

EL

# Informe Drawdown

*Soluciones climáticas para una nueva década*



EL

# Informe Drawdown

2020

*Soluciones climáticas para una nueva década*

Una publicación

**PROJECT  
DRAWDOWN.**

Project Drawdown es un esfuerzo de intensa colaboración, y el trabajo que aquí se presenta es la creación de muchas personas, y no hay una autoría única. Expresamos nuestra gratitud a todas aquellas personas que han participado y sin la ayuda de las cuales este trabajo no hubiera sido posible.

#### El Informe Drawdown

*Redactora jefe:* Dr. Katharine Wilkinson

#### Equipo de producción

Ampersand, *Diseño de publicación*

Covive, *Diseño y desarrollo web*

Duncan Geere, *Visualización de datos*

Glover Park Group, *Medios y relaciones públicas*

Christian Leahy, *Asesoría editorial y revisión*

Kit Seeborg, *Web y estrategia digital*

Dr. Katharine Wilkinson, *Redacción y dirección creativa*

Pedro Valdeolmillos, *Traducción al español*

#### Plantilla de Project Drawdown\*

Crystal Chissell, *Vicepresidenta de operaciones y participación*

Dr. Jonathan Foley, *Director ejecutivo*

Catherine Foster, *Coordinadora de programa de investigación*

Chad Frischmann, *Vicepresidente de investigación*

Kit Seeborg, *Directora de comunicación*

Dr. Katharine Wilkinson, *Vicepresidenta de comunicación y participación*

---

#### Equipo de investigación principal\*

Dr. Ryan Allard, *Edificios y edificación / Transporte*

Kevin Bayuk, *Industria / Finanzas*

Dr. Tala Daya, *Industria*

Dr. Chris Forest, *Dinámica climática*

Chad Frischmann, *Sistemas alimentarios / Salud y educación*

Denton Gentry, *Tecnología*

Dr. João Pedro Gouveia, *Electricidad*

Dr. Mamta Mehra, *Explotación del suelo y agricultura*

Eric Toensmeier, *Explotación del suelo y agricultura*

#### Investigadores (2018–2019)

Jimena Alvarez, *Explotación del suelo y agricultura / Océanos*

Dr. Chirjiv Anand, *Edificios y edificación*

Jay Arehart, *Edificios y edificación*

Beni Bienz, *Océanos*

Dr. Sarah Eichler Inwood, *Explotación del suelo y agricultura*

Dr. Stefan Gary, *Océanos*

Dr. Miranda Gorman, *Industria*

Dr. Martina Grecequet, *Explotación del suelo y agricultura*

Dr. Marzieh Jafary, *Industria*

Ashok Mangotra, *Electricidad*

Dr. Phil Metz, *Edificios y edificación*

Dr. Sarah Myhre, *Océanos*

Barbara Rodriguez, *Edificios y edificación*

Dr. Ariani Wartenberg, *Explotación del suelo y agricultura*

Abdulmutalib Yussuff, *Electricidad*

---

Este trabajo se sustenta en el trabajo anterior publicado bajo el título *Drawdown* en 2017. Muchas otras personas contribuyeron a ese esfuerzo, tal y como se indica en el propio libro y en [drawdown.org](http://drawdown.org).

\* Plantilla y equipo de investigación principal de Project Drawdown en marzo 2020



La recolección de miel silvestre es una práctica tradicional de la comunidad de Molo, Timor Occidental, Indonesia.

## Acerca de Project Drawdown® *El principal recurso mundial para las soluciones climáticas*

Fundada en 2014, Project Drawdown es una organización sin ánimo de lucro que pretende ayudar al mundo a llegar al punto Drawdown: el momento futuro en el que los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera dejen de aumentar y empiecen a declinar de manera constante.

Desde la publicación en 2017 de *Drawdown*, éxito de ventas del *New York Times*, la organización se ha constituido como un recurso clave para la obtención de información y discernimiento acerca de soluciones climáticas. Continuamos desarrollando dicho recurso mediante el análisis y revisión de soluciones climáticas, creando una comunicación convincente y humana en distintos medios, y asociándonos con distintas iniciativas para acelerar las soluciones climáticas a escala global.

Ciudades, universidades, corporaciones, organizaciones filantrópicas, responsables políticos y otras entidades se dirigen a Project Drawdown en su esfuerzo de impulsar acciones climáticas eficaces. Pretendemos dar soporte a la constelación creciente de esfuerzos para hacer avanzar las soluciones climáticas y llevar al mundo al punto Drawdown de una forma tan rápida, segura y equitativa como sea posible.

