análisis de Material Economics.

No llevar a cabo tal transformación hará que

las metas climáticas sean inalcanzables. Hasta

iii "Sistemas energéticos" se refiere a la producción de electricidad y calor, así como a la extracción, refinación, procesamiento y transporte de combustible.

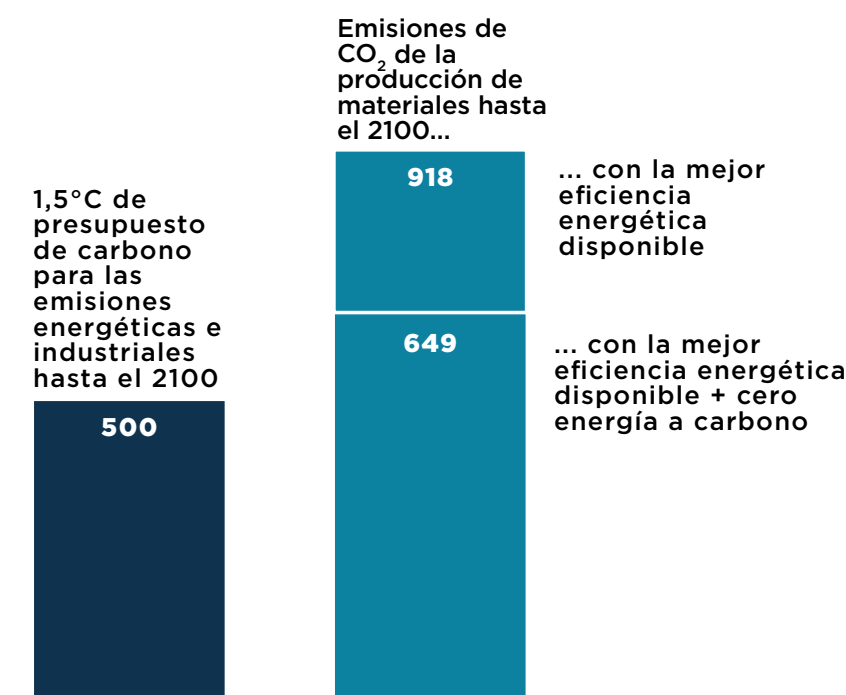
iv Esta cifra de 45% incluye los combustibles fósiles quemados en instalaciones de energía.

v El Panel Internacional de los Recursos (IRP) calculó que la extracción y el procesamiento de recursos constituyen aproximadamente la mitad de las emisiones de GEI totales. La diferencia entre sus hallazgos y la división descrita en este documento se debe a una diferencia de alcance. El informe de IRP analiza recursos como materiales, combustibles y alimentos (sin incluir los impactos climáticos relacionados con el uso de la tierra). El 45% mencionado en este documento incluye la producción de bienes y el manejo de la tierra, pero no incluye la extracción, refinación, procesamiento y transporte de combustible. IRP y PNUMA, Global resources outlook 2019: natural resources for the future we want (2019).

el 2050, se prevé que la demanda mundial por materiales industriales, como acero, cemento, aluminio y plástico, aumente de dos a cuatro veces, mientras se proyecta que la demanda mundial por alimentos aumentará un 42%.^{vi} Este incremento en la demanda tendrá importantes repercusiones en las emisiones de GEI. Incluso con estrategias ambiciosas de aumentar la eficiencia energética y avanzar a fuentes de energía sin carbono, solo las emisiones de la producción de acero, cemento, aluminio y plástico alcanzarán, acumulativamente, 649

billones de toneladas de CO₂ hasta el 2100. Esto supera el presupuesto de carbono restante para las emisiones de energía e industria de 420 a 580 billones de toneladas, alineado con la meta de 1,5°C (ver la Figura 2, que muestra el punto medio de este rango). Paralelamente, también se prevé que las emisiones de GEI de la producción de alimentos aumenten un 35% hasta el 2050, lo que reduce aún más la posibilidad de alcanzar la meta climática, a menos que se lleven a cabo intervenciones transformadoras.^{vii}

FIGURA 2: LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES GENERARÁ 649 BILLONES DE TONELADAS DE EMISIONES DE CO₂ HASTA EL 2100, INCLUSO EN UN ESCENARIO QUE INCLUYE ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: Tong, D. et al. *Committed emissions from existing energy infrastructure jeopardize 1.5 °C climate target*, Nature **572**, 373-377 (2019); Material Economics, *The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation* (2018)

Abordar las emisiones en la industria y el sistema alimentario presenta un desafío especialmente complejo.

En la industria, una creciente demanda por materiales, junto con una tasa lenta de adopción de electricidad renovable y mejoras incrementales de proceso, hacen especialmente difícil reducir las emisiones netas a cero hasta el 2050.¹⁷ En el sistema alimentario, también será desafiante reducir sustancialmente las emisiones y exigirá cambiar los hábitos de consumo de billones de personas, cambiar los

hábitos de producción de cientos de millones de productores y descarbonizar cadenas de suministro de alimentos largas y complejas. Esto hace que las emisiones del sistema alimentario y la industria sean los principales obstáculos para alcanzar las emisiones netas cero generales.¹⁸ Por lo tanto, para alcanzar las metas climáticas, será crítico encontrar soluciones que puedan reducir estas emisiones más difíciles.

vi El incremento en la demanda global de alimentos se obtuvo del cálculo de desarrollo de la canasta alimentaria de la FAO (ajustado por año base), que no supone cambios en la dieta.

vii Esto se basa en el aumento previsto en la producción de alimentos (42%, 2013-2050) y tiene en cuenta las mejoras previstas en la productividad de la agricultura. Ellen MacArthur Foundation, *Cities and circular economy for food: technical appendix* (2019)



2

La economía circular desempeña un papel esencial en el cumplimiento de las metas climáticas

La economía circular completa la imagen sobre qué se necesita para enfrentar la crisis climática. Ofrece un enfoque que no solo se basa en la energía renovable, sino que transforma la manera en la que se diseñan y utilizan los productos. Este marco reduce las emisiones de GEI en la economía mediante estrategias que: reducen las emisiones en las cadenas de valor, retienen la energía incorporada en productos y capturan carbono en el suelo y productos.

Para alcanzar las metas climáticas, se necesitará un cambio fundamental en la manera que la economía funciona y crea valor. Esto exigirá alejarse del modelo lineal de “extraer-producir-desperdiciar” actual hacia una economía regenerativa desde del diseño. En tal economía,

los sistemas naturales se regeneran, la energía proviene de fuentes renovables, los materiales son seguros y provienen cada vez más de fuentes renovables, y se evitan los residuos mediante un diseño superior de materiales, productos y modelos de negocio. Una economía circular ofrece una manera positiva de avanzar al redefinir la creación de valor para enfocarse en los beneficios sociales. Aborda las deficiencias del sistema actual, mientras crea nuevas oportunidades para empresas y la sociedad. Los principios de la economía circular presentan oportunidades únicas de ayudar a enfrentar la crisis climática, al reducir las emisiones de GEI en las cadenas de suministro, preservar la energía incorporada de productos y materiales, y aumentar la captura de carbono mediante la regeneración de sistemas

naturales. Informes anteriores de la Fundación Ellen MacArthur han mostrado que en Europa, India y China una economía circular podría reducir las emisiones de GEI entre 22% y 44% en el 2050, en comparación con la vía de desarrollo actual, al implementarla en sectores como el entorno construido, movilidad, alimentos, productos electrónicos y textiles.^{viii}

Además de reducir las emisiones de GEI, una economía circular ofrece una amplia gama de beneficios para el sistema. Presenta una oportunidad económica de varios billones de dólares que proporciona un mejor acceso a bienes, mayor movilidad y conectividad, y menor contaminación del aire. De este modo, responde a otros grandes desafíos de nuestra era, incluida la pérdida de biodiversidad, escasez de recursos, residuos y contaminación. Por lo tanto, actúa como un mecanismo de ejecución para varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. De hecho, al contribuir con un consumo y producción responsables (ODS12) y desarrollar sistemas alimentarios inteligentes frente a los recursos, una economía circular contribuye con al menos 12 de los 17 objetivos descritos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU.¹⁹

2.1 ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR?

La economía circular es un enfoque a nivel de sistemas para el desarrollo económico diseñado para beneficiar empresas, la sociedad y el medioambiente. Una economía circular aspira a desvincular el crecimiento económico del consumo de recursos finitos y a crear capital económico, natural y social. Sustentado por una transición hacia fuentes de energía renovables y un mayor uso de materiales renovables, el concepto reconoce la importancia de que la economía funcione eficazmente en todas las escalas. Esto significa que cuenta con participación y colaboración activas entre empresas de pequeño y grande porte, y desde países y ciudades hasta comunidades locales y sus habitantes. Tal economía distribuida, diversa e inclusiva se implementará mejor para crear y compartir los beneficios de una economía circular.

Se basa en tres principios:



**Eliminar residuos y
polución desde el
diseño**



**Mantener productos y
materiales en uso**

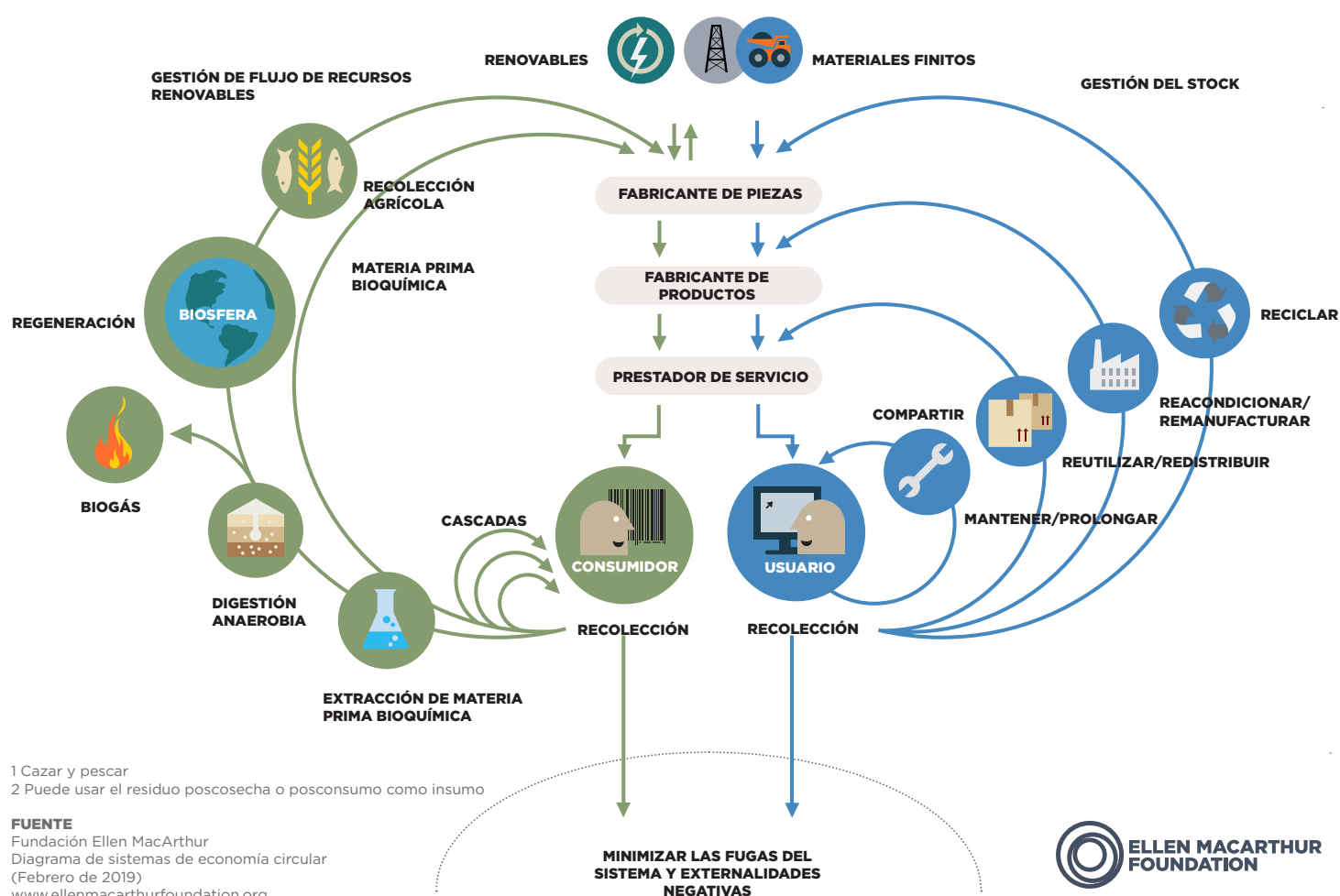


**Regenerar sistemas
naturales**

El modelo distingue entre ciclos biológicos y técnicos (Ver la Figura 3). En ciclos biológicos, los materiales biológicos o alimenticios (por ejemplo, algodón o madera) vuelven al sistema mediante procesos como el compostaje y la digestión anaerobia. Estos ciclos regeneran los sistemas vivos (como el suelo), lo que proporciona recursos renovables para la economía. Los ciclos técnicos recuperan y restauran productos, componentes y materiales a través de estrategias que incluyen la reutilización, reparación, remanufactura o (en última instancia) el reciclaje. La tecnología digital tiene el poder de respaldar la transición a una economía circular al incrementar radicalmente la virtualización, desmaterialización, transparencia e inteligencia basada en la retroalimentación.

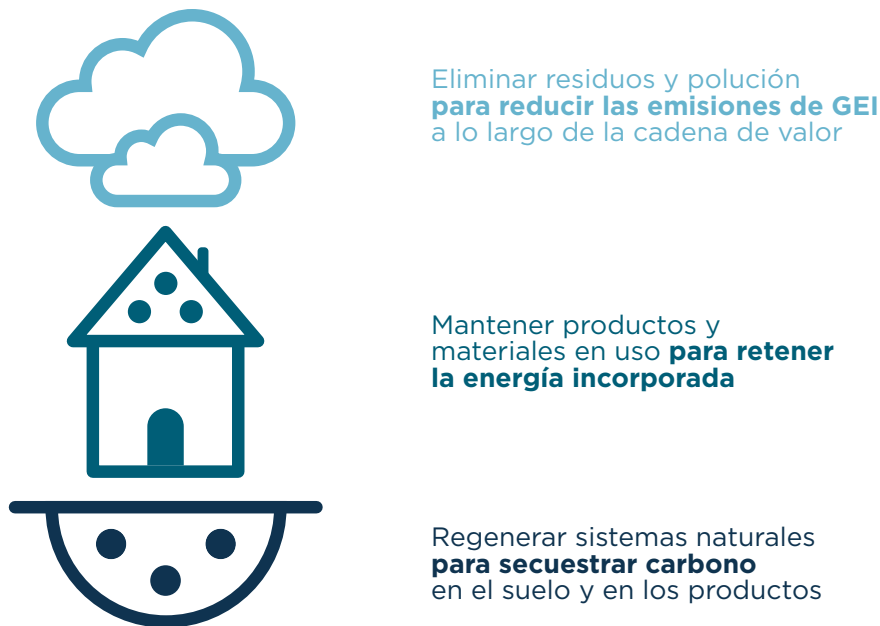
^{viii} Los hallazgos fueron modelados por Ellen MacArthur Foundation para Europa, India y China. Estos informes no solo analizaron oportunidades de la economía circular que reducen la demanda de materiales, sino que también consideraron aquellas que reducen directamente la demanda de energía y promovieron el uso de recursos renovables. Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015); Ellen MacArthur Foundation, Circular economy in India: rethinking growth for long-term prosperity (2016); Ellen MacArthur Foundation y Arup, The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China (2018)

FIGURA 3: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ECONOMÍA CIRCULAR



2.2 ¿CÓMO LA ECONOMÍA CIRCULAR REDUCE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO?

Aplicar los principios de economía circular para transformar la forma en que se producen y utilizan los bienes y materiales en la economía permitiría reducir las emisiones de GEI sustancialmente. Esto se puede resumir de la siguiente manera:



Los tres principios de economía circular incluyen un conjunto de estrategias claves para liberar el potencial de reducción de emisiones. La siguiente sección presenta estas estrategias con más detalles y explica qué las hace circulares y cómo contribuyen con la reducción de las emisiones de GEI.

1/ ELIMINAR RESIDUOS Y POLUCIÓN DESDE EL DISEÑO

La economía circular es un marco para evitar impactos negativos de la actividad económica antes de que ocurran. Tales impactos generan la pérdida de recursos valiosos y perjudican la salud humana y los sistemas naturales. Las emisiones de GEI son uno de los efectos negativos que se eliminan del sistema. Otros incluyen la contaminación del aire, tierra y agua, y la subutilización de activos, como edificios y autos. Este principio incluye tres estrategias claves que ayudan a reducir las emisiones de GEI.



DISEÑAR PARA LA CIRCULARIDAD

El diseño tiene un papel facilitador clave en cualquier aspiración de economía circular. Para evitar impactos negativos, es esencial garantizar que los productos y materiales se fabriquen desde el principio para mantenerse en uso o regenerar los sistemas naturales. Por ejemplo, con respecto a los alimentos, diseñar comidas y productos que utilicen alimentos excedentes o coproductos puede ayudar a garantizar que no se desperdicien y se conserve la energía incorporada. En el caso del empaque plástico, si se aplicaran modelos y diseños de botellas recargables para todas las botellas del cuidado personal y belleza, así como limpieza doméstica, las emisiones de GEI causadas por el empaque y transporte se reducirían entre 80% y 85% en comparación con las botellas de uso único.²⁰ Sin embargo, muchos bienes contienen materiales o ingredientes que los hacen, o a sus productos derivados, inseguros para reutilizarse como insumo para nuevos ciclos. Estos se deben excluir en el diseño. Para permitir la mayor utilización y circulación de productos, componentes y materiales, los principios de la economía circular deben integrarse en la etapa de diseño para desarrollar nuevos modelos de negocio de economía circular. Este enfoque exige que los productos se diseñen, por ejemplo, para desmontaje, modularidad, capacidad de reparación, flexibilidad, reciclaje o compostaje a fin de permitir la reutilización, reacondicionamiento, remanufactura o regeneración.



ELIMINAR RESIDUOS Y POLUCIÓN

El diseño puede tener un papel importante en la eliminación de residuos. Al diseñar para lograr eficiencia del material, se puede reducir el insumo de materiales, mientras que el diseño de cadenas de suministro optimizadas puede reducir la generación de residuos. Ambas ofrecen maneras eficaces de disminuir la cantidad de energía y materiales utilizados por dólar de PIB. Para productos y activos, un enfoque es reducir los residuos generados por la sobreespecificación.^{ix} Actualmente, en proyectos de construcción, se utiliza entre 35% y 45% más acero que el estrictamente necesario.²¹ También existe la posibilidad de reducir los residuos al personalizar mejor los productos para usos específicos. Por ejemplo, el auto europeo promedio está estacionado el 92% del tiempo y, cuando se utiliza, solo se ocupa el 1,5 de sus 5 asientos.²² Para mejorar el uso, los modelos de negocio y activos deben diseñarse según la finalidad prevista. Por ejemplo, muchos de los autos en flotas de autos compartidos podrían no necesitar una capacidad de cuatro pasajeros. Autos más pequeños, para viajes en la ciudad con uno o dos pasajeros, podrían ser suficientes para prestar el servicio. Además de productos, se puede eliminar los residuos de los sistemas desde el principio. Con respecto a las cadenas de suministro, se puede minimizar la generación de residuos al reducir la cantidad de material perdido durante la producción. Por ejemplo, la mitad del aluminio producido todos los años no llega al producto final, sino que se vuelve chatarra, mientras que alrededor del 15% de los materiales de edificios se desperdician en la construcción. En materia de residuos alimenticios, una de cada cuatro calorías destinadas a las personas, en última instancia, no es consumida por ellas. En otras palabras, el 24% de las calorías producidas para el consumo humano se pierden o se desperdician a lo largo de la cadena de valor.²³ Se pueden aplicar medidas y nuevas tecnologías, como la optimización del proceso e impresión 3D, para reducir la generación de residuos durante la producción. Reducir estos residuos también tendrá como efecto la reducción de las emisiones de GEI.

ix La racionalización ha sido atribuida como uno de los principales motivos de la sobreespecificación, es decir, suministrar material adicional para reducir los costos laborales. Preocupaciones con los costos y enfocarse en lograr que los procesos sean más eficientes ha llevado, por ejemplo, a reutilizar diseños específicos en distintas áreas, en las que no ha sido necesaria la misma cantidad de material. Moynihan, M. J. y Allwood, M., Utilization of structural steel in buildings in 'Proceedings: mathematical, physical, and engineering sciences (2015)



SUSTITUIR MATERIALES

La sustitución del material hace referencia al uso de materiales renovables, bajos en carbono o secundarios como insumos alternativos a la nueva producción. Estos ofrecen la misma función, pero aportan menos emisiones. El uso de materiales renovables puede ser especialmente interesante para sustituir insumos que son difíciles de lograr que sean libres de emisiones. Puede ofrecer la posibilidad de unir el carbono de los productos y actuar como sumidero de carbono. Por ejemplo, se ha demostrado que algunos bioplásticos tienen un potencial de emisiones negativo con -2,2 kg de CO₂e por kg de biopolietileno (PE) producido, en comparación con 1,8 kg de CO₂e por kg de PE fósil producido.²⁴ Al utilizar materiales renovables, como la madera, es esencial garantizar que provengan de plantaciones gestionadas de manera sostenible, ya que la tala ilegal destruye permanentemente grandes sumideros de carbono naturales y su biodiversidad asociada, que no son fáciles de recuperar.²⁵ Además, utilizar productos de madera recolectada de manera no sostenible es más perjudicial para el medioambiente que los beneficios de utilizar materiales bajos en carbono en edificios.²⁶ El bambú es un buen ejemplo de un material renovable de rápido crecimiento. Ambos productos de bambú duradero y biomasa viva pueden capturar 2,6 toneladas de carbono por acre anualmente, mientras ofrecen la resistencia a la compresión del concreto y la fuerza tensil del acero.²⁷ Las nuevas tecnologías madereras son otro ejemplo. Ofrecen el potencial de ahorrar un 62% de los materiales minerales de construcción utilizados en edificios, mientras también ofrecen potencial de captura de carbono.²⁸

Aparte de los recursos renovables, se pueden tener en cuenta otras opciones de sustitución de material bajo en carbono, como el uso de materiales secundarios (por ejemplo, reciclados), materiales de alto rendimiento que reducen los requisitos de insumo de material virgen o materiales con propiedades que permiten la reutilización (por ejemplo, reciclabilidad y durabilidad). Por ejemplo, aunque el cemento representa solo entre el 7% y 20% del concreto, desde el punto de vista de las emisiones, es un componente clave, con una huella de CO₂ de 95% o más.²⁹ En principio, es posible sustituir hasta un 50% del clinker (aglomerante) necesario para hacer cemento por materiales de relleno avanzados que emiten menos CO₂ y proporcionan el mismo rendimiento.³⁰ Con respecto a los alimentos, seleccionar y utilizar ingredientes que emiten menos carbono en su

producción (por ejemplo, ingredientes de origen vegetal en vez de animal), o que capturen mejor el carbono (por ejemplo, cultivos perennes vs. anuales), puede significar una opción más amplia de comidas y productos de bajo carbono, cero carbono o carbono positivo.

2/ MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN USO

La economía circular favorece actividades que conservan el valor en forma de energía, mano de obra y materiales. Esto significa diseñar para lograr durabilidad, reutilización, remanufactura y reciclaje para mantener productos, componentes y materiales en circulación en la economía. Los sistemas circulares hacen un uso eficaz de materiales de origen biológico, al fomentar distintos usos económicos antes de que los nutrientes regresen de manera segura a los sistemas naturales. Este marco ofrece dos estrategias claves, cuyo principal resultado es la preservación de la energía incorporada en productos y materiales:



REUTILIZAR PRODUCTOS Y COMPONENTES

Las medidas de reutilización tienen una finalidad: preservar la energía incorporada y otros recursos valiosos utilizados para fabricar productos, componentes y materiales. Mientras más se utilice un producto, mayores deberían ser los ahorros en términos de recursos que ya están incorporados al producto, como material, mano de obra, energía y capital. Además, al mantener productos y materiales en uso, se evitan las emisiones de GEI asociadas con la producción de nuevo material y el tratamiento al fin de vida. Y así, los modelos de negocio basados en la reutilización no solo exigen menos material, sino que también emiten menos GEI para lograr el mismo beneficio a la sociedad. Como ejemplo, un envase de champú Splosh que se puede reutilizar más de 20 veces reduce el uso de material en más del 95% y, como consecuencia directa, reduce sustancialmente la energía necesaria para la producción del empaque.³¹ En el caso de la ropa, duplicar la cantidad de veces que se utilizan los artículos puede evitar un 44% de emisiones de GEI, al no permitir que ropa valiosa se deseché.³² En el caso de la instalación Choisy-le-Roi de Renault para la remanufactura de repuestos, el ahorro (que alcanza el 80%) es el resultado de la producción y el tratamiento de fin de vida no realizados (por ejemplo, la incineración).³³



RECIRCULAR MATERIALES

La recirculación se refiere al reciclaje de materiales en el ciclo técnico y biológico. Se reducen las emisiones de GEI al evitar la producción de nuevo material virgen y el tratamiento de fin de vida, como la incineración y vertedero. Además, aunque las medidas que aumentan el uso y extienden la vida útil de los productos sean las que más contribuyen con la conservación de la energía incorporada en productos, las actividades de reciclaje, que liberan energía, requieren menos aporte de energía que la producción de materiales vírgenes. Por ejemplo, el reciclaje de acero utiliza entre 10 y 15% de la energía necesaria en la producción de acero primario.³⁴ Para el plástico, el reciclaje de 1 tonelada podría reducir las emisiones entre 1,1 y 3 toneladas de CO₂e en comparación con la producción de la misma tonelada de plástico proveniente de materia prima fósil virgen.³⁵ Por lo tanto, el reciclaje no solo reduce las emisiones del uso de la energía, sino también de aquellas provenientes de los procesos de producción, que son las emisiones más difíciles de tratar. Además, es más fácil utilizar electricidad y otras fuentes de energía bajas en carbono para facilitar el reciclaje, frente a la producción de nuevos materiales y, así, alinearse a la meta de una economía de emisiones netas cero. En el sistema alimentario, recircular materiales significa valorizar recursos orgánicos descartados, como productos derivados de alimentos y residuos alimenticios inevitables, reinventándolos como materia prima para la bioeconomía circular. La eficacia del sistema colector y la pureza de los flujos de residuos son un factor importante en el tipo de producto nuevo que se puede producir. Los flujos de residuos más puros se pueden transformar en nuevos materiales estructurales, textiles o, incluso, nuevos productos alimenticios. Los flujos de residuos más mezclados se pueden compostar o pasar por una digestión anaerobia para producir energía y productos de fertilización del suelo. Estos procesos de transformación de valor agregado evitan las emisiones de GEI directas de los vertederos, así como el uso de energía asociado con la producción de material renovable. Cuando los productos valorizados son compostados o vuelven al suelo de otra forma, esto también contribuye con la regeneración de sistemas naturales.

3/ REGENERAR SISTEMAS NATURALES

La economía circular propicia el uso de recursos renovables y aspira a mejorar los sistemas naturales al devolver nutrientes valiosos al suelo. Este enfoque regenerativo ofrece oportunidades para la captura de carbono.



AGRICULTURA REGENERATIVA

La agricultura regenerativa se refiere a enfoques de producción ganadera y agrícola que mejoran la salud del ecosistema natural circundante. Los métodos de agricultura regenerativa no solo pueden reducir las emisiones de GEI, sino también capturar carbono en suelos y materia vegetal. Los mecanismos claves para liberar el potencial de la agricultura regenerativa son minimizar la alteración del suelo y aumentar el contenido de carbono en el suelo. La agricultura regenerativa lleva a una cascada de beneficios sistémicos, como la mejora de la estructura del suelo para permitir un mejor almacenamiento de agua y promover suelos más activos biológicamente, que generen su propia fertilidad sin la necesidad de insumos sintéticos. Ejemplos de prácticas regenerativas incluyen el uso de fertilizantes orgánicos, plantar cultivos de cobertura, emplear la rotación de cultivos, reducir la labranza y sembrar más variedad de cultivos para promover la agrobiodiversidad. Los tipos de agricultura como agroecología, rotación de pastos, agrosilvicultura, silvopastura y permacultura entran todos en esta definición.

Combinadas, estas estrategias de economía circular representan un conjunto de oportunidades que se pueden aplicar a una economía más amplia, a fin de ayudar a afrontar el cambio climático. Para ilustrar cómo estas estrategias pueden reducir sustancialmente las emisiones, las próximas secciones presentarán la oportunidad para dos sectores claves con emisiones difíciles de reducir: la industria y el sistema alimentario.



3

La oportunidad de economía circular para la industria

La economía circular puede reducir las emisiones de CO₂ mundiales de cemento, acero, plástico y aluminio en un 40% o 3,7 billones de toneladas en el 2050 y, así, alcanzar casi la mitad de la meta de cero emisiones. Esta oportunidad surge por el mejor uso de productos y materiales en sectores claves, como el entorno construido y la movilidad. Son soluciones rentables que ofrecen beneficios en todo el sistema.

La industria es responsable de cerca del 21% de las emisiones de CO₂ mundiales.³⁶ La producción de cuatro materiales (cemento, acero, plástico y aluminio) representa el 60% de estas emisiones. Se puede decir que el uso de estos materiales en autos particulares y edificios representa el 73% de las emisiones generadas por la producción de estos cuatro materiales. Las principales fuentes de CO₂ involucradas en la producción de estos materiales incluyen procesos de alta temperatura, emisiones de

la producción y emisiones del fin de la vida útil.³⁷ Durante mucho tiempo estas se han considerado difíciles de reducir. Los requisitos de alta temperatura para procesos centrales de la fundición y conformación del acero, craqueo al vapor y producción de clinker aún no se pueden abordar de manera sostenible. Aunque algunos procesos ya utilicen la electricidad, como en el reciclaje de acero, en la mayoría de los casos, no se han implementado las tecnologías ni los recursos económicos para hacerlo. Las emisiones del proceso también son difíciles de paliar, porque el carbono no solo se utiliza para la energía, sino también está estrechamente vinculado a los actuales procesos de producción, ya sea como un componente esencial del material (plástico) o en la química del proceso de producción (cemento, acero y aluminio). Por último, la gran mayoría de los materiales de hoy en día, a excepción de los metales, se incineran al final de la vida útil, lo que libera la amplia cantidad de carbono integrado al material.

La economía circular ofrece la oportunidad de abordar las emisiones difíciles de reducir y acelerar la transición hacia una economía de carbono de emisiones netas cero.

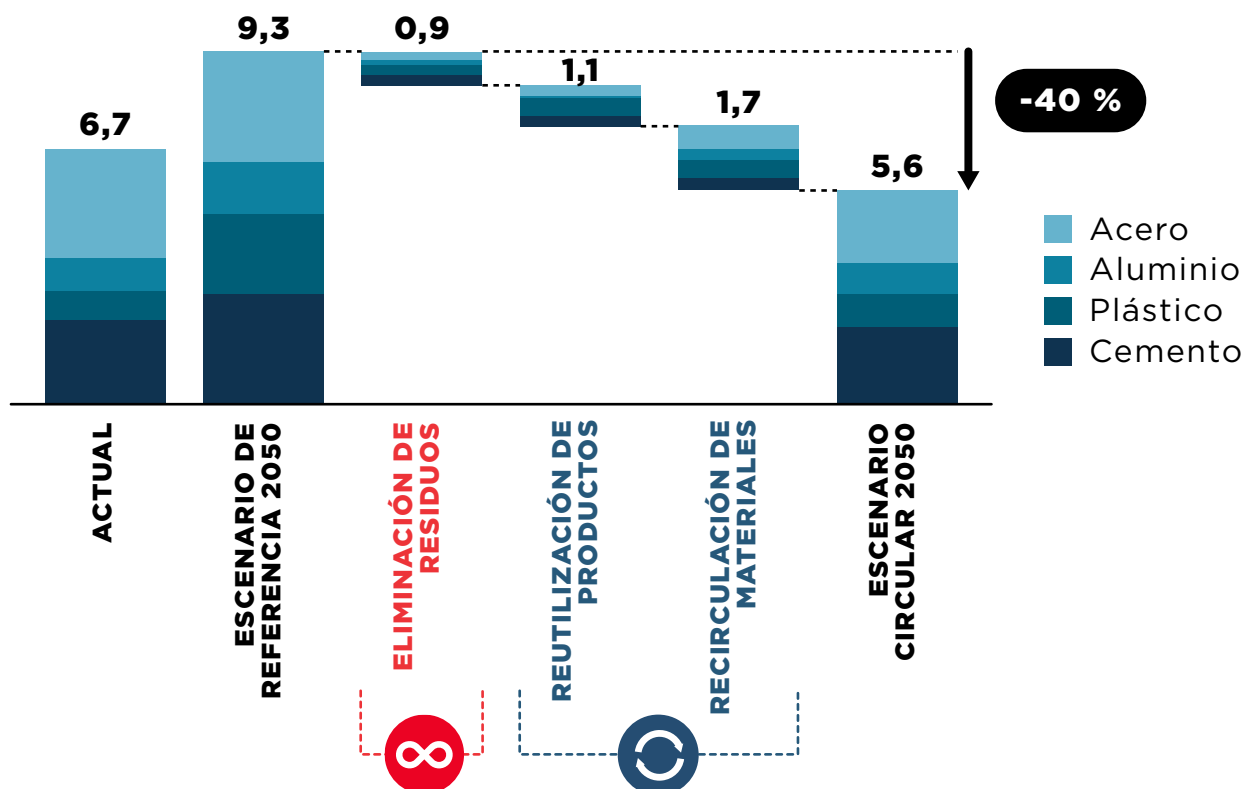
Los enfoques circulares cambian las emisiones de procesos industriales costosos y difíciles de reducir por actividades que son mucho más fáciles de descarbonizar. En particular, la recirculación desvía las emisiones de nueva producción, así como la incineración del fin de vida, lo que elimina algunas de las emisiones difíciles de reducir. Los productos diseñados con materia prima alternativa, que son bajas en carbono o renovables, garantizan que se eviten esas emisiones desde el principio. Además, al contrario de la actual producción de materia prima, muchos de los procesos esenciales en una economía circular, como la remanufactura o el reacondicionamiento, se pueden alimentar con electricidad renovable.

3.1 ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA REDUCIR LAS EMISIONES EN LA INDUSTRIA

Un enfoque de economía circular podría reducir las emisiones de CO₂ mundiales de las industrias claves en un 40% o 3,7 billones de toneladas en el 2050. Los modelos de negocio que mantienen activos, productos y componentes en uso, mientras usan los recursos de manera eficiente y productiva son claves para aprovechar esta oportunidad. Ambos son respaldados por dos principios centrales de la economía circular:

FIGURA 4: UNA ECONOMÍA CIRCULAR PODRÍA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ MUNDIALES ANUALES DE MATERIALES CLAVES DE LA INDUSTRIA EN UN 40% O 3,7 BILLONES DE TONELADAS EN EL 2050

Emisiones mundiales de CO₂ de la producción de cuatro materiales claves
 Billón de toneladas de CO₂ por año



Fuente: Adaptado del análisis de Material Economics para la Comisión de Transición Energética: "Mission Possible - Reaching net-zero carbon emissions from harder-to-abate sectors by mid-century" (2018).

ELIMINAR RESIDUOS DESDE EL DISEÑO

- **Eliminación de los residuos (900 millones de toneladas de CO₂ por año):** Eliminar la generación de residuos a lo largo de cadenas de valor y en el diseño de productos ofrece la oportunidad de evitar emisiones de GEI. Los dos escenarios modelos analizan medidas como el diseño de edificios eficiente con respecto a los materiales, procesos de construcción industrializados y aligeramiento del diseño de vehículos. Juntas, estas estrategias de economía circular reducen la cantidad de material utilizado en productos y activos, y reducen la generación de residuos durante la construcción. Esto ofrece la oportunidad de reducir las emisiones mundiales de CO₂ en 900 millones de toneladas de CO₂ en el 2050. Para profundizar en cómo se manifiestan estas oportunidades de economía circular para reducir las emisiones de GEI en el entorno construido y la movilidad (autos particulares), consulte las profundizaciones al final de este capítulo.

MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN USO

- **Reutilización de productos y componentes (1,1 billones de toneladas de CO₂ por año):** Los modelos de negocio basados en servicio, como el arrendamiento, el uso compartido y el pago por uso, pueden incrementar el uso (es decir, la intensidad del uso) de productos y activos, así como extender la vida útil de productos mediante actividades como la reutilización, reacondicionamiento y remanufactura. Al mantener productos y componentes en uso en la economía a su mayor valor y utilidad, a todo momento, se conserva su energía incorporada por más tiempo, y se reduce la necesidad de realizar nueva producción y tratamiento de fin de vida. Esto reduce sustancialmente las emisiones de GEI que, de otra forma, se hubiesen generado de la producción de nuevos productos. La modelación de esta oportunidad mostró que las emisiones mundiales se podrían reducir en 1,1 billones de toneladas de CO₂ en el 2050 debido a la reducción de la cantidad necesaria de cemento, acero, plástico y aluminio. Para profundizar en cómo se manifiestan estas oportunidades de economía circular para reducir las emisiones de GEI en el entorno construido y la movilidad (autos particulares), consulte las profundizaciones al final de este capítulo.
- **Recirculación de material (1,7 billones de toneladas de CO₂ por año):**^x El escenario

de economía circular también explora las oportunidades de nuevos modelos de negocio que modelan actividades de recolección, clasificación y reciclaje. El escenario contempla un aumento en las tasas de reciclaje y calidad de insumo/producto. También prevé un aumento en la demanda de materiales reciclados, lo que contribuye con un consumo acelerado de materiales reciclados y un incremento en las economías de escala. Mediante actividades de reciclaje, se evitarían las emisiones de la producción e incineración al final de la vida al eludir la necesidad de producir nuevos materiales y utilizar menos instalaciones de alto consumo energético, frente a la producción de materiales vírgenes. En este caso, se podría evitar algunas de las emisiones difíciles de reducir. Lograr la oportunidad modelada exigiría distintas medidas para el acero, cemento, plástico y aluminio. Para el acero, el reciclaje ya está bien consolidado, con un proceso en gran parte electrificado. Sin embargo, el actual diseño de productos, el desmantelamiento al final de la vida y los procesos de manejo de chatarra contaminan y degradan la calidad del acero. Por lo tanto, incrementar las tasas de reciclaje exigiría medidas que eviten la degradación del inventario de acero. Para el plástico, se puede lograr el aumento de las tasas de reciclaje al mejorar el consumo y la calidad. Las medidas claves incluyen mejorar los procesos de reciclabilidad, recolección y clasificación, así como reducir la contaminación de los flujos de reciclaje y explorar el potencial del reciclaje químico en el upcycling para lograr calidad de producto virgen. Para el cemento, la reutilización del grano fino del concreto (partículas con un diámetro pequeño) como reemplazo del nuevo cemento puede reducir las emisiones del proceso. También se puede recuperar cemento no reaccionado del cemento existente y utilizarlo en lugar del nuevo cemento. Otras alternativas incluyen utilizar cenizas volantes, escorias de alto horno y arcilla calcinada.³⁸ Para el aluminio, serán esenciales menos fugas y la mezcla de distintas aleaciones. Los modelos para aprovechar oportunidades de economía circular como estas mostraron que se podrían reducir las emisiones mundiales de CO₂ en 1,7 billones de toneladas de CO₂ en el 2050. De la producción total, esto exigiría que la producción secundaria aumentara un 48% para el acero, un 48% para el aluminio y un 18% para el cemento,^{xi} así como la tasa de reciclaje mecánico y químico de 28% y 21% para plásticos al final de la vida.

x Las 1,7 billones de toneladas de CO₂ por año también incluyen el impacto de sustituir una proporción del plástico por materiales alternativos bajos en CO₂, por ejemplo, reemplazar el plástico por materiales de origen biológico en el empaque.

xi El cemento no es fácil de reciclar, aunque sea posible utilizar algo de cemento no reaccionado.

3.2 SE NECESITARÁN INTERVENCIONES ADICIONALES PARA REDUCIR AÚN MÁS LAS EMISIONES DE LA INDUSTRIA

Aunque una transición a una economía circular para materiales claves de la industria pudiera reducir las emisiones mundiales en un 40% el 2050, se necesitarán medidas adicionales para cerrar la brecha en las demás emisiones. Esto incluye medidas como procesos industriales innovadores y la captura, almacenamiento y uso del carbono (CCS/U).³⁹ Por ejemplo, nuevos procesos industriales de bajas emisiones contribuirán con la reducción de emisiones al cambiar radicalmente las materias primas y procesos subyacentes de la producción. El objetivo es eliminar los combustibles fósiles desde el principio y reemplazarlos por fuentes renovables, por ejemplo, electricidad descarbonizada, hidrógeno y biomasa. Para las demás emisiones, cuya brecha no se puede cerrar mediante la mejora en la productividad del material y tecnologías de energía renovable, medidas de economía no circular, como la captura de carbono y el almacenamiento permanente, pueden tener un papel al captar el restante de CO₂ de emisiones de la producción, producción de materia prima y fin de vida. Estos enfoques ofrecen la posibilidad de capturar hasta el 90% de las emisiones de CO₂ de la quema de combustibles fósiles. También se ha investigado la posibilidad de reintroducir el carbono capturado como materia prima en la producción, por ejemplo, de químicos en la fabricación de nuevos materiales. En una economía de emisiones netas cero, CCS/U tendría que proporcionar certeza equivalente de que el carbono no será liberado como emisiones de CO₂. Sin embargo, CCS/U enfrenta desafíos claves como la aceptación social, altos costos, la necesidad de grandes demostraciones en campo, acceso a infraestructura adecuada y extensiva de almacenamiento y transporte y la ampliación de la tecnología a una magnitud lo suficientemente grande para enfrentar los desafíos climáticos.

Para lograr una economía plenamente neta cero, las oportunidades de economía circular deberán ser complementadas por una transición a procesos de producción limpios.

Sin embargo, serán necesarias inversión e innovación considerables antes de poner a disposición acero, aluminio, plástico y otros materiales de cero carbono. Al reducir la cantidad de nuevos materiales necesarios, una

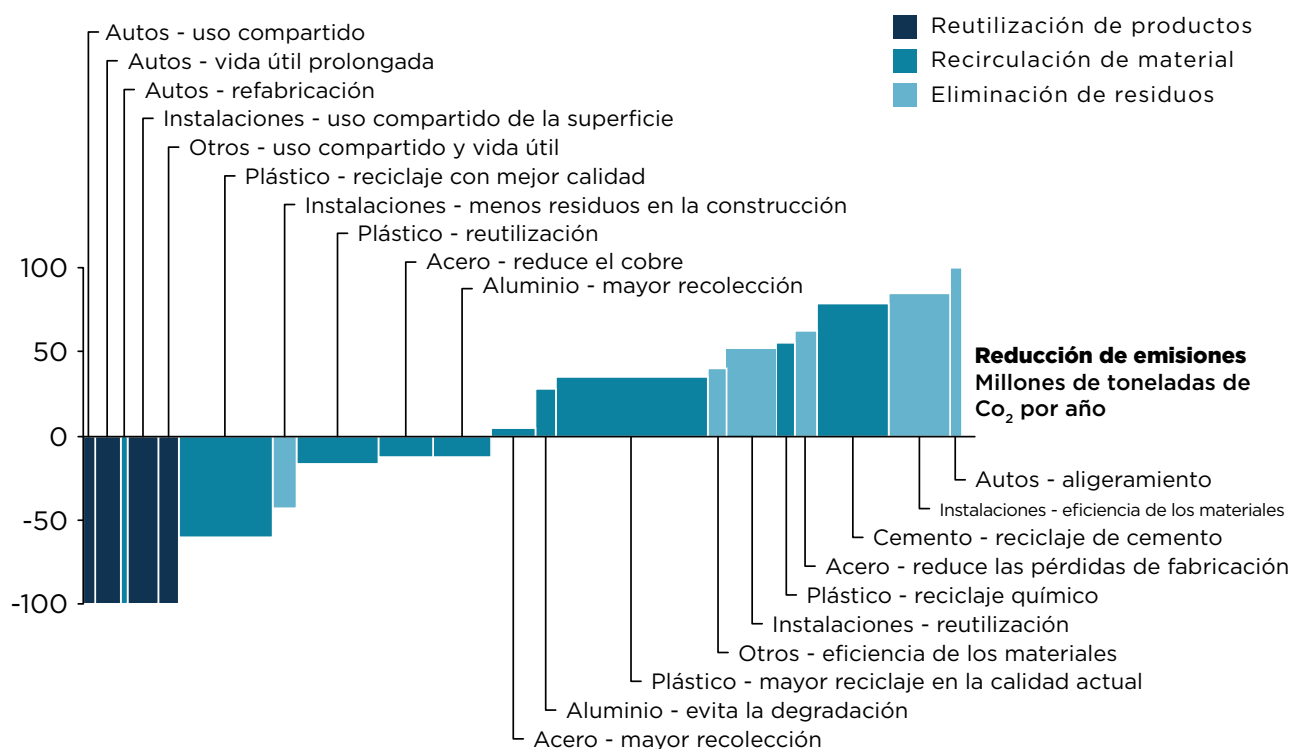
economía más circular da un paso importante para enfrentar este desafío. En ese sentido, una economía circular tiene un papel similar para la industria, así como la eficiencia energética lo tiene para la transición energética. Al reducir las emisiones del lado de la demanda, es mucho menor el desafío de la transición del lado del suministro. Esto puede ayudar a acelerar la transición, mientras exige un menor nivel de inversión.