*Organización de tipo 501(c)(3) sin ánimo de lucro, Project Drawdown está financiada por donaciones individuales e institucionales.*



**p. 2**  
Prólogo

**p. 4**  
10 reflexiones clave

**p. 8**  
Marco de soluciones Drawdown

**p. 14**  
**Reducción de las fuentes**

Reducción de las emisiones a cero

**Electricidad** p. 16

**Alimentación, agricultura y explotación del suelo** p. 24

**Industria** p. 30

**Transporte** p. 36

**Edificios y edificación** p. 42

**Otros** p. 48

**p. 50**  
**Refuerzo de los sumideros**

Estimulación del ciclo natural del carbono

**Sumideros terrestres** p. 52

**Sumideros en zonas costeras y océanos** p. 60

**Sumideros artificiales** p. 64

**p. 66**  
**Mejoras en la sociedad**

Fomento de la igualdad para todo el mundo

**Salud y educación** p. 68

**p. 72**  
Evaluación de soluciones

**p. 74**  
Alcanzar el punto Drawdown

**p. 76**  
Hacia el futuro

**p. 80**  
Resumen de soluciones

Arriba, izquierda: Tokio, en Japón, alberga uno de los mejores transportes ferroviarios del mundo.

Medio, izquierda: La restauración de bosques en la República Democrática del Congo solventa simultáneamente problemas climáticos, de sustento y de biodiversidad.

Abajo, izquierda: La meseta Kaas en la India es un patrimonio natural mundial de la UNESCO, famoso por su florecimiento anual de flores salvajes.

# Prólogo

*En la primavera de 2017, Project Drawdown dio a conocer su trabajo inicial acerca de las soluciones para el cambio climático con la publicación del libro Drawdown con gran éxito de ventas, así como los recursos digitales abiertos en drawdown.org.*

Dichos contenidos han tenido influencia en currículos universitarios, planes sobre el clima, compromisos por parte de compañías, acciones en las comunidades, estrategias filantrópicas y otros entornos. Este informe representa la segunda publicación de referencia de la organización y la primera actualización relevante a nuestra valoración de soluciones para llevar al mundo al estado de Drawdown: el momento futuro en el que los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera dejen de aumentar e inicien un descenso paulatino.

La ciencia ha evidenciado que es necesaria una transformación completa para atajar la crisis del cambio climático. En su informe especial de 2018 *Calentamiento global de 1,5 °C*, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) demanda “transiciones rápidas y de gran alcance en los sistemas energético, terrestre, urbano y de infraestructuras (incluido el transporte y los edificios), e industrial”.<sup>1</sup> En la actualidad, los esfuerzos globales están muy lejos de la escala, velocidad y alcance necesarios. Y sin embargo ya existen muchos de los medios que son precisos para obtener la transformación necesaria. Casi a diario se produce una evolución y aceleración prometedoras de soluciones climáticas, junto con los crecientes esfuerzos para abandonar las infraestructuras basadas en combustibles fósiles y evitar la expansión de dichas fuentes de energía anticuadas y peligrosas.

Project Drawdown lleva a cabo un análisis y revisión permanente de soluciones climáticas —las prácticas y tecnologías que surgen y empiezan a reducir el exceso de gases de efecto invernadero en nuestra atmósfera—, para proporcionar al mundo un recurso



actualizado y coherente. (Puede obtenerse más información acerca de los métodos de investigación más adelante). *El Informe Drawdown* es un elemento esencial en nuestros esfuerzos para dar respuesta de forma ágil al panorama de soluciones en rápida evolución y a la urgencia del reto al que se enfrenta la humanidad. Tenemos prevista una publicación regular de cara al futuro, incluyendo actualizaciones así como nuevas soluciones, supuestos y análisis.

El punto Drawdown es crucial para la vida en la Tierra, y debemos esforzarnos para alcanzarlo rápidamente, de forma segura y equitativa. Los contenidos incluidos a continuación configuran una visión general de las soluciones climáticas disponibles —ahora, a día de hoy— para alcanzar el punto Drawdown y empezar a recuperar un equilibrio con los sistemas vivos del planeta. Estas soluciones son herramientas de posibilidad frente a un reto que puede parecer imposible. No deben limitarse a los dominios de especialistas o grupos selectos. Una concienciación y comprensión amplias de las soluciones climáticas son vitales para suscitar cambios a nivel mundial, a escalas

individuales, de comunidad, organizativas, regionales, nacionales y globales. La gente y las instituciones de todos tipos, en todos los lugares, tienen un papel esencial en esta gran transformación, y las soluciones en estas páginas son la síntesis de un saber y una acción colectivos que se desarrollan a lo largo del planeta.