3.3 EL ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR ES RENTABLE

Una economía circular ofrece maneras rentables de lograr la profunda reducción de emisiones modeladas a continuación. Estos costos-beneficios son posibles al garantizar que los productos y materiales no se desperdicien y al minimizar la pérdida de valor en la cadena de valor. Por ejemplo, en el actual sistema, el 95% del valor del material en empaques plásticos o entre US\$ 80 y US\$ 120 billones por año se pierden en la economía global, luego de un primer uso corto.⁴⁰ Un sistema circular, capaz de reutilizar una mayor proporción de este material, evitaría esta pérdida económica y podría ser beneficioso para el productor y el usuario. Además, como la eficiencia energética, a menudo, las soluciones de economía circular pueden ser altamente rentables, en comparación con la reducción de las emisiones de GEI mediante nuevas tecnologías que todavía son caras y no se han probado. La Figura 5 muestra la curva del costo de reducción del CO₂ y el potencial de una cantidad de oportunidades de economía circular. Las medidas de economía circular, como modelos de negocio de uso compartido, diseños duraderos y reciclaje de alta calidad, tienen incluso el potencial de no tener costo neto. En algunos casos. Para medidas como el reciclaje, las emisiones pueden reducir los costos de reducción a más de US\$ 50 / t CO₂. En comparación, la implementación de muchas medidas exigidas para la producción de materiales de cero carbono cuesta más de US\$ 100/t CO₂.

FIGURA 5: POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LOS MODELOS DE NEGOCIO DE ECONOMÍA CIRCULAR^{xii}

Costo de la reducción de emisiones
EUR/tonelada de CO₂



Fuente: Material Economics, "The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation" (2018)

Algunas de las opciones más atractivas económicamente se encuentran en estrategias de economía circular que se enfocan en incrementar el uso y el tiempo de vida de los productos. Una razón para

la reducción de costos son las mejoras en la productividad absoluta de algunos sistemas de economía circular. Esto porque implican hacer grandes mejoras sistémicas para impulsar la productividad en cadenas de valor. Por ejemplo, un sistema de movilidad circular y compartida podría reducir el costo del desplazamiento en hasta un 70%.⁴¹ Vehículos compartidos diseñados para el uso intensivo y una mayor vida útil podrían exigir inversiones iniciales más elevadas, pero distribuirían el costo de los autos en una cantidad mucho mayor de kilómetros y, en consecuencia, con costos menores a largo plazo. Se reduce la cantidad de material utilizado como consecuencia de un uso mucho más productivo de los recursos.

Cuando se trata de medidas de eficiencia del material, utilizar menos materiales podría significar necesitar materia prima alternativa, lo que podría exigir mayores costos de inversión. Los mayores costos de inversión

podrían provenir, por ejemplo, del mayor insumo laboral, mayor inventario, costos de logística, etc. Como ejemplo, optimizar los elementos de concreto o vigas de acero para reducir el uso total de material, a menudo, implica una mayor complejidad y coordinación, y la necesidad de una mayor prefabricación. Sin embargo, en general, el costo de esta oportunidad es inferior al de muchas oportunidades de producción de bajo carbono.⁴² Cuando se trata de eliminar la generación de residuos de la producción y construcción, los avances tecnológicos pueden disminuir drásticamente el costo de la reducción de residuos. Un ejemplo notable son los métodos de fabricación "añadidos", como la impresión en 3D, que casi pueden eliminar la producción de chatarra.

xii Esta curva de costo es orientativa, con muchas incertidumbres, y debe estar acompañada por un análisis más profundo para mejorar las estimaciones.

Para la recirculación de material, el atractivo económico del reciclaje dependerá, en gran medida, del potencial de escala y la capacidad de retener el valor original del material. Será

necesario reducir el costo de la recolección, desarrollar nuevos mercados, crear economías de escala y conservar el valor de los materiales secundarios producidos. En tales circunstancias, el reciclaje de plásticos podría, por ejemplo, llegar a ser rentable y despegar a una mayor escala.

3.4 EL ENFOQUE OFRECE BENEFICIOS EN TODO EL SISTEMA

La implementación de una economía circular también ofrece beneficios adicionales a la sociedad. Más allá de reducir sustancialmente las emisiones de GEI, las estrategias de economía circular también ofrecen oportunidades económicas y una amplia gama de beneficios a la sociedad y el medioambiente. Para las personas, una economía circular podría reducir el costo de acceso a bienes y servicios. La reducción de costos se produce, por ejemplo, al ofrecer nuevos modelos de negocios que favorecen el acceso sobre la propiedad, reemplazando insumos de materiales primarios por materiales secundarios de alta calidad, y aprovechando la tecnología digital para tratar el residuo estructural en las cadenas de suministro. Los costos operativos por vehículo-km se reducen al utilizar mejor los vehículos, mediante opciones prácticas de transporte público, plataformas de uso compartido y al introducir a la flota más vehículos eléctricos y eficientes con respecto a los materiales. Además del ahorro de costos, los beneficios de estas oportunidades son muy amplios. Por ejemplo, los sistemas multimodales compartidos pueden reducir el tiempo de desplazamiento y la congestión. Una economía de uso compartido habilitada por la digitalización podría ofrecer a los habitantes una mayor conectividad y mejor acceso a alimentos, bienes y servicios. En síntesis, una economía circular ofrece la posibilidad de que la actividad económica se desvincule gradualmente del consumo de recursos, mientras proporciona mayor prosperidad y una mejor calidad de vida en los límites planetarios.

Estos beneficios para todo el sistema convierten a la economía circular en un mecanismo de ejecución importante para las metas mundiales. Los 17 ODS tienen un

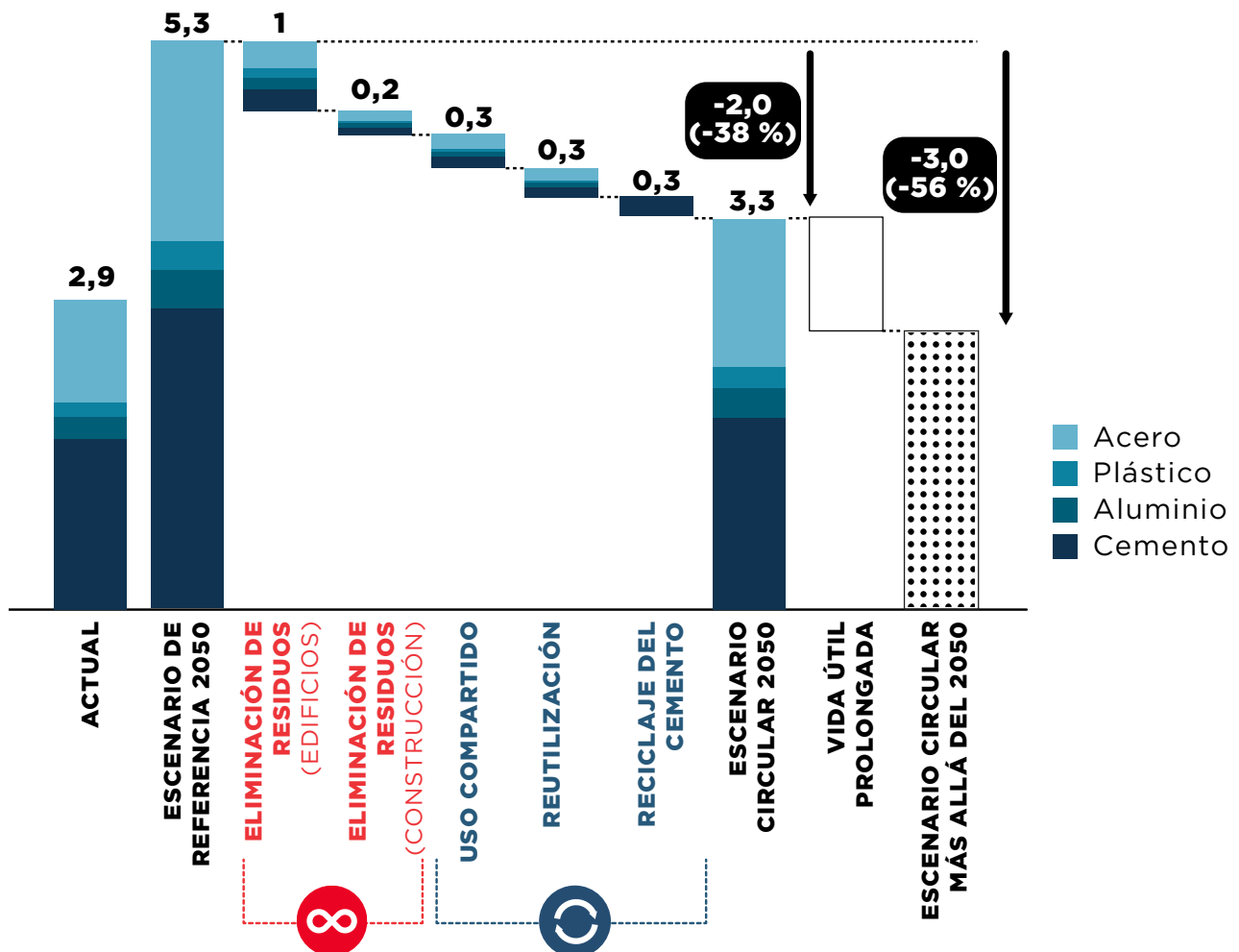
gran alcance y también son interdependientes. Varios organismos han observado que una economía circular es clave para alcanzar el ODS12 (consumo y producción responsables), y que el éxito en esta área será beneficioso para una mayor cantidad de ODS y puede ayudar a mitigar muchas concesiones.⁴³ Esto forma un caso convincente para la economía circular, no solo como una opción a tener en cuenta en la búsqueda por cumplir las metas climáticas, sino como una parte valiosa de la transformación que necesitamos para lograr un futuro próspero y sostenible.

En la próxima sección, dos análisis sobre el entorno construido y la movilidad muestran con más detalles cómo se manifiestan las oportunidades de economía circular modeladas para reducir las emisiones.

Profundización: la oportunidad para el entorno construido

FIGURA 6: UN ESCENARIO CIRCULAR PARA EL ENTORNO CONSTRUIDO PODRÍA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ EN UN 38% EN EL 2050 (O 56% MÁS ALLÁ DEL 2050)

Emisiones de cuatro materiales claves en instalaciones
Billones de toneladas de CO₂ por año, a nivel mundial



Fuente: Adaptado de Material Economics, "The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation" (2018).

El entorno construido utiliza casi la mitad de los materiales extraídos todos los años en el mundo y proyecciones actuales calculan que hasta el 2060, a nivel mundial, se construirá lo equivalente a la ciudad de París cada semana.⁴⁴

Si se mantienen las actuales tendencias en desarrollo urbano, se calcula que el consumo de materiales por parte de las ciudades crecerá de 40 billones de toneladas en el 2010 a aproximadamente 90 billones de toneladas en el 2050, superando lo que el planeta puede proporcionar de manera sostenible.⁴⁵ Además, la tendencia de reducción de la densificación de 2% al año amenaza con aumentar el uso mundial de tierras urbanas en el 2050, lo que pondría en riesgo el suministro de alimentos y la tierra para agricultura.⁴⁶ Con tales tendencias, hasta el 2050, las emisiones de CO₂ de la construcción serán responsables de casi la mitad de las emisiones totales de nuevos edificios, en comparación con el 28% de la actualidad.⁴⁷ Por lo tanto, además de una transición a energía renovable y eficiencia energética, cómo diseñamos, construimos y utilizamos los edificios será de extrema importancia si deseamos cumplir las metas climáticas del futuro.

Un escenario circular para el entorno construido podría reducir las emisiones de CO₂ mundiales de materiales de construcción en un 38% o 2 billones de toneladas de CO₂ en el 2050, debido a una menor demanda por acero, aluminio, cemento y plástico.

El escenario modelado describe un entorno construido que ofrece a los habitantes un mejor acceso a bienes, servicios y vivienda, así como mejor calidad de aire exterior para vivir y trabajar. El sistema integraría edificios duraderos y de uso combinado, diseñados de forma modular y contruidos con materiales reutilizados y no tóxicos. Se utilizarían ampliamente, gracias a espacios de oficina flexibles y compartidos, y residencias modulares, inteligentes y flexibles.

A continuación, se describe cómo las oportunidades de economía circular modeladas en la Figura 6 contribuyen con una reducción sustancial de las emisiones de GEI:^{xiii}

ELIMINAR RESIDUOS DESDE EL DISEÑO

- **Eliminación de los residuos desde el diseño de edificios (1 billón de toneladas de CO₂ por año):** A menudo, los proyectos de construcción utilizan más materiales de los que realmente se necesitan. Por ejemplo, a menudo, es posible lograr la misma resistencia estructural utilizando solo el 50 o 60% de la cantidad de cemento que se utiliza actualmente.⁴⁸ Esto podría alcanzarse al reducir el contenido de cemento en el concreto y al utilizar menos concreto en las estructuras. El diseño de edificios con menos material se puede

fomentar mediante un mejor diseño con menos sobreespecificación y con el uso de materiales de alta resistencia. Por ejemplo, acero de alta resistencia junto con técnicas como el postensado podrían reducir las necesidades de material en un 30%.⁴⁹

- **Eliminación de los residuos en la construcción (200 millones de toneladas de CO₂ por año):**

Hasta un 40% del residuo sólido urbano proviene de la construcción y demolición (RCD) y el 54% del RCD en Europa es de vertederos.⁵⁰ La industrialización de los procesos de construcción, como elementos de construcción prefabricados, construcción externa e impresión 3D, tiene el potencial de reducir la demanda de materiales y la generación de residuos, mientras ofrece hasta un 60% de ahorros de costo en material.⁵¹ Por ejemplo, llevar las actividades de construcción modular a un entorno controlado permite que los fabricantes logren altos estándares de calidad, alta productividad y una mejor reducción de los residuos en general. Esto podría reducir la generación interna de residuos en hasta un 90%, en comparación con la construcción tradicional.⁵²

MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN USO

- **Modelos de negocio de uso compartido (300 millones de toneladas de CO₂ por año):**

Los edificios son frecuentemente subutilizados. En Europa, por ejemplo, el 60% del espacio de oficina no se utiliza, incluso en horario laboral, mientras que, en el Reino Unido, el 49% de las residencias están subocupadas, con al menos dos habitaciones en exceso.⁵³ En la economía circular, los modelos de negocio basados en servicios, como el uso compartido, incrementan el uso de edificios, espacios y componentes de construcción subutilizados. Por ejemplo, en el sector de alquiler entre pares de Londres, una mejor planificación urbana, uso compartido de oficinas, edificios readaptados y edificios multiuso incrementan el valor de nuevos edificios y pueden duplicar el uso de 20% de los edificios de la ciudad hasta el 2036, lo que ahorraría £ 600 millones por año.⁵⁴

- **Extensión del tiempo de vida (1 billón de toneladas de CO₂ por año, más allá del 2050):**

Un edificio construido de forma tradicional tiene una vida útil técnica prevista entre 50 y 100 años, pero generalmente después de 20 o 30 años ya no tiene valor económico.⁵⁵ La demolición es la solución elegida a menudo. En la economía circular, se mantiene el valor económico de un edificio al extender su vida útil "funcional". La larga vida útil de

xiii La lista brinda una selección de soluciones de economía circular que reducen la demanda por materiales. Estas soluciones que reducen la demanda de energía directamente, como al mejorar la eficiencia energética de edificios, no se presentaron debido al alcance del documento.

los edificios se puede fomentar mediante diseños duraderos, flexibles y modulares. Esos enfoques de diseño también garantizan que el edificio se pueda adaptar según las necesidades de los usuarios, así como facilitar el mantenimiento y las renovaciones. El diseño modular generalmente reutiliza el 80% de los componentes exteriores de un edificio, para que pueda durar otros 100 años o más, uniendo modularidad y durabilidad.⁵⁶

● **Reutilización de materiales de construcción (300 millones de toneladas de CO₂ por año):**

Solo el 20% o 30% de RCD se recicla o reutiliza. Esto se debe, generalmente, al diseño deficiente y a la falta de información sobre la composición del material de construcción.⁵⁷ Diseñar los materiales para la reutilización garantiza que se puedan reintroducir a su valor más alto, lo que elimina la necesidad de nueva materia prima. Por ejemplo, en Ámsterdam, mejorar la reutilización de materiales en la construcción de 70.000 nuevos apartamentos antes del 2040 podría permitir ahorrar 500.000 toneladas de materiales.⁵⁸

● **Reciclaje de materiales (300 millones de toneladas de CO₂ por año):**

Escalar el reciclaje de materiales implicará diseñar materiales para el desmontaje y reciclaje de alto valor, a fin de garantizar que se puedan utilizar como insumos de nueva producción cuando lleguen al final de la vida útil. Para el entorno construido, el reciclaje se puede implementar para materiales que provienen de edificios al final de su vida. El uso de materiales reciclados reduce la demanda por materiales vírgenes, mientras el procesamiento de agregados reciclados puede generar entre 40% y 70% menos emisiones de CO₂ en comparación con los agregados vírgenes.⁵⁹ El diseño de materiales reciclables, el incremento de los volúmenes de reciclaje y la mejora de la calidad de los materiales secundarios serán esenciales en ese escenario. Aunque esto ya esté bien consolidado para el acero, se necesita mejorar el reciclaje de cemento y plástico. Particularmente para el plástico, el diseño de materiales reciclables en un sistema en el cual los productos se puedan recolectar, clasificar y reciclar con eficacia y a un alto valor será clave para lograr las aspiraciones establecidas.

OPORTUNIDADES Y BENEFICIOS PARA LAS CIUDADES: PLANIFICACIÓN URBANA

Las ciudades tienen un rol importante al influir en la forma en que se diseñan y utilizan las estructuras de edificios. Ellas ocupan un lugar idóneo para fomentar las oportunidades de economía circular mencionadas anteriormente debido a la alta

concentración de personas, recursos, capital, datos y talento en un territorio geográfico pequeño. Además de los escenarios modelados en este documento, las ciudades ofrecen oportunidades circulares adicionales para reducir las emisiones de GEI en el entorno construido. Por ejemplo, aplicar los principios de economía circular al desarrollo urbano puede hacer que el diseño físico de la ciudad y su infraestructura sea más propicio para la eficaz reutilización, recolección y redistribución de recursos, como el agua, productos orgánicos, productos derivados industriales, elementos de construcción y reciclables domésticos.⁶⁰ Esto es posible al diseñar ciudades compactas con urbanizaciones de usos múltiples,^{xiv} que puedan reducir la expansión urbana. En Europa, por ejemplo, reducir la expansión urbana podría permitir un uso más productivo de los activos y ahorrar hasta 30.000 km² de tierra en el 2050, en comparación con el actual panorama de desarrollo.⁶¹ Como las emisiones de carbono están estrechamente ligadas a la densidad y estructura urbanas, las ciudades compactas pueden contribuir sustancialmente a la reducción de las emisiones de GEI al minimizar la construcción de nuevas carreteras, alcantarillas, tuberías de agua y otras infraestructuras. Las ciudades compactas pueden reducir dos veces o más las emisiones de GEI.⁶² Ciudades como Barcelona y Atlanta, que tienen niveles de ingresos y poblaciones similares, son un ejemplo de cómo distintas densidades urbanas generan distintos niveles de emisiones. La mayor densidad urbana de Barcelona significa que su área de transporte es 26 veces inferior y sus emisiones de CO₂ son 10 veces menores que las de Atlanta.⁶³ La densificación de la ciudad puede ofrecer beneficios sociales adicionales. Se calcula que la densificación de la ciudad puede incrementar la productividad del sistema urbano de cuatro a diez veces. A su vez, podría ayudar a implementar la urbanización de manera a crear riqueza y eliminar la pobreza, mientras se reduce la presión ejercida sobre el planeta.⁶⁴ Es más, las medidas de economía circular que reforestan el entorno construido reducen los niveles de contaminación y hacen que las ciudades sean más saludables y habitables. Por último, las oportunidades que fomentan el mejor uso del espacio urbano, activos y materiales (como los mencionados anteriormente) también brindarían beneficios sociales. Estas estrategias circulares para las ciudades tienen el potencial de reducir el costo social de las emisiones nocivas del material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) un 61%⁶⁵ y reducir los costos domésticos entre 15% y 50% en el 2050,⁶⁶ en comparación con la vía de desarrollo actual.^{xv} Para la ciudad, reducir las “emisiones de GEI generadas por el consumo” mediante una economía circular, que utiliza los edificios existentes de manera más eficaz y evita nuevas construcciones, tiene el potencial de ahorrarle US\$ 11 billones (en una ciudad como Londres).⁶⁷

xiv Urbanizaciones de usos múltiples se refieren a la ubicación conjunta de espacio comercial, residencial y recreativo.