**Los humedales de las costas de Florida proporcionan hábitat, control de inundaciones, recarga de acuíferos y protección frente a las tormentas.**

NOTA: Los resultados que compartimos en este documento representan nuestro mejor análisis de las soluciones climáticas para el año 2020. Debido a cambios en la metodología y datos, no es posible comparar directamente los resultados actuales con aquellos compartidos en 2017 y publicados en Drawdown. El contenido relativo a soluciones incluido en el libro original sigue siendo coherente y relevante, y sus lecciones genéricas siguen siendo válidas.

NOTA: Todos los números no referenciados son resultados del análisis de Project Drawdown. Todas las soluciones climáticas están cuantificadas en gigatonnes métricos (Gt) de dióxido de carbono evitados o secuestrados. Todas las referencias generales a gases de efecto invernadero están expresadas en equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>-eq), utilizando un potencial de calentamiento global de 100 años. Todos los resultados financieros están expresados en dólares estadounidenses actuales.

# 10 reflexiones clave



Sistema silvopastoril en acción en la Reserva Natural El Hatico, cerca de Palmira, Colombia.

Nuestra labor inicial en 2017 puso el foco en una gran variedad de soluciones climáticas, cada una con su historia y posibilidad convincentes. Tal como expresa el dicho popular, a veces “los árboles no dejan ver el bosque”, y ello es efectivamente cierto en el caso de las soluciones climáticas.

A lo largo de este informe trataremos de ilustrar lo que podrían denominarse las “arboledas” y los “bosques”, más allá de los árboles individuales, que a veces se ocultan a plena luz del día. En esta sección ponemos el foco en diez reflexiones clave para hacer que los mensajes esenciales de nuestro trabajo sean claros, directos y fáciles de comunicar por parte de terceros. Project Drawdown es un esfuerzo viviente y una organización de aprendizaje. Estas reflexiones seguirán profundizándose, perfeccionándose y expandiéndose a medida que lo haga el propio trabajo.

**1** Podemos llegar al punto Drawdown a mitad de siglo si escalamos las soluciones climáticas disponibles en la actualidad.

Drawdown es un objetivo ambicioso pero absolutamente necesario, teniendo en cuenta que las emisiones globales continúan aumentando cada año, y no disminuyendo como deberían. Nuestro nuevo análisis muestra que el mundo puede alcanzar el estado Drawdown hacia la mitad de siglo si maximizamos las soluciones climáticas existentes. Ciertamente, se precisa que surjan más soluciones y ya lo están haciendo, pero no existe ninguna razón —ni tiempo disponible— para esperar a que se produzcan más innovaciones. *Disponible* es mejor que *nuevo*, y la sociedad está preparada para empezar dicha transformación a día de hoy. Si perseguimos diversas soluciones climáticas con determinación, nuestro análisis muestra que podríamos llegar al punto Drawdown hacia mitad de la década de 2040, o no conseguirlo hasta la década de 2060, en función de nuestro nivel de ambición. (Puede obtenerse más información sobre diversos supuestos más adelante).

**2** Las soluciones climáticas están interconectadas configurando un sistema, y las necesitamos todas.

La noción de “remedio milagroso” tiene un claro atractivo: “¿cuál es la gran solución a aplicar?”, pero simplemente no existe para problemas tan complejos como la crisis climática. Se precisa de un sistema completo de soluciones. Muchas de las soluciones climáticas pueden combinarse y hacer que cooperen entre ellas, potenciando o activando otras para obtener el mayor impacto posible. Por ejemplo, los edificios eficientes hacen que la generación de electricidad renovable sea más viable. El sistema alimentario requiere intervenciones tanto en las áreas de oferta como de demanda, es decir, mejores prácticas agrarias y una

reducción en el consumo de carne. Para obtener un mayor beneficio, los vehículos eléctricos necesitan funcionar sobre una base de energía limpia al 100%. Precisamos de múltiples soluciones interconectadas para hacer frente a un reto sistémico y multifacético.

**3** Más allá de solventar los gases de efecto invernadero, las soluciones climáticas pueden proporcionar “co-beneficios” que contribuirán en la obtención de un mundo mejor y más equitativo.

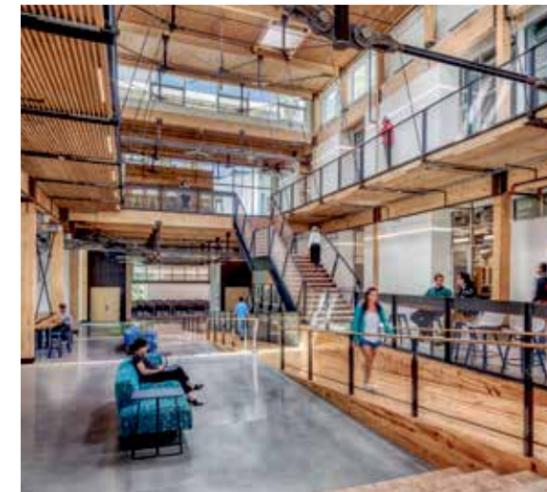
Las soluciones climáticas raramente son solo soluciones climáticas. Por ejemplo, las que limitan la polución del aire también son soluciones de salud. Otras orientadas a proteger y restaurar ecosistemas son también soluciones para la biodiversidad. Muchas de ellas pueden crear empleo, mejorar la resiliencia ante impactos climáticos como tormentas y sequías, y proporcionar otros beneficios medioambientales como la preservación de recursos hídricos. Las soluciones climáticas pueden generar avances en las igualdades sociales y económicas si se utilizan de modo inteligente y correcto: prestando atención en quién decide, a quién benefician, y cómo pueden mitigarse ciertos inconvenientes. Se precisa de una intención bien definida y un desarrollo cuidadoso para activar soluciones de modo que se corrijan en lugar de acentúen las injusticias sistémicas.

**4** El argumento económico para las soluciones climáticas es clarísimo, ya que el ahorro supera de forma significativa a los costes.

Los argumentos infundados acerca de la falta de viabilidad económica de la acción climática siguen persistiendo pero son claramente falsos. Project Drawdown analiza las repercusiones económicas de las soluciones: ¿cuánto dinero costará una solución específica, o ahorrará, comparada con la tecnología o práctica establecida a la que reemplaza? Dicho análisis financiero estudia la implementación inicial de una solución, así como el uso u operación de dicha solución a lo largo del tiempo. De modo genérico, los ahorros operativos netos superan los costes de implementación netos entre cuatro y cinco veces: un coste inicial de 22,5–28,4 miles de millones de dólares USD frente a 95,1–145,5 miles de millones de dólares USD. Si tomamos en cuenta el valor financiero de los co-beneficios (por ejemplo, las reducciones en servicios sanitarios gracias a una reducción de la polución) y los daños climáticos evitados (por ejemplo, las pérdidas en agricultura), el argumento económico es todavía más sólido. Mientras podamos asegurar una transición justa para los afectados en las industrias obsoletas o en transición, tales como el carbón, queda claro que no hay argumentos económicos para no avanzar en soluciones climáticas, y que por el contrario existen razones de peso para hacerlo.



Izquierda: Una mujer y un niño se desplazan en bicicleta para obtener agua en las inmediaciones de Boromo, Burkina Faso.



Derecha: Un edificio viviente en el Georgia Institute of Technology, diseñado para producir más energía que la que consume.



Las praderas son uno de los ecosistemas del Parque Nacional del Kilimanjaro, Tanzania.

Arriba, izquierda: Una mujer examina bioplástico compostable obtenido a partir de algas, diseñado para la economía circular.



Derecha: El arroz es una cosecha clave en la estación del monzón en la India. Aquí, un investigador recopila datos durante una visita a una granja en el estado de Punjab.



Instalación solar de azotea en el norte del estado de Nueva York.



**5** La mayoría de soluciones climáticas reducen o sustituyen el uso de combustibles fósiles. Debemos acelerar estas soluciones mientras finalizamos activamente el uso de carbón, petróleo y gas.

El uso de combustibles fósiles para electricidad, transporte y calefacción genera en la actualidad dos tercios de las emisiones de gases que atrapan calor en el mundo.<sup>2</sup> De las 76 soluciones incluidas en este informe, aproximadamente el 30% reduce el uso de combustibles fósiles mejorando la eficiencia y casi el 30% los sustituye completamente con alternativas. Conjuntamente, pueden proporcionar casi dos tercios de las reducciones de emisiones necesarias para llegar al punto Drawdown. Junto con la aceleración de estas soluciones esenciales, tales como energía solar y eólica, la readaptación de edificios y el transporte en común, debemos detener de forma activa la producción y expansión de combustibles fósiles, incluyendo la finalización de miles de millones de dólares en subsidios y financiación e, idealmente, destinando dichos fondos a soluciones climáticas. La consecución del punto Drawdown depende de la ejecución de líneas de acción de “inicio” y “fin” concurrentes. Dinámicas de inicio-fin similares están presentes en la alimentación, agricultura y explotación agraria: finalización de prácticas nocivas (por ejemplo, la deforestación) y avance de prácticas positivas (por ejemplo, los métodos de agricultura regenerativa).