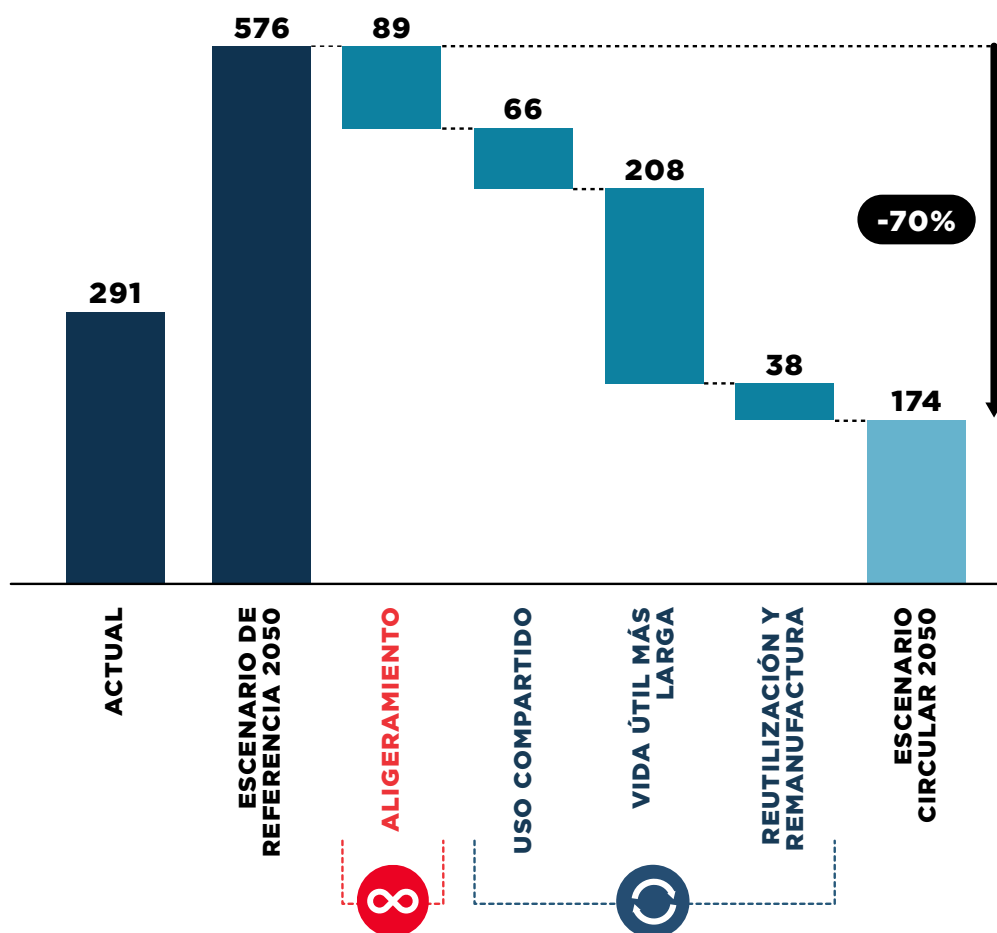
xv Los hallazgos fueron modelados por la Fundación Ellen MacArthur para Europa, India y China. Los informes no solo analizaron oportunidades de la economía circular que reducen la demanda de materiales, sino también consideraron aquellas que reducen directamente la demanda de energía en la etapa de uso, por ejemplo, al mejorar la eficiencia energética en edificios.

Profundización: la oportunidad para la movilidad

FIGURA 7: UN ESCENARIO CIRCULAR PARA AUTOS PARTICULARES PODRÍA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂ EN UN 70% EN EL 2050

Emisiones de todos los materiales utilizados en autos particulares

Millones de toneladas de CO₂ por año, a nivel mundial



Fuente: Material Economics, "The Circular Economy – A Powerful Force for Climate Mitigation" (2018). Agencia Internacional de Energía, "Energy Technology Perspectives - Transport" (2017).

Solo el transporte por carretera aporta un 75% de las emisiones mundiales del sector, al considerar el consumo de energía, y hasta el 2050, la cantidad mundial de autos aumentará más del doble.⁶⁸ Actualmente, predominan las emisiones de la etapa de uso. Sin embargo, con el tiempo, la mayor penetración de vehículos híbridos, híbridos enchufables y eléctricos reducirá las emisiones generadas por el uso de vehículos, aunque las emisiones de la fabricación de autos pudieran aumentar.⁶⁹ Esta última se convertirá en la fuente predominante de emisiones del ciclo de vida para autos nuevos en solo 5 a 10 años.⁷⁰ Con los vehículos eléctricos a la vista, la manera cómo diseñamos, producimos y utilizamos los vehículos será de extrema importancia si deseamos cumplir las metas climáticas del futuro.

Un escenario circular para autos particulares podría reducir las emisiones de CO₂ mundiales en un 70% o 400 millones de toneladas de CO₂ en el 2050. El escenario modelado describe un sistema de movilidad multimodal compartido, en el que se ofrecen distintos modos de transporte que pueden ser compartidos, electrificados, autónomos e interconectados. En ese escenario, los autos particulares se compartirían cada vez más como un servicio y se diseñarían para la durabilidad y reutilización. Combinados, estos cambios significarían menos autos y mejor utilizados con resultados positivos adicionales, como menos congestión, menos costos de mantenimiento, menos inversión y tierra comprometidas a estacionamientos y carreteras, y menos contaminación del aire. En este sistema, el costo promedio por pasajero/km se podría reducir un 77% hasta el 2050.⁷¹

A continuación, se describe cómo las oportunidades de economía circular modeladas en la Figura 7 contribuyen con una reducción sustancial de las emisiones de GEI.^{xvi}

ELIMINAR RESIDUOS DESDE EL DISEÑO

- **Diseñar para vehículos ligeros (89 Mt CO₂ por año):** Las actuales tendencias muestran que el peso total de los vehículos ha aumentado a lo largo de los años, a pesar de los esfuerzos de reducir el peso para disminuir el consumo de combustible.⁷² La innovación material en esta área puede ayudar a descubrir materiales que tengan el mismo rendimiento, si no mejor, pero en menores cantidades. Rasa, de Riversimple, es un auto alimentado por una celda de combustible de hidrógeno, con un

chasis hecho de compuestos de fibra muy ligeros: pesa menos de 40 kg.^{73,xvii} La menor demanda de material no solo significa una reducción de las emisiones de GEI, sino que el propio material innovador ofrece una mejor aerodinámica y una vida útil mucho más extensa.

MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN USO

- **Modelos de negocio de uso compartido (66 Mt CO₂ por año):** El sistema de movilidad actual no se utiliza de la mejor manera y produce una gran cantidad de residuos estructurales. Por ejemplo, en promedio, los autos europeos quedan estacionados un 92% del tiempo.⁷⁴ Los servicios de uso compartido públicos y privados pueden enfrentar este desafío al incrementar el uso de vehículos, mientras ofrecen un acceso práctico a distintas formas de transporte. El alto tránsito ferroviario, como en metros y subterráneos, produce un 76% menos emisiones de CO₂ por pasajero/km que el vehículo promedio de ocupación individual.⁷⁵ Mientras más pasajeros utilicen tren, autobús o auto, se necesitarán menos vehículos en las carreteras y se reducirán las emisiones por pasajero/km.
- **Diseñar para la durabilidad (208 Mt CO₂ por año):** Mientras obtengan ganancias al vender vehículos, las empresas tendrán pocos motivos para diseñar vehículos con una mayor durabilidad. Sin embargo, el diseño para la durabilidad es especialmente ventajoso para los modelos de negocio basados en servicios, en los que el costo de mantenimiento recae en la empresa y no en el cliente. En tales casos, diseñar vehículos que sean modulares y se puedan mantener y reparar fácilmente ayuda a conservar su valor. Ese diseño facilita el reemplazo directo de componentes individuales dañados u obsoletos y permite que las flotas duren hasta 10 veces más.⁷⁶ Esto puede maximizar la rentabilidad de las empresas que alquilan u ofrecen vehículos como servicio al extender el uso de sus activos.

- **Diseñar para la reutilización y remanufactura (38 Mt CO₂ por año):** Actualmente, los vehículos no se diseñan ni manejan para la reutilización. Esto significa que, al final de la vida útil, materiales y componentes valiosos se desechan, cuando se podrían aprovechar de mejor manera. En una economía circular, los vehículos diseñados para la modularidad, reutilización y remanufactura pueden ayudar a extender la vida útil de los activos.

xvi La lista ofrece una selección de soluciones de economía circular que reducen la demanda de materiales. Estas soluciones que reducen la demanda de energía no se presentaron debido al alcance del documento. Incluyen, entre otras, eficiencia energética y el incremento de formas de propulsión con cero emisiones, como vehículos eléctricos y a hidrógeno.

xvii Los compuestos reforzados de fibra, a diferencia de otros compuestos, se pueden reciclar hasta 20 veces, lo que permite que el residuo de CRF se reutilice una y otra vez. Suvarnaraju, B. y Subrahmanyam, A., Comparison of mechanical properties on composite fiber material prepared by hand lay up method and fiber reinforced plastic method (2016)

Tales medidas incrementan el valor de los componentes, así como evitan la producción de nuevos, por lo tanto, ahorran materia prima y emisiones de GEI. Otros beneficios incluyen evitar la depreciación y obsolescencia de los vehículos, facilitar el mantenimiento y respaldar la localización de la producción, lo que, a su vez, puede reducir la cadena de suministro. Renault ha aplicado tales medidas y logró reutilizar el 43% de las carcasas de sus vehículos.⁷⁷ Michelin ha demostrado que el 85% de los neumáticos desgastados se pueden reutilizar y evitar un estimado de 60 kg de emisiones de CO₂ cada vez que se recauchuta un neumático.⁷⁸ Con respecto a los motores de automoción remanufacturados, se emite un promedio de 73% a 87% menos de CO₂, en comparación con los procesos de fabricación tradicionales de motores nuevos.⁷⁹

- **Recirculación de materiales:**^{xviii} Cuando la mayoría de los vehículos alcanza el final de la vida útil, ellos son desechados. En Europa, por ejemplo, vehículos en el final de la vida útil representan entre 8 y 9 millones de toneladas de residuos todos los años.⁸⁰ Sin embargo, el reciclaje es cada vez más común. La Directiva Europea relativa a los vehículos al final de su vida útil ya definió una meta de 95% de reciclabilidad por vehículo, al año.⁸¹ El desafío es que los actuales procesos de reciclaje generen una importante degradación de material y valor. No obstante, Renault ha demostrado que es posible lograr altos niveles de reciclabilidad al diseñar 85% de los modelos/vehículos para que sean reciclables. Aunque sea el caso, el 48% de las carcasas de hecho son recicladas de la producción de nuevas piezas, mientras que se da un mejor uso al resto al reutilizarse (43%) o valorizarse (9%).⁸² Combinadas, estas medidas pueden reducir en un 80% la demanda de energía.

OPORTUNIDADES Y BENEFICIOS PARA LAS CIUDADES: UN SISTEMA DE MOVILIDAD MULTIMODAL

Las ciudades tienen un rol importante al influir en la forma en que los habitantes se desplazan y cómo este desplazamiento afecta su salud y forma de vida. La densidad urbana y los patrones de uso de la tierra determinan en gran medida los

hábitos de transporte. Las ciudades compactas, orientadas al tránsito y densas con barrios de uso combinado, crean condiciones favorables para la movilidad compartida (por ejemplo, autobuses, tranvías y viajes compartidos) y opciones activas de movilidad (por ejemplo, caminar y bicicleta). Para determinadas economías, como Europa, un escenario de movilidad multimodal compartida podría conllevar a un sector de movilidad casi completamente descarbonizado, es decir, electrificado y alimentado por energía renovable. Probablemente, aún restarán algunas emisiones menores en la etapa de producción, pero ellas se reducirían al ampliar la vida útil del vehículo promedio y reutilizar componentes y materiales. Esto podría reducir un 95% la extracción de materia virgen para alcanzar un sistema casi totalmente circular.⁸³ Tal escenario mejoraría considerablemente el bienestar y calidad de vida de los habitantes. Menos autos y menos tránsito reducirían los accidentes y propiciarían más actividades en las calles, lo que puede fortalecer la convivencia social y las economías locales. Un sistema multimodal compartido también facilitaría el acceso a servicios y empleos, y reduciría el tiempo de desplazamiento, especialmente cuando respaldado por plataformas digitales e inteligencia artificial. Tal sistema puede tener un papel importante en la ampliación de las oportunidades relacionadas con el acceso, conectividad, ahorro de recursos, menor congestión y contaminación. Por ejemplo, un estudio de la OCDE calculó que al integrar vehículos autónomos con el transporte público, nueve de diez autos en las ciudades europeas, en teoría, se podrían eliminar. Además, esto podría conllevar a la liberación de una cantidad importante de espacio de estacionamiento.⁸⁴ Por ejemplo, reducir la propiedad de vehículos en las ciudades del grupo C40, podría llevar a la liberación de 170 millones m² de espacio de estacionamiento en calles para el dominio público, lo que proveería suficiente espacio para 2,5 millones de árboles y 25.000 km de camino para bicicletas.⁸⁵ Este sistema de movilidad circular tiene el potencial de ofrecer beneficios sociales adicionales, como la reducción de un 50% a 60% de los costos de congestión y la reducción de un 20% a 30% de los costos sociales de las emisiones nocivas (PM_{2.5} y contaminantes de óxido de nitrógeno), en comparación con la actual vía de desarrollo.^{xix,86}

xviii El reciclaje no se ha modelado, ya que el tema central de esta profundización es a nivel de "producto" (autos). Sin embargo, el reciclaje de materiales se aborda en la Figura 4.

xix La Fundación Ellen MacArthur Foundation ha modelado los hallazgos para Europa, India y China. Los informes no solo analizaron oportunidades de la economía circular que reducen la demanda de materiales, sino que también consideraron aquellas que reducen directamente la demanda de energía, por ejemplo, el aumento de las formas de propulsión con cero emisiones, como los vehículos eléctricos y a hidrógeno.



4

La oportunidad de economía circular para el sistema alimentario

Emplear los principios de economía circular para reducir las emisiones generadas por el sistema alimentario es esencial para abordar el cambio climático y podría cosechar una gama de beneficios adicionales al sistema. Una economía circular aplicada a la forma en la que producimos y gestionamos los recursos alimenticios podría reducir las emisiones en un 49% o 5,6 billones de toneladas de CO₂e, lo que reduciría casi a la mitad las emisiones de este sector en el 2050. Esta oportunidad es impulsada por medidas que eliminan el residuo desde el diseño y mantienen los materiales en uso, junto con la expansión de prácticas de agricultura regenerativa.

El sector AFOLU es responsable del 24 % de las emisiones de GHG generales. Las emisiones de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) provienen de la deforestación y actividades agrícolas relacionadas con la ganadería,

gestión del suelo y nutrientes, procedentes de la producción de alimentos, fibras, combustible y la forma como manejamos la tierra. La producción de alimentos es un componente importante de AFOLU, pero solo un elemento de un sistema alimentario más amplio que conecta todas las actividades relacionadas con los alimentos que consumimos (cultivo, cosecha, procesamiento, envasado, transporte, marketing, consumo y eliminación de alimentos y elementos relacionados).⁸⁷ El cálculo de las emisiones del sistema alimentario es aún más complejo porque la materia viva y los suelos son parte integrante del ciclo de carbono planetario, emiten y fijan carbono. Para calcular la base de referencia de este documento, el sistema alimentario se define como compuesto por la producción de alimentos, logística (transporte, almacenamiento y procesamiento) y emisiones directas del residuo alimenticio.^{xx}

Se espera que las emisiones totales del sistema

xx Otras fuentes de emisiones del sistema alimentario que no se presentaron en este documento incluyen cambio en el uso de la tierra; uso de la energía en equipo agrícola y producción de fertilizante; emisiones de plantas de tratamiento de aguas residuales; y las provenientes de la deforestación y uso de la tierra.

alimentario aumenten más de un tercio, de 8,4 billones de toneladas de CO₂e a 11,4 billones de toneladas de CO₂e en el 2050.

Más del 60% de ese total se relaciona con la producción de alimentos, proveniente de una cantidad de distintas fuentes. Por ejemplo, la producción de carne genera enormes cantidades de metano mediante la fermentación entérica (eructos de la vaca) y mala gestión de los depósitos de estiércol. El cultivo de arroz puede producir metano debido a las condiciones anaerobias encontradas en arrozales permanentemente sumergidos, al punto en que el cultivo de arroz a nivel mundial es responsable del 10% de las emisiones de la producción de alimentos.⁸⁸ La labranza en exceso que expone la materia orgánica del suelo al aire libera a la atmósfera carbono fijado al suelo. El uso excesivo de fertilizantes libera óxido nitroso, un GEI potente con un alto potencial de calentamiento global, así como emisiones asociadas con la producción de químicos agrícolas, como el amoníaco.^{xxi}

Aparte de la producción, una alta proporción de emisiones del sistema alimentario está relacionada con el uso de energía, junto con la cadena logística de alimentos, como en el procesamiento, transporte y refrigeración. Los residuos alimenticios también generan emisiones, directas (durante la descomposición) e indirectas (asociadas con el procesamiento, transporte, almacenamiento y sobreproducción). El volumen de alimentos desechados a lo largo de la cadena de suministro suma un 30% de la producción total, lo que hace del residuo alimenticio un importante factor en las emisiones del sistema alimentario.⁸⁹

Una economía circular podría reducir las emisiones al capturar el carbono en el suelo y minimizar las emisiones de carbono en la cadena de suministro, eliminando los residuos desde el diseño, manteniendo los materiales en uso y regenerando los sistemas naturales.

Reducir el residuo alimenticio y valorizar los flujos de residuo orgánico de nuestras ciudades puede impulsar una bioeconomía baja en carbono, así como ayudar a mejorar la fertilidad del suelo. Al adoptar prácticas regenerativas, los productores pueden ir un paso más allá y pasar de reducir el carbono a capturarlo. De esta manera, el suelo y las plantas que utilizamos para alimentar a una población en crecimiento se pueden transformar en una gran herramienta para enfrentar la crisis climática. La empresa de tecnología Indigo Ag calculó recientemente el enorme potencial de captura de carbono mediante métodos agrícolas mejorados. Según sus estimaciones, si toda la materia orgánica de las tierras cultivables del mundo aumentara del promedio actual de 1% a un nivel preindustrial de aproximadamente 3%, el efecto sería absorber 1 billón de toneladas (1 teratón) de carbono, lo equivalente a todas las emisiones industriales producidas desde la Revolución Industrial.⁹⁰ Ningún otro sector económico tiene este potencial revolucionario para absorber tanto carbono atmosférico.

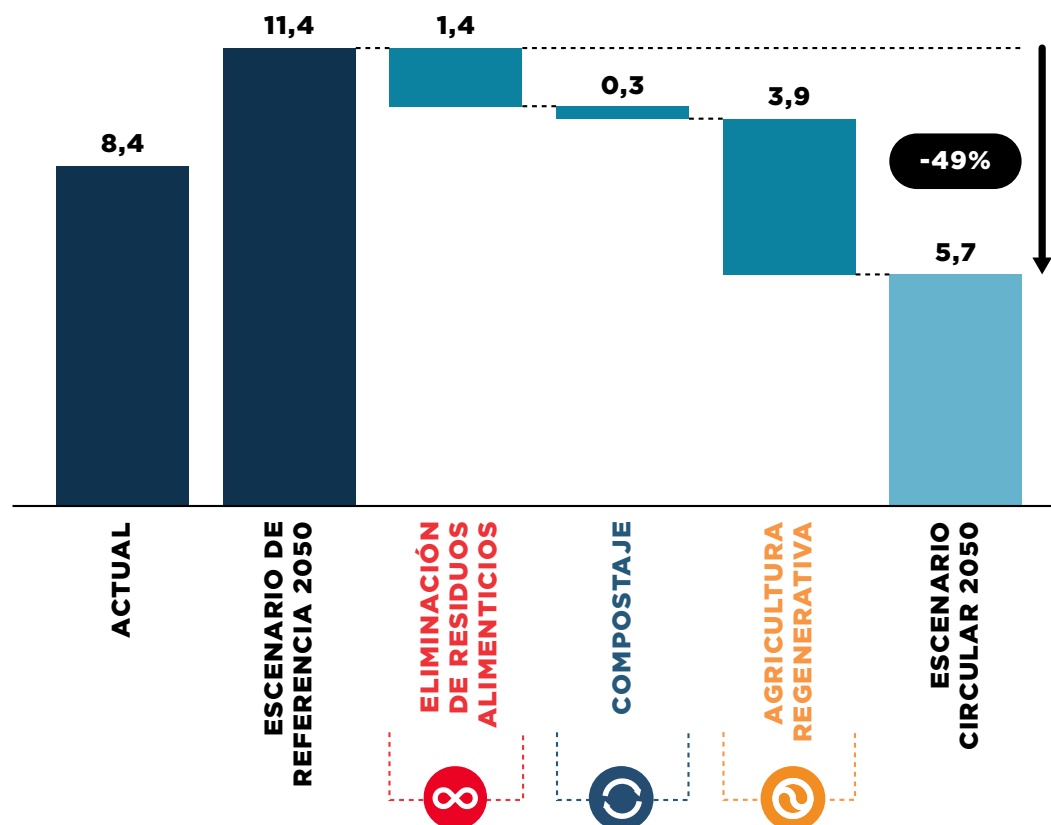
xxi Según el IRP (2016), la eficiencia de nutrientes promedio global para el nitrógeno y fósforo es solo de un 20%.

4.1 ESTRATEGIAS DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA REDUCIR LAS EMISIONES EN EL SISTEMA ALIMENTARIO

Las estrategias de economía circular podrían reducir las emisiones en 5,6 billones de toneladas de CO₂e, lo que corresponde a una reducción del 49% en las emisiones totales previstas del sistema alimentario en el 2050. Lograr esto significa cambiar a sistemas agrícolas que mejoren la naturaleza y hacer un uso más eficaz de los alimentos producidos. Estas estrategias son respaldadas por tres principios centrales de la economía circular:

FIGURA 8: UN ESCENARIO CIRCULAR PARA ALIMENTOS PODRÍA REDUCIR LAS EMISIONES DE CO₂e ANUALES EN UN 49% EN EL 2050

Emisiones del sistema alimentario mundial
Billones de toneladas de CO₂ e por año



Fuente: Adaptado de "Cities and Circular Economy for Food" (2019) de la Fundación Ellen MacArthur

ELIMINAR RESIDUOS DESDE EL DISEÑO

En el mundo, cada segundo se desechan aproximadamente seis camiones de basura de alimentos comestibles, la mayoría termina en basureros o vertederos y libera metano a medida que se descompone. La prevención del residuo alimenticio se ha convertido en un importante tema mundial, formalizado en el ODS 12.3 de la ONU, que establece la aspiración de reducir a la mitad el residuo alimenticio per cápita y las pérdidas mundiales hasta el 2030. Hay muchos mecanismos distintos que se pueden implementar para alcanzar esta meta, como se detalla a continuación.

Chefs, desarrolladores de productos y otros diseñadores de alimentos también pueden contribuir en la eliminación de las emisiones desde el diseño, como al seleccionar y usar ingredientes que generen menos emisiones de carbono en la producción. Un ejemplo es el uso de más ingredientes de origen vegetal, asociados generalmente con menos emisiones de producción.⁹¹

Para este documento, solo se presentan los beneficios de las emisiones generadas por la reducción del residuo alimenticio:

- **Reducción del residuo alimenticio (1,4 billones de toneladas de CO₂e por año):** Los actores de la cadena de valor alimenticia, especialmente aquellos ubicados en ciudades, pueden realizar una gama de intervenciones de prevención del residuo alimenticio. Por ejemplo, los minoristas pueden contribuir al combinar mejor el suministro con la demanda oscilante de distintos tipos de alimentos, ofrecer descuentos de productos próximos a su fecha de vencimiento y utilizar productos que ya superaron el periodo de validez en restaurantes de la tienda. Empresas innovadoras pueden desarrollar nuevos modelos de negocio: por ejemplo, MIWA ofrece un servicio en línea para que los clientes compren la cantidad exacta de alimento en empaques reutilizables, lo que les permite a los clientes de República Checa evitar los residuos alimenticios. Las marcas de alimentos pueden utilizar frutas y verduras “feas” como ingredientes para productos alimenticios, como comida para bebé y cremas untables, mientras se aseguran de que las fechas de vencimiento reflejen la verdadera vida útil del producto. La tecnología digital e iniciativas de políticas públicas de apoyo pueden tener un rol importante al asegurar que cualquier excedente de alimento comestible se redistribuya para el consumo humano, lo que ayuda a desviar los residuos alimenticios del vertedero y proporciona nutrición de alta calidad a barrios con inseguridad alimentaria. Las iniciativas de redistribución ya son promovidas por organizaciones

como Feedback (Reino Unido) y Food Shift (EE. UU.), habilitadas por plataformas digitales como “Too Good to Go” de Dinamarca.

Ampliar este tipo de intervenciones, combinadas con medidas importantes para alentar el cambio de comportamiento, puede contribuir con la reducción de un 50% del residuo de alimentos comestibles en el 2030, con una posible reducción de las emisiones anuales en toda la cadena de valor alimenticia de 1,4 billones de toneladas/CO₂e.

MANTENER PRODUCTOS Y MATERIALES EN USO

Sin embargo, aunque se gestionen bien los recursos alimenticios, siempre se generará un excedente de material orgánico a través de productos agrícolas derivados, restos de preparación de alimentos (cáscaras, huesos, granos usados, etc.), la gestión del paisaje urbano (“residuo verde”) y el flujo de alcantarillados municipales. Las ciudades del mundo, los mayores centros de consumo de alimentos, son las principales productoras de estos materiales. Todos los años, las ciudades generan más de 600 millones de toneladas de residuos orgánicos,⁹² y solo el 2% de esto vuelve al uso productivo.⁹³ En una economía circular, estos materiales orgánicos no se consideran residuo, sino materia prima de otras partes de la economía: se transforman desde un flujo de residuos costoso a nuevas formas de valor potencial. Si los flujos de residuos son relativamente puros, los materiales se pueden utilizar para producir productos de alto valor, como tela para ropas (por ejemplo, Orange Fiber, DueDiLatte), material estructural para empaques y mobiliario (por ejemplo, Ecovative, RiceHouse) o nuevos productos alimenticios innovadores (por ejemplo, Canvas Drinks, Planetarians).

Para flujos de residuos mezclados, se puede utilizar el ciclo de nutrientes, al fabricar productos que mejoren el suelo y que puedan respaldar la producción de alimentos regenerativa, especialmente en áreas periurbanas. Si hay disponible suficientes cantidades de materia prima e infraestructura adecuada, esto se puede implementar con la recuperación de energía mediante la digestión anaerobia u otros medios. El ciclo de nutrientes puede tener un impacto especial cuando aplicado al diseño y a la operación de plantas de tratamiento de aguas residuales que emiten carbono (PTAR). En Europa, estas consumen el 1% de la producción nacional de electricidad. En países en desarrollo, se calcula que la demanda de energía de las PTAR aumentará un 20% en los próximos 15 años.⁹⁴ Una cantidad de empresas de servicios públicos progresistas han demostrado que las PTAR se pueden operar como productoras netas de energía. Por ejemplo, las PTAR de Aarhus y Odense, en Dinamarca, han demostrado positividad

energética mayor al 200% al recuperar el biogás mediante la digestión anaerobia del lodo.⁹⁵ Así se obtienen más beneficios de carbono, ya que los restos biosólidos ricos en nutrientes de este proceso se pueden esparcir por los campos de productores locales.

Para este documento, creamos el modelo de la reducción de emisiones asociadas con el ciclo de nutrientes de productos derivados de alimentos y residuos verdes, sin recuperación de energía:

- **Compostaje de productos derivados y residuos verdes (300 millones de toneladas de CO₂e):** El compostaje es, principalmente, un proceso anaerobio que genera CO₂, que tiene un potencial de calentamiento global muy inferior al metano. Además del carbono, el abono tiene otros nutrientes que pueden alimentar y fortalecer los suelos, por lo tanto, utilizar abono en el cultivo de alimentos puede significar que se requieran menos fertilizantes químicos y menos riego. En consecuencia, esto reduce las emisiones en sectores como la minería (extracción mineral), industria (producción de amoníaco) y energía (potencia de bombeo para el riego). Para este documento, modelamos el potencial de reducción de emisiones como 0,3 Gt CO₂e por año en el 2050, en función del alto potencial de recuperación de material orgánico (>70%) demostrado por ciudades como San Francisco.

REGENERAR SISTEMAS NATURALES

La agricultura regenerativa representa la mayor oportunidad para transformar al sistema alimentario de un gran factor del cambio climático a un actor importante en la solución. La definición amplia de agricultura regenerativa es cultivar alimentos de formas que mejoren la salud del suelo, la biodiversidad agrícola y los ecosistemas locales. Cómo se hace esto en la práctica depende del contexto, la escala y otros factores. Sin embargo, todos los enfoques comparten una mentalidad que ve la granja como parte de un ecosistema de apoyo mutuo más amplio, así como la importancia vital de desarrollar contenido orgánico del suelo. El efecto del último es mejorar la estructura física del suelo y nutrir microbios beneficiosos, lo que genera una cascada de beneficios para el sistema: no solo la captura de carbono, sino también una mejor retención del agua y menor dependencia en fertilizantes sintéticos. Para nuestro análisis, basado considerablemente en los datos de Project Drawdown (una iniciativa continua que ha identificado las 80 intervenciones más poderosas para combatir el calentamiento global), las tierras cultivables del mundo se dividen en dos tipos amplios: pastizal (3,3 billones de hectáreas) y campo de cultivo (1,5 billones de hectáreas).⁹⁶ La captura del carbono es posible en estos dos tipos de tierra,

pero las prácticas específicas que se pueden implementar dependen del clima, tipo de suelo, inclinación y otros factores.

En los pastizales, el principal impulsor es desarrollar niveles de materia orgánica en la tierra utilizando ganado y el crecimiento de las plantas. Las formas claves de lograr esto es mediante el pastoreo controlado (modelado en este documento, ver a continuación) u otros métodos, como la silvopastura, que integra cultivos arbóreos con áreas de pasto. Para los campos de cultivo, los beneficios de carbono se logran mediante la reducción de la alteración del suelo y la reducción, o incluso eliminación, de insumos sintéticos. Los campos de cultivo también pueden capturar carbono en la masa radicular de cultivos perennes o mediante la aplicación en el suelo de fertilizantes orgánicos, biosólidos u otros residuos verdes. La agricultura regenerativa en campos de cultivo abarca una amplia gama de enfoques, como la agricultura de conservación, agroecología, permacultura, agricultura natural sin carbono, agrosilvicultura en múltiples estratos y otros. Para este documento, modelamos los beneficios del carbono utilizando un término de categoría amplio que abarca una variedad de estos enfoques.

- **Pastoreo controlado (1,4 millones de toneladas de CO₂e por año):** Este enfoque utiliza ganado como herramienta para desarrollar la fertilidad del suelo, al controlar cuidadosamente el tiempo de pastoreo y descanso del pastizal. Si se gestiona bien, el resultado es una mejor salud del suelo, captura de carbono, más retención de agua y más cosechas de forraje. El enfoque supone una cantidad distinta de técnicas de pastoreo, como la optimización de la densidad de ganado, el uso de una mayor variedad de especies de pasto y rotaciones periódicas de animales entre pasto y potreros. Aproximadamente el 40% de las 3,3 billones de hectáreas de pastizales del mundo podría, teóricamente, utilizar estas técnicas.⁹⁷ Actualmente, las tierras de pastizales subgestionadas alcanzan las 80 millones de hectáreas. Emplear una tasa de adopción conservadora de aproximadamente la mitad de esta tierra restante genera un beneficio de carbono anual de 1,4 billón de toneladas de CO₂e en el 2050. Este cálculo representa la captura neta de carbono frente a las emisiones relacionadas con la fermentación entérica y degradación de depósitos de estiércol.
- **Campos de cultivo regenerativos (2,5 billones de toneladas de CO₂e por año):** Este término se refiere a un conjunto de técnicas en tierras cultivables que reducen las emisiones de GEI asociadas con distintos tipos de cultivo, así como el aumento de la captura de carbono en el suelo. Los enfoques de campos de cultivo regenerativos utilizan una variedad de métodos distintos, incluida la reducción de la

alteración del suelo (sin labranza), el uso de cultivos de cobertura, cultivos intercalados y el uso de fertilizantes orgánicos. Estos abordan el cambio climático de diferentes maneras, al capturar carbono en raíces y microbios, evitar la pérdida de carbono del suelo mediante poca o ninguna labranza y reducir la necesidad de insumos ricos en carbono, como maquinaria agrícola, bombeo de agua e insumos sintéticos. La cantidad total de campos de cultivos propicios para la agricultura regenerativa es de aproximadamente 800 millones de hectáreas,⁹⁸ de estos, unas 40 millones de hectáreas ya se cultivan de esta manera. Suponiendo que el 80% de la tierra restante adopta la agricultura regenerativa, esto podría generar un beneficio de carbono anual de 2,5 billones de toneladas de CO₂e.

4.2 SE NECESITARÁN INTERVENCIONES ADICIONALES PARA REDUCIR AÚN MÁS LAS EMISIONES DEL SISTEMA ALIMENTARIO

La adopción de las estrategias de economía circular anteriores podría reducir las emisiones totales del sistema alimentario en un 49%. Para alcanzar la reducción restante, se necesitarán otras intervenciones, como más mejoras en los métodos agrícolas, además de aquellos expuestos en este documento, el desarrollo continuo y ampliación de nuevas tecnologías y medidas para alentar el cambio de comportamiento.

Las nuevas tecnologías abarcan una amplia gama de intervenciones prometedoras, como la agricultura de precisión y ampliación del uso de inhibidores de metano en el alimento para el ganado. Las técnicas de agricultura de precisión facilitan la reducción de los insumos agrícolas (semillas, agua o químicos) necesarios para cada unidad de producción vegetal. La aplicación más importante de esta tecnología, con respecto al cambio climático, es abordar el uso excesivo de fertilizantes. En el 2010, el uso excesivo de fertilizantes fue responsable del 19% de las emisiones de la producción agrícola.⁹⁹ El uso excesivo de fertilizantes de nitrógeno es especialmente nocivo, ya que, cuando se aplica en el suelo, libera óxido nitroso (uno de los GEI más potentes) y estas emisiones aumentan exponencialmente con cada kilo de exceso de fertilizante.¹⁰⁰ La reducción del fertilizante también puede conllevar a una reducción de las emisiones industriales asociadas con su producción.

Los inhibidores de metano son suplementos originados de fuentes naturales (algas, taninos, aceites) o químicos sintéticos y se ha demostrado que, cuando mezclados al alimento, reducen la fermentación entérica en hasta un 30% en el ganado rumiante.¹⁰¹ La fermentación entérica es la principal fuente de GEI de la agricultura, así que hay una necesidad apremiante por encontrar formas de hacer que las vacas produzcan menos

gases o identificar razas bovinas que naturalmente produzcan menos metano después de alimentarse.

En el espacio de tecnología digital, la inteligencia artificial (IA), Internet de las cosas (IoT), edición de genes con algoritmos y otras tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial¹⁰² también podrían tener un papel al abordar las emisiones del sistema alimentario. Las intervenciones incluyen sistemas simples de recopilación de datos, como balanzas de cocina para residuos alimenticios habilitadas por IA que recopilan automáticamente datos del residuo alimenticio, lo que permite que el sector de adquisiciones de alimentos del hotel o restaurante tome mejores decisiones. El uso de la IA podría extenderse a aplicaciones más avanzadas, por ejemplo, al ayudar a identificar más usos para materia prima de origen biológico renovable que se agrega al diseño de nuevos tipos de productos alimenticios, con menor energía incorporada. NotCo, una start-up de Chile, es ejemplo del potencial de este enfoque: la plataforma de IA de la empresa analiza los alimentos a nivel molecular y produce diseños para productos alimenticios con menos carbono, pero con texturas y sabores similares.

Mejores técnicas agrícolas también ofrecen una amplia gama de soluciones para la reducción de las emisiones. El drenaje a mitad de temporada de los arrozales puede cambiar las condiciones de crecimiento del arroz, de anaerobias a aerobias, lo que reduce considerablemente la producción de metano asociado al cultivo de arroz global. Una mejor gestión del estiércol aborda las considerables emisiones de metano y óxido nitroso generadas por las descomposición de la orina y heces animales. Las técnicas empleadas varían según el contexto, pero la mayoría apunta a la recolección del biogás mediante la digestión anaerobia y el uso de biosólidos para mejorar la fertilidad del suelo. PrairieFood ha desarrollado una tecnología prometedora: un proceso para convertir el estiércol y los residuos alimenticios en biocarbón (carbón producido por materia vegetal). Cuando se mezcla con la capa superficial, el biocarbón captura el carbono, mejora el ciclo de nutrientes y la estructura del suelo.

El cambio de comportamiento se refiere, principalmente, al cambio de dieta y a la reducción del consumo excesivo. También es un factor clave al promover la reducción de residuos alimenticios en personas, instituciones, empresas y hogares. Se reconoce ampliamente que el cambio de comportamiento es crucial para la reducción de emisiones,¹⁰³ pero también es especialmente desafiante, ya que estos comportamientos, a menudo, están profundamente entrelazados con problemas sociales y culturales, lo que exige programas educativos y campañas de salud pública con resultados que se verán a largo plazo. Dicho esto, los “diseñadores de alimentos” circulares pueden tener el papel de influir en el cambio de comportamiento, al ofrecer una mayor variedad de comidas y productos que incorporan menos emisiones de carbono en su producción.

4.3 EL ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR ES RENTABLE

Se calcula que los beneficios económicos obtenidos por la implementación de las estrategias circulares descritas anteriormente alcanzarán los US\$ 700 billones por año en el 2050.¹⁰⁴ La oportunidad económica directa incluye la valorización de materiales orgánicos y la recuperación de nitrógeno y fósforo por un valor de US\$ 26 billones que, de otra forma, se perderían. El grueso de la oportunidad reside en eliminar los residuos desde el diseño, lo que puede garantizar que no se pierdan los alimentos consumibles excedentes y el importante valor de mercado que representan. Mediante iniciativas de redistribución de alimentos consumibles, las ciudades pueden evitar que alimentos valiosos terminen en vertederos y contribuir a la reducción de costos en programas de seguridad alimentaria urbana.

Se podrían obtener numerosos beneficios económicos con la aplicación del pensamiento circular en el sistema alimentario. Las balanzas inteligentes de Winnow, que generan análisis periódicos sobre el residuo de la cocina, pueden reducir entre 2% y 8% los costos de alimentos en empresas de catering.¹⁰⁵ La agricultura regenerativa puede ahorrar dinero al reducir los requisitos de insumos agrícolas. En Indiana, el productor Rodney Rulon gasta alrededor de US\$ 100.000 en semillas de cultivo de cobertura en su granja cultivable de 6.200 acres, lo que le permite ahorrar US\$ 57.000 en fertilizantes y aumentar las ganancias en US\$ 107.000.¹⁰⁶ En el norte de India, más de 160.000 productores practican la agricultura natural sin carbono, un enfoque que transforma los productos agrícolas derivados en un inoculante para la activación del suelo y protección de las semillas. Como resultado, los productores evitan pedir préstamos para comprar insumos sintéticos caros y, así, reducen la exposición crediticia y aumentan la seguridad alimentaria y la ganancia.¹⁰⁷ En Italia, las ciudades obtienen los beneficios de una recolección de residuos orgánicos más eficaz. En Parma, al cambiar de una recolección a orillas de la carretera a una puerta a puerta, se redujeron los costos anuales en tratamiento de residuos orgánicos en 450.000 (US\$ 510.000).¹⁰⁸

4.4 EL ENFOQUE OFRECE BENEFICIOS EN TODO EL SISTEMA

Un sistema alimentario circular puede ayudar a mantenernos dentro de los límites planetarios y cumplir los ODS de la ONU. En un contexto global, hay una gran posibilidad de que un

sistema alimentario más circular tenga un impacto positivo en muchos de los “límites planetarios”. Este concepto, desarrollado por el Centro de Resiliencia de Estocolmo, se refiere a los nueve procesos del sistema terrestre más críticos amenazados por la reciente Gran Aceleración^{xxii} en la actividad industrial humana. En especial, la producción de alimentos regenerativa y el mejor ciclo de nutrientes podrían impactar de manera positiva la escorrentía de nitrógeno y fósforo y la conservación de la diversidad genética, los dos límites que se exceden en mayor grado. Los otros beneficios medioambientales incluyen impactos positivos considerables en la biodiversidad, menor degradación del suelo y la conservación del agua dulce. Yendo más allá del medioambiente para incluir beneficios sociales más amplios, un informe del 2016 de IRP provee evidencia sólida acerca de que un sistema alimentario “inteligente con respecto a los recursos” es “imprescindible para lograr al menos 12 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”.¹⁰⁹

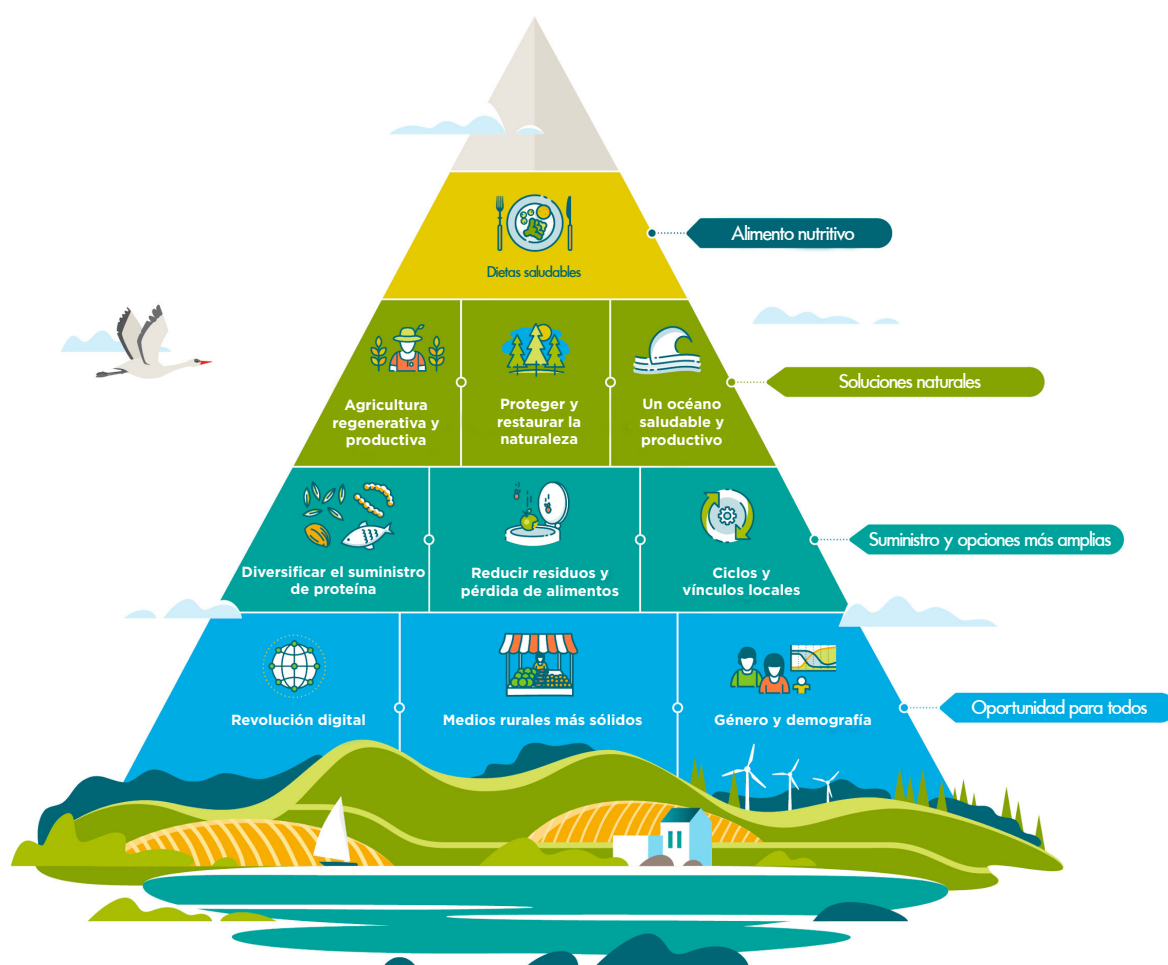
Un sistema alimentario más circular también ofrece importantes beneficios para la salud.

La reducción de la exposición a pesticidas es el más importante de estos beneficios, con ahorros anuales de US\$ 500 billones en costos de salud por enfermedades relacionadas con pesticidas previstas para el 2050. Otro importante posible beneficio para la salud es una reducción en la resistencia antimicrobiana, vista por los científicos como una amenaza a la salud pública en el futuro profundamente preocupante. Las prácticas regenerativas aplicadas al ganado y piscicultura, junto con un mejor tratamiento de las aguas residuales, podrían ayudar a mitigar la amenaza que la resistencia antimicrobiana puede representar para millones de vidas en el 2050. La reducción de la contaminación del agua, enfermedades transmitidas por alimentos y contaminación del aire tendrá un impacto positivo en otros problemas de salud. En el caso de la contaminación del aire, se calcula que un abordaje más regenerativo de la agricultura podría salvar 290.000 vidas por año hasta el 2050.

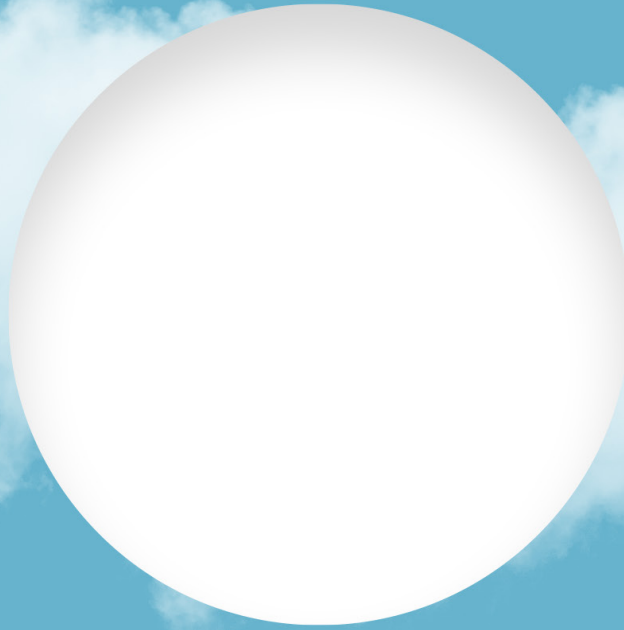
Aunque el combate al cambio climático sea uno de los mayores desafíos de nuestra era, mejorar la seguridad alimentaria y reducir la desnutrición de más de 800 millones de personas hambrientas, así como mejorar la forma y calidad de vida de los pobres del mundo, también son problemas críticos. La buena noticia es que la agricultura regenerativa y otros enfoques circulares tienen el potencial de abordar, simultáneamente, muchos de estos problemas críticos, como un reciente informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) sobre el uso de la tierra confirma: “Muchas respuestas adaptadas con la tierra que contribuyen con la adaptación y mitigación del cambio climático también pueden combatir la desertificación y la degradación de la tierra, y mejorar la seguridad alimentaria”.¹¹⁰

xxii Se refiere a la época más reciente de la Era Antropocena, durante la cual la tasa de impacto de la actividad humana en los sistemas naturales de la Tierra aumentó considerablemente.

FIGURA 9: DIEZ TRANSICIONES CRÍTICAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA ALIMENTARIO



Las estrategias de economía circular son parte fundamental de esta transformación y los beneficios asociados podrían llegar a los US\$ 10,5 billones anualmente hasta el 2050, lo que mejoraría todos los aspectos de la vida en el planeta.^[1]



5

Una economía circular podría ayudar a desarrollar resiliencia a los efectos del cambio climático

Además de ser eficaz al reducir las emisiones de GEI, la economía circular también podría contribuir con el desarrollo de resiliencia al cambio climático. Hay indicios de que los modelos de negocio de economía circular ofrecen una gama de posibilidades para distribuir el riesgo en las cadenas de suministro, lo que aumenta su flexibilidad y resiliencia a los riesgos climáticos, como climas extremos. La base empírica es relativamente sólida en el sector agrícola, con hallazgos que sugieren que existe una relación positiva

entre las prácticas de agricultura regenerativa y la resiliencia climática. Sin embargo, hasta qué punto la economía circular incrementa la resiliencia depende del contexto, ya que los riesgos climáticos y la vulnerabilidad varían enormemente entre industrias, regiones y contextos socioeconómicos. Este capítulo describe la oportunidad y reconoce que se requiere investigación adicional para calcular la magnitud del potencial e identificar ejemplos más tangibles.

5.1 LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO REPRESENTAN IMPORTANTES RIESGOS AL NEGOCIO

El cambio climático genera una amplia gama de riesgos físicos con serias consecuencias para negocios e inversionistas. Los riesgos climáticos

físicos se pueden clasificar como agudos o crónicos. Los riesgos físicos agudos se basan en eventos, tales como una mayor gravedad en climas extremos como sequía, inundaciones e incendios forestales; mientras que los riesgos físicos crónicos surgen de cambios climáticos a largo plazo, como altas temperaturas constantes y aumento del nivel del mar.

Estos impactos generan una serie de riesgos empresariales. Cada vez más, el cambio climático es reconocido como un riesgo sistémico al cual toda empresa multinacional está expuesta.¹¹² Una encuesta de empresas de Standard and Poor's Global 100, índice que mide el rendimiento de empresas mundiales por naturaleza, enumeró las cinco principales preocupaciones empresariales relacionadas con el clima:¹¹³

1. Reducción/disrupción de la capacidad de producción, por ejemplo, corte de energía o escasez de insumo clave.
2. Mayores costos operativos, por ejemplo, mayores costos para suministros claves o respaldo.
3. Incapacidad de hacer negocios, por ejemplo, daño a instalaciones o sistemas logísticos.
4. Mayores costos de capital, por ejemplo, actualizaciones de equipo o planta, costos de seguro.
5. Menor demanda de bienes y servicios, por ejemplo, cambio en las preferencias de mercado.

Un elemento menos discutido del punto 1 es el riesgo de que eventos climáticos interrumpen la disponibilidad y suministro de materias primas. Las reservas y producción de materia prima no están distribuidas equitativamente por el mundo y las regiones difieren en su vulnerabilidad frente a los riesgos del cambio climático.¹¹⁴ Por ejemplo, más del 70% de las reservas mundiales de bauxita están concentradas en seis países, y de esas reservas, alrededor del 75% presenta una exposición relativamente alta a peligros climáticos.¹¹⁵ Además, existe una importante preocupación por la seguridad del suministro de

los llamados materiales críticos,^{xxiii} y las tierras raras llaman la mayor atención. Lo que hace que estos materiales sean críticos para la UE es una falta de producción doméstica y un alto riesgo a la interrupción del suministro por eventos externos, como mayor escasez, monopolio del suministro, inestabilidad política y vulnerabilidad a los efectos del cambio climático en regiones proveedoras claves.¹¹⁶

Los factores estructurales socavan la resiliencia de las empresas frente a estos riesgos. La

economía global de hoy ha desarrollado cadenas de suministro interconectadas, interdependientes y complejas. Las empresas buscan cada vez más sus materiales y componentes alrededor del mundo, agrupan sus actividades en áreas geográficas concentradas, dependen de la eficiencia máxima (por ejemplo, producción justo a tiempo), son vulnerables a infraestructura desactualizada y desafiadas por la falta de intercambio y transparencia de la información.¹¹⁷ Esto no solo hace que las empresas sean vulnerables a interrupciones, sino que la complejidad de las redes involucradas dificulta mucho la predicción de tales interrupciones. Esto puede tener repercusiones mundiales, en las cuales una “interrupción causada por una tormenta o sequía en un lugar remoto puede detener a toda la cadena de suministro”.¹¹⁸ Estos “impactos climáticos transnacionales” son riesgos que viajan entre fronteras y repercuten en la economía global.¹¹⁹ Un ejemplo comúnmente conocido de tal repercusión son las inundaciones graves en Tailandia en el 2011. Las inundaciones afectaron a proveedores de la industria automotriz y de electrónicos, lo que generó la interrupción de 14.500 empresas a nivel mundial que dependían en gran medida de los proveedores tailandeses.¹²⁰ Western Digital, que tiene una tercera parte del mercado global de disco duro, no pudo cumplir con el 45% de los envíos, HP perdió US\$ 2 billones, mientras que Toyota, Honda y Nissan no pudieron entregar 240.000, 150.000 y 33.000 autos, respectivamente.¹²¹ Se calculó que las pérdidas totales aseguradas alcanzaron entre 15 y 20 billones de dólares.¹²²

Es necesario comprender el valor de la resiliencia climática y cómo lograrla. Hay cada vez más

pruebas de los beneficios y rentabilidad de invertir en resiliencia, frente a la inacción.¹²³ Un informe reciente reveló que invertir US\$ 1,8 billones en la próxima década en cinco estrategias claves de adaptación climática generaría US\$ 7,1 billones en beneficios netos totales.^{xxiv} Otro reveló que, entre industrias, los beneficios de incrementar la resiliencia superan los costos en casi siete veces (~US\$ 312 billones de costos vs. ~US\$ 2,1 billones

xxiii La UE define los materiales críticos como “materia prima importante económicamente y cuyo suministro está asociado a un alto riesgo”. Comisión Europea, Study on the review of the list of critical materials: criticality assessment (2017)

xxiv Las cinco áreas que consideramos son los sistemas de alerta temprana, infraestructura resiliente al clima, mejor agricultura de secano, protección de manglares e inversiones en hacer más resilientes los recursos hídricos. Comisión Global y Adaptación, Adapt now: a global call for leadership on climate resilience (2019)

de posibles oportunidades).¹²⁴ Los elementos necesarios para alcanzar una mayor resiliencia ya están bien consolidados e incluyen diversidad, flexibilidad, colaboración, integración e inclusión. Estas características son comunes a los marcos de resiliencia climática, como los “siete principios” del Centro de Resiliencia de Estocolmo¹²⁵ y el Marco de Resiliencia Urbana de Arup/Rockefeller. Sin embargo, no es tan sencillo poner en práctica estos principios. Una encuesta reveló que aunque el 72% de los proveedores cree que los riesgos climáticos podrían afectar considerablemente sus operaciones comerciales, ingresos o gastos, solo la mitad actualmente gestiona este riesgo.¹²⁶

Baterías de vehículo eléctrico (EV) y suministro de litio. Para los EV, la vulnerabilidad del suministro de la materia prima es especialmente evidente en la producción de baterías de ion-litio. Aunque el litio es un elemento abundante con reservas a nivel mundial, se considera un “metal crítico”.^{xxv} La producción basada en la extracción de salares ricos en litio, que es menos costosa, está concentrada en pocos países, notablemente en Chile y Australia, lo que representa el 70% del producto total.¹²⁷ Desde la extracción hasta la producción y distribución de vehículos, la cadena de suministro del litio está especialmente en riesgo de inundaciones y eventos de clima extremo que pueden demorar o interrumpir la minería y otras operaciones. Asimismo, aunque la producción de litio está concentrada en el hemisferio sur, la fabricación se lleva a cabo en el hemisferio norte, y los enlaces de transporte sufren riesgo de interrupción en puertos y durante el envío. Además del riesgo de depender de algunos proveedores vulnerables a interrupción, la propia naturaleza compleja de la red de suministro también aumenta la vulnerabilidad, ya que se requieren múltiples insumos de materia prima para producir solo un componente de la batería.¹²⁸

primas, que pueden ser vulnerables a riesgos climáticos. Estos suministros son, en cambio, más diversos y flexibles, ya que dependen cada vez más de productos y materiales devueltos por los clientes. Esto tiene el potencial de distribuir el riesgo de interrupciones relacionadas con el clima a lo largo de las cadenas de suministro y, así, aumentar la resiliencia.¹²⁹

El potencial de estos modelos de negocio al reducir el riesgo se está empezando a reconocer.

Se reconoce que uno de los factores más importantes para la remanufactura es la “creciente inseguridad del suministro y el costo asociado de materias primas, generados porque (entre otros factores) las cadenas de suministro mundiales vulnerables están cada vez más en peligro por desastres naturales y conflictos geopolíticos”.¹³⁰ La Comisión Europea considera que el reciclaje es una “medida de reducción de riesgos”.¹³¹ En general, el IRP concluye que un “cambio hacia la remanufactura y el reciclaje de materiales podría diversificar y añadir una actividad económica de alto valor agregado a las economías centradas en la extracción”.¹³² Algunas empresas ya obtienen los beneficios. Por ejemplo, Renault estableció su fábrica en Francia para remanufacturar y reacondicionar repuestos automotores. Al hacerlo, no solo se redujo su dependencia en recursos a ultramar, sino que, al reconfigurar la cadena de suministro, los riesgos se distribuyen y reducen. Energy Storage, una empresa del Reino Unido, desarrolló una tecnología que permite que las baterías de ion-litio para EV se puedan reparar, actualizar y reutilizar cuando ya no sirvan para los EV, lo que extendió su uso en hasta 25 años y redujo la dependencia en litio virgen, que era una cadena de suministro vulnerable (consultar el cuadro).¹³³

5.2 LA ECONOMÍA CIRCULAR PUEDE AYUDAR A AFRONTAR ESTOS RIESGOS AL AUMENTAR LA RESILIENCIA ENTRE LOS SECTORES

Los modelos de negocio de economía circular en la industria tienen el potencial de incrementar la resiliencia. En una economía circular, los modelos de negocio se basan en diseños que permiten que los productos se reutilicen, los componentes se remanufacturen y los materiales se reciclen. Los suministros de materiales y componentes son, por lo tanto, desvinculados del consumo de materias

Sin embargo, el contexto es esencial y determinará el efecto neto de la resiliencia al buscar estas oportunidades. La vulnerabilidad a impactos climáticos, locales y transnacionales, variará según la región, ya que cada país tiene distintos niveles de exposición a peligros climáticos, desarrollo económico, dependencia de importación/exportación de materiales y bienes, y contexto político. Por lo tanto, las organizaciones deben adoptar una “perspectiva multidimensional y de distintas escalas” frente al riesgo climático.¹³⁴ En la práctica, esto significa equilibrar la reutilización local de productos y materiales, y la logística reversa asociada, con el suministro de materia prima, a menudo de origen

xxv Un estudio de Defra utilizó ocho criterios para clasificar 69 elementos y minerales en orden de criticidad. Se utilizaron dos tipos de criterios: criterios de “riesgo de material” y criterios de “riesgo de suministro”. Los criterios de riesgo de material eran niveles de consumo mundial, potencial de sustitución, potencial de calentamiento global y requisitos totales de material; los criterios de riesgo de suministro eran escasez, monopolio de suministro, inestabilidad política en regiones proveedoras claves y vulnerabilidad a los efectos del cambio climático en regiones proveedoras claves. Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Defra), A review of national resource strategies and research (2012)

lejana, para evitar el aumento de la vulnerabilidad general frente a las perturbaciones climáticas. Hay otras consideraciones. Al implementar cadenas de suministro más distribuidas, se debe tener en cuenta la eficiencia operativa, porque redes más complejas son más costosas y difíciles de gestionar.

El sector alimenticio es especialmente vulnerable a los riesgos climáticos.

Los riesgos físicos descritos anteriormente afectarán a la agricultura. Esto se notó en la inundación de junio del 2019 en el Medio Oeste de EE.UU., que dejó millones de acres inhabilitados para la siembra,¹³⁵ y la sequía de California (2011-2015), cuyo costo directo a la agricultura en el 2014 se calculó en US\$ 1,5 billones, aproximadamente el 3% del valor agrícola total del estado.¹³⁶ Además, hay riesgos específicos al sistema alimentario, como la mayor exposición a plagas y enfermedades, y cambios fenológicos, en los cuales los ciclos de vida de plantas y animales se ven afectados, lo que altera el inicio y fin de las temporadas de cultivo.¹³⁷ Estos impactos son difíciles de predecir y serán “generalizados, complejos, variables geográfica y temporalmente profundamente influenciados por condiciones económicas y sociales preexistentes”.¹³⁸ A corto plazo, los impactos podrían ser tanto positivos como negativos, ya que en regiones templadas la productividad podría aumentar debido a las temperaturas promedio ligeramente más altas, mientras que en regiones tropicales con restricciones de agua, el rendimiento puede decaer debido a factores como el estrés hídrico. Dos cosas son seguras a largo plazo: el grado de incertidumbre aumentará y, a pesar de algunos beneficios, “los impactos negativos predominarán”.¹³⁹

Las prácticas de agricultura regenerativa, un elemento central de la economía circular para los alimentos, pueden aumentar la resiliencia de los suelos. Prácticas de agricultura regenerativa, como el pastoreo administrado y el campo de cultivo regenerativo, han demostrado mejorar la salud del suelo. Suelos saludables pueden resistir mejor a la erosión causada por vientos e inundaciones. Además, tienen mayor capacidad de absorber y almacenar agua, lo que aumenta su resiliencia a inundaciones y sequías, respectivamente. El potencial es significativo: aumentar el contenido orgánico en las 12 pulgadas superiores del suelo un 1% permite

que almacene 144.000 litros de agua adicionales por hectárea.¹⁴⁰ Emplear prácticas agrícolas regenerativas en una granja combinada cultivable y de ganado de 5.000 acres en Dakota del Norte conllevó a un aumento en la tasa de filtración del suelo de 30% (mientras también se triplicó las tasas de captura de carbono por acre y aumentó el rendimiento un 20%).¹⁴¹ Los enfoques agrícolas de desarrollo de resiliencia dependen del contexto. Por ejemplo, pequeños agricultores en lugares especialmente vulnerables al cambio climático pueden aumentar la resiliencia al adoptar una agricultura de conservación o sistemas agrícolas naturales. Un ejemplo es la agricultura natural sin carbono (ZBNF), una técnica de bajo insumo practicada por más de 130.000 agricultores en el estado de Andhra Pradesh, India. La ZBNF utiliza productos derivados agrícolas fermentados para activar la biología del suelo que, combinados con la aplicación de abono verde, aumentan la capacidad de retención de agua del suelo (mientras también aumentan los rendimientos y fortalecen las plantas).¹⁴²

En conclusión, la economía circular tiene un increíble potencial para aumentar la resiliencia climática, pero se requiere más investigación.

Comprender hasta qué punto y en cuáles circunstancias una economía circular puede contribuir a una mayor resiliencia a los efectos del cambio climático exigirá investigación profunda, ya que actualmente existen pocos trabajos (especialmente en sectores distintos a la agricultura) sobre el tema. También es importante observar que no son todas las oportunidades de economía circular que llevan a una mayor resiliencia: hacer las ciudades más compactas permite un uso más productivo de activos y recursos, pero también concentra riesgos y, así, las ciudades son más vulnerables a interrupciones climáticas. Sin embargo, los primeros indicios de potencial descritos anteriormente son alentadores y vale la pena que se exploren más. Lo que sí es claro es que se requieren estrategias para incrementar la resiliencia a los efectos del cambio climático, y si tales estrategias también reducen las emisiones y crean valor económico, entonces son una perspectiva fascinante.

6

Próximos pasos: se requiere una acción conjunta

Este documento ha identificado un conjunto de estrategias concretas de economía circular que pueden ayudar a enfrentar la crisis climática. Junto con una transición necesaria hacia la energía renovable, la economía circular es un paso crítico para abordar los otros 45% de emisiones mundiales asociadas con la producción de materiales y bienes. Completa el panorama de estrategias para abordar el cambio climático. Sin embargo, tal transición exige una acción conjunta de múltiples partes, que varían de legisladores al medio académico. Solo un enfoque a nivel de sistemas nos permitirá alcanzar la meta de 1,5 °C en el 2050, mientras se desarrolla una mayor resiliencia al cambio climático.

EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES INTERNACIONALES

Establecer estándares, coordinar y alentar una transición hacia una economía circular con emisiones netas cero.

● Poner la economía circular en la pauta internacional

El potencial de las medidas de economía circular para contribuir con la metas climáticas e incrementar la resiliencia al cambio climático es significativo, pero está lejos de ser reconocido en el actual discurso climático. La economía circular debería tener el mismo status de otras áreas claves reconocidas de acción climática en procesos internacionales, como la reforestación, eficiencia energética y la energía renovable. Esto permitiría que organizaciones

como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) reconozcan el modelo circular como un marco eficaz/válido para las NDC, a fin de ayudar a los países a acelerar la transición de carbono neto cero necesaria para cumplir nuestras metas climáticas del 2050. Se ha dado un paso en esta dirección con la ratificación de la resolución sobre “Vías innovadoras para alcanzar el consumo y la producción sostenibles” en la cuarta sesión de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA-4) en marzo del 2019. El texto “invita a los Estados Miembros a considerar enfoques y políticas para lograr el consumo y la producción sostenibles, incluido, pero no limitado a, mejorar la eficiencia de recursos y avanzar a una economía circular, al desarrollar políticas y planes nacionales relevantes (...)”¹⁴³

● Habilitar el comercio de productos y materiales circulares

Para respaldar una economía circular, el comercio internacional debe actuar “como un vehículo para la ejecución de la pauta ambiental y de resiliencia”.¹⁴⁴ El establecimiento de estándares internacionales para la reciclabilidad, capacidad de reparación, diseño ecológico, etiquetado y materiales y químicos utilizados tiene un rol facilitador crítico. Esto podría eliminar las barreras que impiden el comercio de materiales secundarios y bienes remanufacturados y reacondicionados. Las tecnologías que habilitan una economía circular podrían beneficiarse de las ventajas que facilitan su adopción a escala mundial. Con respecto al movimiento transfronterizo de residuos, materiales secundarios y bienes de segunda mano, se podrían eliminar las barreras comerciales innecesarias, de manera que se puedan canalizar a destinos que ofrezcan ventajas comparativas en clasificación y procesamiento.¹⁴⁵

● **Movilizar capital hacia inversiones de economía circular**

Los inversionistas de impacto tienen un papel esencial al brindar el respaldo financiero que puede acelerar una transición hacia una economía circular neta cero. Por ejemplo, en los últimos cinco años, el Banco de Inversión Europeo (EIB) ha proporcionado €2,1 billones en cofinanciación para proyectos circulares ejecutados por pymes, que han reducido el consumo de energía y materiales, han ofrecido beneficios climáticos y ambientales y contribuyen con la innovación.^{xxvi,146} Los servicios e instrumentos crediticios vienen en la forma de instrumentos financieros de riesgo, préstamos a proyectos y respaldo financiero para fondos, así como servicios de asesoría técnica. Se podría utilizar un enfoque similar en otros bancos de desarrollo multilateral, como el Banco Mundial, la Corporación Financiera Internacional, el Banco de Inversión en Infraestructura de Asia y el Banco de Inversión Africano. Para acelerar aún más la transición hacia una economía baja en carbono, la UE está analizando cómo integrar consideraciones de sostenibilidad (que incluyen estrategias de economía circular, entre otras) a su marco de política financiera.¹⁴⁷ El objetivo es movilizar finanzas para el crecimiento sostenible y ayudar a proyectos de referencia de todo el mundo, especialmente en las economías emergentes.

● **Coordinar políticas climáticas**

Una economía circular presenta soluciones a algunos de los desafíos mundiales más apremiantes del mundo, cumpliendo con múltiples objetivos de políticas públicas. Tiene el potencial de abordar el cambio climático, lograr muchos de los ODS y ofrecer prosperidad económica y resiliencia. Para lograrlo, se deben implementar sinergias para crear mutuamente políticas de fortalecimiento.¹⁴⁸

● **Alentar y respaldar la colaboración**

La transición a una economía más circular exige colaboración entre gobiernos, la comunidad inversora, industrias, empresas, medio académico y organizaciones civiles. Las instituciones internacionales pueden ejercer un rol convocador en todo esto. Un ejemplo es la Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE) del Foro Económico Mundial,

en la que se implementan colaboraciones mundiales público-privadas relacionadas con plásticos, electrónicos, alimentos y bioeconomía, modelos de negocio y transformación del mercado, a fin de ayudar a impulsar el cambio al acelerar el liderazgo, la colaboración, inversión, reforma política y acción hacia una economía circular en China, ASEAN, Europa y África.¹⁴⁹

EL PAPEL DE LOS FORMULADORES DE POLÍTICAS

Incentivar, movilizar y acelerar la transición hacia una economía circular con emisiones netas cero.^{xxvii}

● **Integrar la economía circular a las estrategias del cambio climático**

Las aspiraciones de economía circular se pueden integrar a las estrategias, hojas de ruta, metas a largo plazo y planes climáticos supranacionales, nacionales y urbanos, y acelerar la transición hacia una economía resistente y de carbono neto cero. Por ejemplo, mediante el Acuerdo de París, se les solicitó a los países que presenten sus NDC e informes sobre las iniciativas implementadas para reducir las emisiones y adaptarse al cambio climático. Estas NDC deben actualizarse cada cinco años. Esto ofrece la oportunidad de integrar las medidas de economía circular como un plan de acción, a fin de ayudar a acelerar el progreso en países que alcanzan sus metas climáticas determinadas a nivel nacional o, incluso, permitir metas más ambiciosas. Algunos estados miembros de la UE, por ejemplo, están integrando medidas de economía circular a sus Planes Climáticos y de Energía Nacionales, ya que “los beneficios de la economía circular para la descarbonización son reconocidos ampliamente”.¹⁵⁰ Se están estableciendo planes estratégicos, como el “Programa Gubernamental para una Economía Circular” de los Países Bajos, y se calcula que,

xxvi “El Banco de Inversión Europeo afirmó que se mantendrá firme con su meta de invertir alrededor de US\$ 100 billones en acciones climáticas en los próximos cinco años, la mayor contribución financiera climática de todas las instituciones multilaterales individuales, y ya supera su propia meta para las finanzas climáticas”. EIB, Together on climate.

xxvii Para una comprensión más profunda de los distintos instrumentos de política que los gobiernos nacionales y locales tienen a su disposición para lograr la transición a la economía circular, consultar los informes: Ellen MacArthur Foundation, City governments and their role in enabling a circular economy transition: an overview of policy levers (2019); Ellen MacArthur Foundation, Delivering the Circular Economy: a Toolkit for Policymakers (2015)

cuando se implementen, sus políticas podrán reducir las emisiones de CO₂e alrededor de 13 millones de toneladas en el 2050 (en un escenario conservador).¹⁵¹ Los gobiernos de las ciudades también están desarrollando cada vez más compromisos y metas a una transición de carbono neto cero.^{xxviii}

● Incentivar y acelerar la escala de nuevas soluciones circulares

Se pueden utilizar los fondos públicos para habilitar y acelerar la escala de soluciones comerciales circulares. Los gastos gubernamentales en países OCDE aportaron entre 25% y 57% del PIB en el 2015.¹⁵² Además, se podrían incluir criterios de intensidad de CO₂ y economía circular en licitaciones de contratos públicos, lo que incentivaría la innovación de mercado en la economía circular, así como investigación de respaldo, desarrollo de capacidad, demostraciones y proyectos en etapa inicial. Por ejemplo, la ciudad de Toronto ha establecido un plan y marco de implementación de adquisición de economía circular, que ejecuta un piloto inicial de tres años antes de proporcionar las recomendaciones en el 2021.¹⁵³ También vale la pena observar que los criterios de la política europea de contratación pública ecológica incluyeron componentes de economía circular.

● Habilitar la inversión contra el riesgo en la economía circular

Para proyectos circulares con un alto potencial y riesgo, se pueden emplear alianzas y empresas público-privadas para compartir y reducir los riesgos de inversión. Por ejemplo, los fondos de desarrollo urbano de la UE JESSICA contienen aportes financieros de estados miembros de la UE, ciudades y otras fuentes públicas o privadas que se invierten como capital, préstamos y garantías para proyectos que respaldan la regeneración y el desarrollo urbano sostenible en ciudades.^{xxix}

● Implementar infraestructura y renovar activos

Las ciudades tienen un rol especialmente importante en la garantía de la recirculación eficaz de materiales, productos y nutrientes en áreas urbanas. Para habilitarlas, se requiere infraestructura como infraestructura de intercambio de activos, sistemas de

recolección de residuos, instalaciones de tratamiento, bancos de materiales y centros de desmontaje y reciclaje. Al planificar las renovaciones y reemplazo de la infraestructura, se presenta la oportunidad de considerar diseños bajos en carbono, eficientes energéticamente, modulares, reparables y adaptables, duraderos o robustos, y fabricados con materiales secundarios. Una exhaustiva base de datos de activos en el gobierno local, como la desarrollada por la ciudad de Winnipeg,¹⁵⁴ puede ayudar a brindar un panorama más claro del porcentaje y tipo de activos de la ciudad que son subutilizados, tienen bajo rendimiento y se están deteriorando debido al mal mantenimiento, diseño o final de vida útil. Junto con indicadores de rendimiento de la economía circular y registros del material, este tipo de conocimiento puede conllevar a un mejor uso y mantenimiento de los activos.

● Usar instrumentos fiscales para crear las condiciones propicias e incentivar las acciones

Se pueden utilizar instrumentos de política fiscal para habilitar la comercialización de productos, servicios y prácticas de economía circular. Se debe fijar un precio en las emisiones de carbono^{xxx} y se podrían implementar mecanismos para bienes importados de regiones que no aplican un precio de CO₂ similar al contexto regional. Desde una perspectiva local, las medidas fiscales pueden incluir beneficios tributarios para productos o empresas de economía circular, incrementar tributos sobre flujos de residuos no deseados, reducir tributos sobre el uso de materiales secundarios y reducir tributos a empresas que compartan, reparen y reciclen.¹⁵⁵ Por ejemplo, Suecia ha aplicado una reducción del 50% en el IVA para actividades de reparación relacionadas con algunos productos, incluida ropa, bicicletas y línea blanca.¹⁵⁶

● Establecer regulaciones habilitadoras

Las regulaciones pueden promover la reutilización de recursos y la reducción de residuos. Los estándares existentes deben enmendarse para facilitar soluciones de bajas emisiones, por ejemplo, establecer un máximo de contenido de cemento en el concreto.

xxviii Un reciente estudio de CDP mostró que de los 596 países clasificados por sus acciones para cortar las emisiones y definir estrategias climáticas, el 7% recibió un puntaje máximo (por ejemplo, París, Ciudad del Cabo y San Francisco), y cinco ciudades ya cuentan con metas de energía 100% renovable (por ejemplo, París, San Francisco y Canberra). Clasificación de las ciudades CDP 43, A grade in new cities climate change ranking (2019)

xxix "Joint European Support for Sustainable Investment in City Areas (JESSICA)" es una iniciativa de la Comisión Europea desarrollada en cooperación con el Banco de Inversión Europeo y el Consejo del Banco de Desarrollo Europeo; Banco de Inversión Europeo, The EIB in the circular economy (2018); Comisión Europea, JESSICA: joint European support for sustainable investment in city areas; University College London, JESSICA urban development funds – impact funds: a concept for urban policy delivery (14th June 2011)

xxx Las medidas políticas podrían aumentar el costo de las emisiones de carbono hasta US\$ 8 billones acumulativos, en el 2030. El futuro costo de las emisiones de carbono aumenta mientras más se demora la política y menos anticipada y coordinada es la acción política. Mercer, Climate change scenarios – implications for strategic asset allocation (2011)

Cuotas y estándares para la intensidad de CO₂, reusabilidad, reciclabilidad y capacidad de reparación de productos y materiales pueden permitir la escala de materiales y productos secundarios, mientras se obtiene un impacto positivo en la durabilidad de algunos productos.¹⁵⁷ Por ejemplo, como parte de su inminente ley de economía circular, Francia está trabajando en un índice de capacidad de reparación y busca prohibir la destrucción de bienes no vendidos.¹⁵⁸

EL PAPEL DE LAS EMPRESAS

Innovar, inspirar y demostrar las oportunidades de una economía circular con emisiones netas cero.

● Integrar la economía circular a la estrategia

El potencial de la economía circular de generar valor se puede incluir en la estrategia y gobernanza de la empresa. Podría consistir en declaraciones de misión, compromisos, metas y planes. Con la implementación de estrategias de economía circular y climáticas, se necesitarán herramientas y métricas para medir el progreso. Por ejemplo, las empresas pueden medir cómo la circularidad reduce las emisiones de GEI, reduce costos, mejora la relación con el cliente, diferencia a la empresa de la competencia y promueve la innovación. Por ejemplo, la empresa de ropa deportiva Houdini tiene el objetivo de lograr que el 100% de sus cadenas de suministro y productos sean circulares en el 2030. Parte de esta estrategia es publicar el informe anual *Planetary Boundaries assessment*, que destaca el impacto de las operaciones de la empresa y su progreso hacia un estado positivo de impacto.¹⁵⁹

● Poner a prueba, innovar e invertir

A través de pilotos, incubadoras y proyectos de demostración, se pueden probar las soluciones comerciales circulares y se pueden entender mejor los beneficios que generan para empresas, la sociedad y el medioambiente. Por ejemplo, luego de probar durante años un proceso y diseño completamente nuevos, Adidas logró una innovación revolucionaria con Futurecraft. Loop, el primer zapato de carrera 100%

reciclable del mundo, hecho de un único material que se puede reciclar en un nuevo zapato.¹⁶⁰ Las corporaciones también pueden impulsar la innovación circular al utilizar sus fondos de inversión o fondos internos exclusivos para respaldar pequeñas empresas innovadoras.¹⁶¹

● Comunicación corporativa y campañas de concientización pública

Se puede lograr la aceptación pública de los clientes mediante la comunicación corporativa y campañas de concientización pública. El objetivo de tales campañas sería establecer la confianza en productos y materiales secundarios proveer información a los usuarios sobre estos, a fin de ayudar a los usuarios a aceptar y valorar los modelos de acceso sobre la propiedad, y aumentar la concientización pública acerca del potencial de reducción de emisiones de GEI que ofrecen estas oportunidades de economía circular. Ejemplos de campañas eficaces que apuntan a promover la reutilización, el reciclaje y el diseño de productos eficiente con respecto a los recursos incluyen, entre otros, Get Plastic Wise de Unilever,¹⁶² World Without Waste de Coca Cola¹⁶³ y Don't Buy This Jacket de Patagonia.¹⁶⁴

● Incentivar la colaboración

El cambio climático es demasiado complejo para enfrentarse con iniciativas aisladas. Cuando se trata de flujos de materiales complejos, como plástico, textiles o alimentos, toda la cadena de valor debe cooperar y alinearse en una visión común. Se requieren altos niveles de compromiso, incentivos y acciones a nivel precompetitivo de aquellos con un interés en el ciclo de los materiales en la economía. Por ejemplo, Jeans Redesign (creado por la iniciativa Make Fashion Circular de Ellen MacArthur Foundation) unió a más de 40 expertos en jeans del medio académico, marcas, minoristas, fabricantes, coleccionistas, clasificadores y ONG, para desarrollar en conjunto las pautas de prácticas recomendadas para jeans. Las Pautas de Jeans Redesign establecen requisitos mínimos sobre la durabilidad de la ropa, estado del material, reciclabilidad y trazabilidad. En función de los principios de la economía circular, las pautas trabajarán para asegurar que el jeans dure más, se pueda reciclar fácilmente y fabricar de una manera mejor para el medioambiente y la salud de los trabajadores textiles.¹⁶⁵

EL PAPEL DE LOS INVERSIONISTAS

Respaldar, financiar y escalar las oportunidades de una economía circular con emisiones netas cero.

● **Movilizar capital hacia inversiones de economía circular**

Los inversionistas pueden tener un papel esencial al orientar más activos y capital a empresas que capturan un mayor valor en las cadenas de suministro circulares (por ejemplo, mediante la innovación del producto, esfuerzos de ampliación y desarrollo de mercados para materiales secundarios y bienes reacondicionados), por lo tanto, al ofrecer la oportunidad de reducir considerablemente las emisiones de GEI y generar una mayor resiliencia frente al cambio climático. Las estrategias que podrían incrementar la capacidad de financiación de modelos de negocio circulares incluyen las siguientes: tener en cuenta el valor al final de la vida útil de productos para la justificación económica; determinar el valor residual de productos usados en mercados de segunda mano; ofrecer múltiples formas de capital, como financiación bancaria, capital de riesgo, financiación del mercado de capitales e inversión de impacto; optimización del flujo de caja y reducción del periodo de amortización para gestionar el riesgo de contratos de modelo de negocio circular (por ejemplo, al cobrar tarifas más altas los primeros años de modelos de pago por uso); y ofrecer oportunidades de contrato, en lugar de la propiedad de activos, para modelos de negocio basados en servicios.¹⁶⁶ Por ejemplo, el Banco Intesa Sanpaolo y el Banco de Inversión Europeo (EIB) están trabajando juntos para brindar una línea de crédito de €1 billón para respaldar proyectos de economía circular llevados a cabo por empresas de mediana capitalización y pymes italianas.¹⁶⁷

● **Reconocer y evaluar los beneficios de “no riesgo” de las inversiones de la economía circular**

Los modelos de precios y riesgos evalúan la volatilidad de precios de materiales, riesgos crediticios, valoración de activos

y gestión de productos y activos en modelos de negocio circular.¹⁶⁸ Ajustar estos modelos de precios y riesgos para tener en cuenta las consideraciones de la economía circular puede ayudar a los inversionistas a demostrar que una economía circular es una estrategia eficaz para reducir los niveles de riesgo climático y otros riesgos sistémicos (incluida la volatilidad impulsada por el cambio climático) en sus carteras de inversión, y generar una cartera de empresas que han implementado estrategias de economía circular. Además, los modelos de negocio circulares pueden mejorar el rendimiento ambiental, social y de gobernanza (ESG).¹⁶⁹

● **Proveer asesoría financiera**

Los bancos que adquieren experiencia en la valoración de bienes para la reutilización y el reacondicionamiento pueden respaldar a empresas que buscan asesoría de inversión especializada sobre la mejor manera de mitigar el riesgo o mejorar la capacidad de financiación de sus proyectos.¹⁷⁰ Esto exigirá trabajar con las pymes para superar la actual falta de conocimiento sobre los riesgos y modelos de negocio circulares. Con experiencia en el modelo de negocio circular, se puede brindar asistencia al inversionista al revisar proyectos circulares, identificar debilidades y oportunidades de mejora y asesorar acerca de incentivos financieros para modelos de negocio circulares.¹⁷¹ También se pueden definir requisitos para los planes de negocio y empresas de la cartera a fin de incorporar sostenibilidad y circularidad. Para las empresas que actualmente no son financiables, los bancos pueden proveer asesoría acerca de fuentes alternativas de financiación y asistir en modelos de negocio desafiantes y riesgos tecnológicos.¹⁷² Por ejemplo, Circularity Capital ofrece financiación de capital a pymes que innovan en el ámbito de la economía circular y también presta servicios como asistencia estratégica, asistencia operativa especializada, desarrollo de capacidad y desarrollo de mercado de negocios.¹⁷³ Estos tienen la finalidad de ayudar a las empresas a ejecutar sus planes estratégicos de economía circular e identificar tendencias del mercado, innovación y oportunidades de obtención de valor.

EL PAPEL DEL SECTOR ACADÉMICO

Enseñar, investigar y demostrar las oportunidades de una economía circular con emisiones netas cero.

● Enseñar para una economía circular

Incorporar los principios de economía circular a la enseñanza de todas las edades de aprendizaje respalda un cambio de mentalidad, que permitirá que futuros líderes y jóvenes profesionales obtengan información, habilidades y capacidades de la economía circular, que podrán llevar a lo largo de sus carreras. Esto respalda el cambio de habilidades y conocimiento necesario para avanzar hacia una economía baja en carbono. Por ejemplo, TU Delft, de los Países Bajos, desarrolló un MOOC (Economía Circular para un Entorno Construido Sostenible), disponible para alumnos y profesionales, y la Universidad de Exeter ofrece una cantidad de oportunidades de aprendizaje mediante su Centro para Economía Circular, incluido el Gran Desafío para enfrentar el cambio climático.

● Incentivar la investigación acerca de la economía circular

Como motor de innovación, la investigación aplicada puede ofrecer la información y conocimientos críticos necesarios para iniciar un cambio en la política y la industria. Incentivar la investigación académica sobre la economía circular, en la cual temas esenciales siguen sin explorarse o se encuentran en la fase inicial de estudio, será vital para desarrollar la comprensión y el conocimiento para ayudar a la industria a actuar de forma diferente y enfrentar el cambio climático. El Rochester Institute of Technology, en asociación con la industria, ha establecido el Instituto REMADE, que facilitará la investigación aplicada en fase temprana y el desarrollo de tecnologías que pudieran reducir drásticamente la energía incorporada y las emisiones de carbono asociadas con la producción y el procesamiento de materiales a escala industrial. Mediante CircEL, University

College London cuenta con una fascinante iniciativa interdisciplinaria e interfacultades, que pretende utilizar la experiencia de la universidad para mejorar el diseño de edificios y productos con la visión de reutilizar, reciclar y devolver los materiales a la economía.

● Innovación liderada por los alumnos

Las iniciativas que promueven soluciones circulares mediante el compromiso, la aplicación y exploración del tema por parte de los alumnos pueden impulsar la transición a una economía circular. Georgia Tech University lanzó un Desafío de Reducción de Carbono para alentar a los alumnos a pasar un verano trabajando con la industria para desarrollar nuevas ideas y tecnologías a fin de reducir la huella de carbono de la organización con la que trabajan.

● Gestionar propiedades

Los campus universitarios generalmente son grandes propiedades que tienen cadenas de suministro complejas y gran poder de compra. Estas organizaciones pueden actuar como ejemplos de las prácticas de economía circular en sus operaciones de bienes y como líderes locales. Muchas universidades tienen planes ambiciosos para lograr campus más sostenibles y tener metas de reducción de emisiones. Por ejemplo, Bradford University pretende reducir las emisiones de carbono un 50% hasta el 2020; en el 2018, ya había logrado una reducción del 30%. Está en el 14º puesto en el UI GreenMetric World University Ranking.

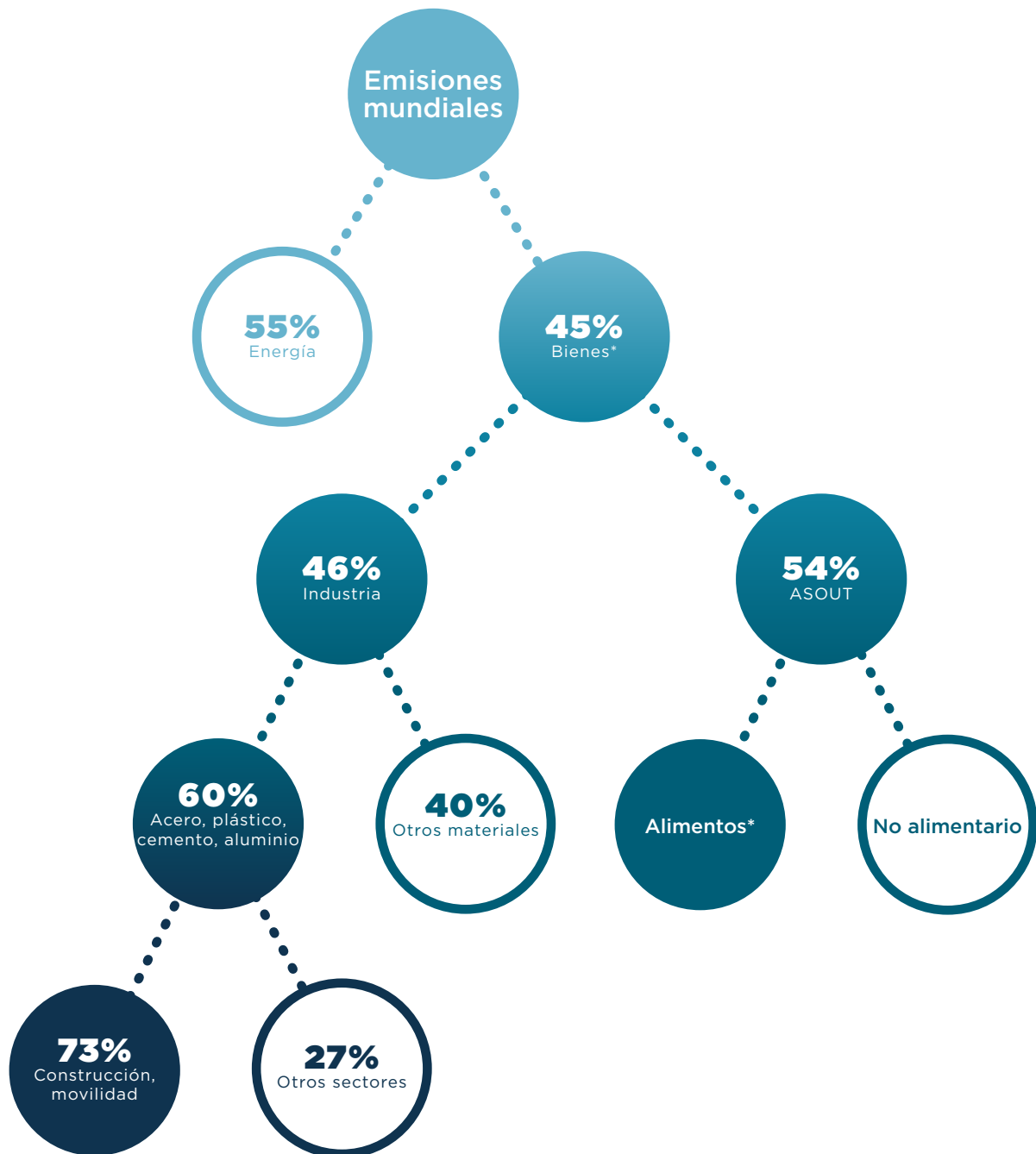
● Liderar e influenciar el cambio local

A menudo, las universidades tienen una importante influencia local y actúan como líderes y agentes del cambio. Al trabajar junto con sus municipios (o financiadores nacionales/regionales), las universidades pueden ser el motor de un movimiento colectivo hacia una economía circular, y abordar una cantidad de desafíos climáticos en la ruta. Por ejemplo, Arizona State University colabora con socios locales en el área metropolitana de Phoenix y con la ciudad de Phoenix para investigar, desarrollar e implementar soluciones de economía circular que beneficien a comunidades regionales y mejoren el medioambiente.¹⁷⁴

Apéndice

FIGURA 10: UNA ILUSTRACIÓN DEL ÁMBITO DE ESTE DOCUMENTO

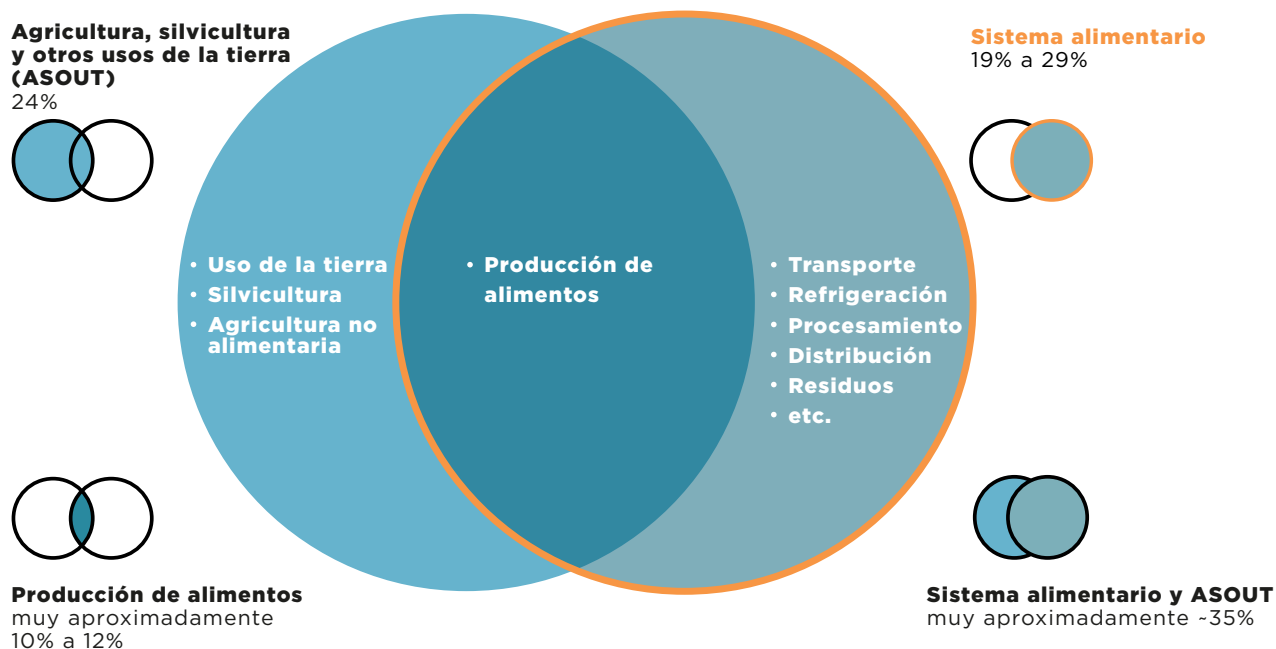
Los círculos blancos muestran áreas que no se abordaron en el documento



*Este documento se enfoca en el "sistema alimentario", que incluye: producción de alimentos, logística de alimentos (procesamiento, distribución y almacenamiento) y las emisiones directas del residuo alimenticio. La Figura 11 muestra la relación entre las emisiones del sistema alimentario y aquellas del sector AFOLU.

FIGURA 11: ÁMBITO DEL SISTEMA ALIMENTARIO DE ESTE DOCUMENTO

% de emisiones mundiales, 2010



Las emisiones del sistema alimentario global están interligadas con aquellas generadas por el sector AFOLU; la superposición se define como producción de alimentos. Este documento define las emisiones del “sistema alimentario”, que incluye: producción de alimentos, logística de alimentos (procesamiento, distribución y almacenamiento) y las emisiones directas del residuo alimenticio.

*No se incluye agricultura no alimentaria, como el algodón.

Referencias

- 1 Foro Económico Mundial, Global Risks 2016, 11.ª edición (2016)
- 2 C40, Protecting our capital; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 'Chapter 3: Impacts of 1.5°C of global warming on natural and human systems' in Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (2018)
- 3 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Emissions gap report 2018
- 4 PNUMA, Emissions gap report 2018; Energy Transitions Commission, Better energy, greater prosperity: achievable pathways to low-carbon energy systems (2017)
- 5 The Futures Centre, The growing middle class
- 6 Panel Internacional de los Recursos (IRP), Global resources outlook 2018: natural resources for the future we want; Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services (2019)
- 7 IPCC, Global warming of 1.5°C: summary for policymakers (2018)
- 8 PNUMA, Emissions gap report 2018
- 9 Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), Global energy transformation: a roadmap to 2050 (2018)
- 10 BloombergNEF, New energy outlook 2019
- 11 IRENA, Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables (2019)
- 12 PricewaterhouseCoopers (PwC), The Low Carbon Economy Index 2019: emissions relapse (2019)
- 13 Agencia Internacional de Energía (IEA), World energy investment 2019: executive summary (2019); IRENA, Global energy transformation: a roadmap to 2050 (2018)
- 14 IPCC, Climate change 2014: mitigation of climate change, Grupo de Trabajo III del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014); Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Global greenhouse gas emissions data
- 15 IRP y PNUMA, Global resources outlook 2019: natural resources for the future we want
- 16 IPCC, Climate change 2014: mitigation of climate change, Grupo de Trabajo III del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014); Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Global greenhouse gas emissions data
- 17 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 18 Ibid.
- 19 World Benchmark Alliance, Measuring what matters most: seven systems transformations for benchmarking companies on the SDGs (2019); United Nations, The Sustainable Development Goals agenda; International Resource Panel, Food systems and natural resources (2016)
- 20 Ibid.
- 21 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 22 Ellen MacArthur Foundation, SUN, and McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 23 World Resource Institute (WRI), Creating a sustainable food future: reducing food loss and waste (Junio de 2013)
- 24 Ellen MacArthur Foundation, The new plastic economy: rethinking the future of plastics (2014)
- 25 ClimateTechWiki, Carbon sink and low-carbon building materials
- 26 Ibid.
- 27 Drawdown, Land use: bamboo
- 28 IRP y PNUMA, The weight of cities: resource requirements of future urbanization (2018)
- 29 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 30 Favier, A., De Wolf, C., Scrivener, K. L. y Habert, G., A sustainable future for the European cement and concrete industry (2018)
- 31 Ellen MacArthur Foundation, Splosh: how re-thinking the business model for cleaning products can influence design
- 32 Ellen MacArthur Foundation, A new textiles economy: redesigning fashion's future (2017)
- 33 Business Europe, Renault's remanufacturing of spare parts (2017)
- 34 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 35 Ellen MacArthur Foundation, The new plastics economy: rethinking the future of plastics (2016)
- 36 IPCC, Climate change 2014: mitigation of climate change, Grupo de Trabajo III del Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014)
- 37 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 38 Chatham House, Making concrete change: innovation in low-carbon cement and concrete (2018)
- 39 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 40 Ellen MacArthur Foundation, The new plastics economy: catalysing action (2017)
- 41 Material Economics, The circular economy: A powerful force for climate mitigation (2018),
- 42 Favier, A., De Wolf, C., Scrivener, K. L. y Habert, G., A sustainable future for the European cement and concrete industry (2018)
- 43 Global Benchmarking Alliance, Measuring what matters most: seven systems transformations for benchmarking companies on the SDGs (2019); Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, 2018 HLPF Review of SDGs implementation: SDG12 – ensure sustainable consumption and production patterns (2018)
- 44 PNUMA e IEA, Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector, Global Status Report 2017

- 45 IRP y PNUMA, The weight of cities: resource requirements of future urbanization (2018)
- 46 Ibid.
- 47 Architecture 2030, New buildings: embodied carbon
- 48 Material Economics, Industrial transformation 2050: pathways to net-zero emissions from EU heavy industry (2019)
- 49 Ibid.
- 50 Banco Mundial, What a waste: a global review of solid waste management (2012); Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 51 Ellen MacArthur Foundation, A circular economy in Brazil: case study appendix (2017); Whirlwind Steel, Impacts of 3D printing on the construction industry (30 de marzo de 2016)
- 52 Waste and Resources Action Programme (WRAP), Waste reduction potential of offsite volumetric construction
- 53 Ellen MacArthur Foundation, SUN, and McKinsey Center for Business and Environment, *Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe* (2015)
- 54 London Waste and Recycling Board, Towards a circular economy – context and opportunities (2015)
- 55 Gijsbers, Ir. R., Towards adaptability in structures to extend the functional lifespan of buildings related to flexibility in future use of space, TU/e: International Conference on Adaptable Building Structures (2006)
- 56 Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 57 Honicet, M., et al., Data- and stakeholder-management framework for the implementation of BIM-based material passports, 'Journal of Building Engineering' (2019); Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 58 Circle Economy, Fabric, TNO, and Gemeente Amsterdam, Circular Amsterdam: a vision and action agenda for the city and metropolitan area (2016)
- 59 Ellen MacArthur Foundation, Circular economy in India: rethinking growth for long-term prosperity (2016)
- 60 Ellen MacArthur Foundation, Circular economy in cities (2019)
- 61 Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 62 IRP y PNUMA, The weight of cities: resource requirements of future urbanization (2018); Salat, S., Bourdic, L. y Kamiya, M., Economic foundations for sustainable urbanization: a study on three-pronged approach: planned city extensions, legal framework, and municipal finance (2017)
- 63 New Climate Economy, Better growth, better climate: the new climate economy report (2014)
- 64 IRP y PNUMA, The weight of cities: resource requirements of future urbanization (2018)
- 65 Ellen MacArthur Foundation y Arup, The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China (2018)
- 66 Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015); Ellen MacArthur Foundation, Circular economy in India: rethinking growth for long-term prosperity (2016); Ellen MacArthur Foundation y Arup, The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China (2018)
- 67 C40, The future of urban consumption a 1.5°C world (2019)
- 68 IEA, CO2 emissions statistics (2019); Foro Económico Mundial, The number of cars worldwide is set to double by 2040 (2016)
- 69 Carbon Trust, Automotive: international carbon flows (2010)
- 70 Ibid.
- 71 Material Economics, The circular economy: A powerful force for climate mitigation (2018)
- 72 Consejo Internacional para el Transporte Limpio, European Vehicle Market Statistics 2017/2018 (2018)
- 73 Riversimple, The technology behind the hydrogen car
- 74 Ellen MacArthur Foundation, SUN, and McKinsey Center for Business and Environment, Growth Within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 75 Administración Federal de Tránsito del Departamento de Transporte de los Estados Unidos, Public transportation's role in responding to climate change (2010)
- 76 Ellen MacArthur Foundation, CE100 Member Open Motors; OpenMotors
- 77 Ellen MacArthur Foundation, The Circular Economy Applied to the Automotive Industry (2012)
- 78 The Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT), 2018 UK automotive sustainability report (2018)
- 79 S. S. Yang, et al., The impact of automotive product remanufacturing on environmental performance, Elsevier B.V (2015)
- 80 Comisión Europea, Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los vehículos al final de su vida útil (2000)
- 81 Asociación de Fabricantes Europeos de Automóviles, Circular Economy (2019)
- 82 Ellen MacArthur Foundation, The circular economy applied to the automotive industry (2012)
- 83 Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015)
- 84 Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, Urban mobility system upgrade: how shared self-driving cars could change city traffic (2015)
- 85 C40, The future of urban consumption a 1.5°C world (2019)
- 86 Ellen MacArthur Foundation, SUN y McKinsey Center for Business and Environment, Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe (2015); Ellen MacArthur Foundation, Circular economy in India: rethinking growth for long-term prosperity (2016); Ellen MacArthur Foundation y Arup, The circular economy opportunity for urban and industrial innovation in China (2018)
- 87 IRP, Food systems and natural resources (2016)
- 88 WRI, 5 questions about agricultural emissions, answered (29 de julio de 2019)
- 89 FAO, Key facts on food loss and waste you should know!
- 90 Indigo, Terraton initiative
- 91 Scarborough, P., et al., Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, fish-eaters, vegetarians and vegans in the UK, Climatic Change (2014)
- 92 Ellen MacArthur Foundation, Urban biocycles (2017)
- 93 Ellen MacArthur Foundation, Cities and the circular economy for food (2019)

- 94 Maktabifard, M., Zaborowska, E. y Makinia, J., Achieving energy neutrality in wastewater treatment plants through energy savings and enhancing renewable energy production, 'Reviews in Environmental Science and Bio/Technology' (2018)
- 95 Visitas personales a WWTP por parte del autor y conversaciones con personal técnico
- 96 Metabolic, The global food system: an analysis (March 2017)
- 97 Project Drawdown, Food – managed grazing (2019)
- 98 Project Drawdown, Food – regenerative agriculture (2019)
- 99 Zhang, W.-F. et al., New technologies reduce greenhouse gas emissions from nitrogenous fertilizer in China, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (2013)
- 100 ScienceNews, Fertilizer produces far more greenhouse gas than expected (9 de junio de 2014)
- 101 Hristov, et al., An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production (Agosto de 2015)
- 102 Foro Económico Mundial, Innovation with a purpose: the role of technology innovation in accelerating food systems transformation (Enero de 2018)
- 103 Springmann, M., et al., Options for keeping the food system within environmental limits, 'Nature' (2018)
- 104 Ellen MacArthur Foundation, Food initiative – igniting a food system transformation
- 105 Winnow
- 106 The New York Times, Cover crops: a farming revolution with deep roots in the past, Stephanie Strom (6 de febrero de 2016)
- 107 Global International Geosphere-Biosphere Programme Change, Great acceleration (2015)
- 108 Zero Waste Europe, The story of Sardinia, estudio de caso n.º 7 (2016)
- 109 IRP, Food systems and natural resources (2016)
- 110 Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Climate change and land (2019)
- 111 Food and Land Use Coalition, Growing better: ten critical transitions to transform food and land use (Septiembre de 2019)
- 112 Business Social Responsibility, Nexis Report: Climate + supply chain – the business case for action (2018)
- 113 Centre for Climate and Energy Solutions, Weathering the storm: building resilience to climate change (2013)
- 114 Auberger, A. et al., Climate change impacts on mining and raw material supply chains, Agencia Ambiental de Alemania (2019)
- 115 Ibid.
- 116 Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales, A review of national resource strategies and research (2012)
- 117 World Business Council for Business Development, Building resilience in global supply chains (2015); Business Social Responsibility, Why climate resilience and supply chains go hand in hand: how to integrate climate change risks and opportunities into supply chain management (2018)
- 118 World Business Council for Business Development, Building resilience in global supply chains (2015)
- 119 Stockholm Environment Institute, Introducing the Transnational Climate Impacts Index: indicators of country-level exposure – methodology report (2016)
- 120 Business for Social Responsibility, Climate and supply chain management (2018)
- 121 Ibid.
- 122 Ibid.
- 123 McKinsey, Why and how utilities should start to manage climate-change risk (2019)
- 124 Carbon Disclosure Project, Major risk of rosy opportunity (2018)
- 125 Arup and Rockefeller Foundation, City Resilience Index (2014); Stockholm Resilience Centre, Applying resilience thinking: seven principles for building resilience in social-ecological systems (2012)
- 126 Business for Social Responsibility and Driving Sustainable Economies, From agreement to action: mobilising suppliers toward a climate resilient world (2015)
- 127 World Business Council for Business Development, Building resilience in global supply chains (2015)
- 128 Ibid.
- 129 Foresight and Government Office for Science, Future of manufacturing project: evidence paper 35 – sustainability and manufacturing (2013)
- 130 All-Party Parliamentary Sustainable Resource Group and All-Party Parliamentary Manufacturing Group, Triple win: the social, environmental, and economic case for remanufacturing (2014)
- 131 Comisión Europea, Critical raw materials
- 132 IRP y PNUMA, Global outlook 2019: natural resources for the future we want (2019)
- 133 Energy Storage, Cycle of life: a circular economy approach to lithium batteries (27 de agosto de 2019)
- 134 Ibid.
- 135 The Economist, Floods and storms are altering American attitudes to climate change (Mayo de 2019)
- 136 UC Davis Center for Watershed Sciences, Drought's economic impact on agriculture (2016)
- 137 Comisión Europa, Science for environment policy (10 de junio de 2016)
- 138 Vermeulen, S., Campbell, B. y Ingram, J. Climate change and food systems, Annual Review of Environment and Resources (2012)
- 139 IPCC, Climate change and land (2019)
- 140 Massy, C., Call of the Reed Warbler: a new agriculture, a new earth, Chelsea Green Publishing, White River Junction (2018)
- 141 Natural Resources Defence Council, How did Farmer Brown bring his dying land back from the brink? (28 de septiembre de 2018)
- 142 PNUMA, Andhra Pradesh to become India's first Zero Budget Natural Farming State (Junio de 2018)
- 143 Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, Innovative pathways to achieve sustainable consumption and production (2019)
- 144 Organización Mundial del Comercio (OMC) y PNUMA, Making trade work for the environment, prosperity and resilience (2018)
- 145 Organisation for Economic Co-operation and Development and the Resource Efficiency & Circular Economy Project, International trade and the transition to a circular economy – policy highlights (2018)

- 146 Banco de Inversión Europeo, The EIB in the circular economy
- 147 Comisión Europea, Sustainable finance
- 148 Organisation for Economic Co-operation and Development and the Resource Efficiency & Circular Economy Project, International trade and the transition to a circular economy – policy highlights (2018)
- 149 Foro Económico Mundial, Platform for accelerating the circular economy
- 150 Comisión Europea, Comunicación de la Comisión del Parlamento Europeo, el Consejo, el Comité Social y Económico Europeo de las regiones: united in delivering the Energy Union and Climate Action – setting the foundations for a successful clean energy transition (2019)
- 151 Organización de los Países Bajos para la Investigación Científica Aplicada, Effecten van het Rijksbrede Programma Circulaire Economie en de Transitieagenda's op de emissie van broeikasgassen (2018); Ministerio de Infraestructura y Medioambiente y Ministerio de Asuntos Económicos, A circular economy in the Netherlands by 2050 (2016)
- 152 Organisation for Economic Co-operation and Development, General government spending (2018)
- 153 Ellen MacArthur Foundation, Toronto: circular economy procurement implementation plan and framework (2019)
- 154 Ciudad de Winnipeg, 2018 City asset management plan (2018)
- 155 De Groene Zaak, Governments going circular (2015)
- 156 Foro Económico Mundial, Sweden is paying people to fix their belongings instead of throwing them away (27 de octubre de 2016)
- 157 Gobierno de Escocia, Climate change plan: third report on proposals and policies 2018-2032 (RPP3) (2018)
- 158 The Telegraph, France to ban unsold clothes and electronics from being destroyed in 'world first' (4 de junio de 2019)
- 159 Houdini, Planetary Boundaries Assessment (2019)
- 160 Quartz, Adidas's zero-waste sneaker is a simple idea that took years to execute (2019)
- 161 Oliver Wyman, Supporting the circular economy transition: the role of the financial sector in the Netherlands (2017)
- 162 Unilever, Our five point plastics plan in the UK and Ireland (2019)
- 163 Coca-Cola, A world without waste: Coca-Cola announces ambitious sustainable packaging goal (2018)
- 164 Patagonia, Don't buy this jacket, black Friday and the New York Times (2011)
- 165 Ellen MacArthur Foundation, The jeans redesign: guideline (2019)
- 166 ING, Financing the circular economy (2015)
- 167 Intesa SanPaolo, From Intesa Sanpaolo and the EIB 1 billion euro for Midcaps and the Circular Economy (2019)
- 168 ING, Financing the circular economy (2015)
- 169 CDC Investment Works – ESG Toolkit, Resource efficiency and the circular economy (2018)
- 170 Oliver Wyman, Supporting the circular economy transition: the role of the financial sector in the Netherlands (2017)
- 171 ING, Financing the circular economy (2015)
- 172 Oliver Wyman, Supporting the circular economy transition: the role of the financial sector in the Netherlands (2017)
- 173 Circular Capital, Our approach.
- 174 Arizona State University, Economic Impact Opportunity of Circular Economy in Phoenix

© COPYRIGHT 2019 ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

www.ellenmacarthurfoundation.org

N.º de registro de organización sin fines de lucro: 1130306

N.º de registro OSCR: SC043120

N.º de empresa: 6897785