**6** No podemos alcanzar el punto Drawdown sin reducir simultáneamente las emisiones a cero y favorecer los sumideros de carbono de la naturaleza.

Imaginemos la naturaleza como una bañera en desbordamiento mientras que el agua continúa saliendo por el grifo. La primera intervención está clara: cerrar el grifo de los gases de efecto invernadero reduciendo las emisiones a cero. Además de limitar la fuente del problema, también podemos abrir el sumidero. Aquí es donde la naturaleza juega un rol esencial: absorbiendo y almacenando el carbono mediante procesos biológicos y químicos, eliminando de manera efectiva parte del exceso en la atmósfera. Las actividades humanas pueden favorecer los sumideros de carbono naturales, y muchas soluciones climáticas basadas en ecosistemas o relacionados con la agricultura tienen el doble beneficio de reducir emisiones y absorber el carbono simultáneamente. Para alcanzar el punto Drawdown es preciso contener todas las fuentes y favorecer todos los sumideros. (Puede obtenerse información más detallada sobre las fuentes y sumideros más adelante).

**7** Algunas de las soluciones climáticas más impactantes reciben poca atención en comparación, lo que debería llevarnos a ampliar nuestro punto de vista.

Muchas soluciones climáticas se centran en la reducción y eliminación de las emisiones de combustibles fósiles, pero otras son igualmente necesarias. Entre las principales soluciones detectadas por parte de Project Drawdown se encuentran algunas

“revelaciones” que están a la altura de otras soluciones que acostumbra a obtener toda la atención, tales como las turbinas eólicas terrestres y las plantas fotovoltaicas a escala industrial:

- ▶ La reducción de los desperdicios alimentarios y las dietas ricas en vegetales, que conjuntamente consiguen reducir la demanda, deforestación y emisiones asociadas;
- ▶ La prevención de escapes y la mejora en los procesos de desecho de refrigerantes químicos, que son potentes gases de efecto invernadero, el uso de los cuales se prevé que crecerá significativamente;
- ▶ La restauración de las selvas tropicales y los bosques templados, que constituyen grandes sumideros de carbono;
- ▶ El acceso a asistencia sanitaria reproductiva voluntaria de gran calidad y a educación inclusiva de gran calidad, muchos de cuyos efectos en cadena incluyen beneficios climáticos.

Estos resultados son un recordatorio de que debemos observar más allá de lo más obvio, tratando de obtener un conjunto más amplio de soluciones, más allá de la tecnología, en sistemas sociales y naturales.

**8** Se precisan aceleradores para impulsar soluciones a la escala, velocidad y alcance necesarios.

Existe una evidencia: las soluciones no escalan por sí mismas. Precisamos maneras de eliminar barreras y de acelerar su implementación y expansión. Algunos “aceleradores” clave pueden crear las condiciones para que las soluciones avancen a mayor velocidad y con un mayor alcance. Algunos, como el cambio de políticas y el desplazamiento de capitales, están más cercanos y tienen impactos más directos; otros, como los cambios culturales y la generación de poder político, están más alejados y son más indirectos en sus efectos. Los aceleradores dependen en gran medida de los contextos sociales y políticos, y funcionan a distintas escalas, desde los individuos hasta grandes grupos o países enteros. Como sucede con las soluciones, se solapan e interactúan entre ellos, ninguno es efectivo de manera singular, y todos nos hacen falta. (Se incluye más información acerca de los aceleradores a continuación).



Trabajadoras sanitarias de la comunidad en Nepal proporcionan servicios de salud reproductiva directamente en los pueblos y aldeas.

**9** Existen puntos de apoyo para agentes a cada nivel, para que los individuos y las instituciones puedan participar en el avance de soluciones climáticas.

La crisis climática requiere cambios sistémicos y estructurales en el conjunto de nuestra economía y sociedad globales. La realidad en cuanto a intervenir en un sistema complejo es que nadie puede hacerlo todo, y todos tenemos una oportunidad de proponernos como solucionadores de problemas y agentes de cambio, y contribuir de modo significativo —incluso cuando nos sentimos pequeños—. El rango de soluciones climáticas pone el foco sobre distintos puntos de intervención a escalas individuales, de comunidad, organizativas, regionales, nacionales y globales. Los aceleradores necesarios se expanden en ese conjunto de oportunidades aún más. Será preciso un ecosistema completo de actividades y actores para crear la transformación necesaria.



En Alemania, 1,4 millones de personas participaron en la huelga por el clima de septiembre 2019.

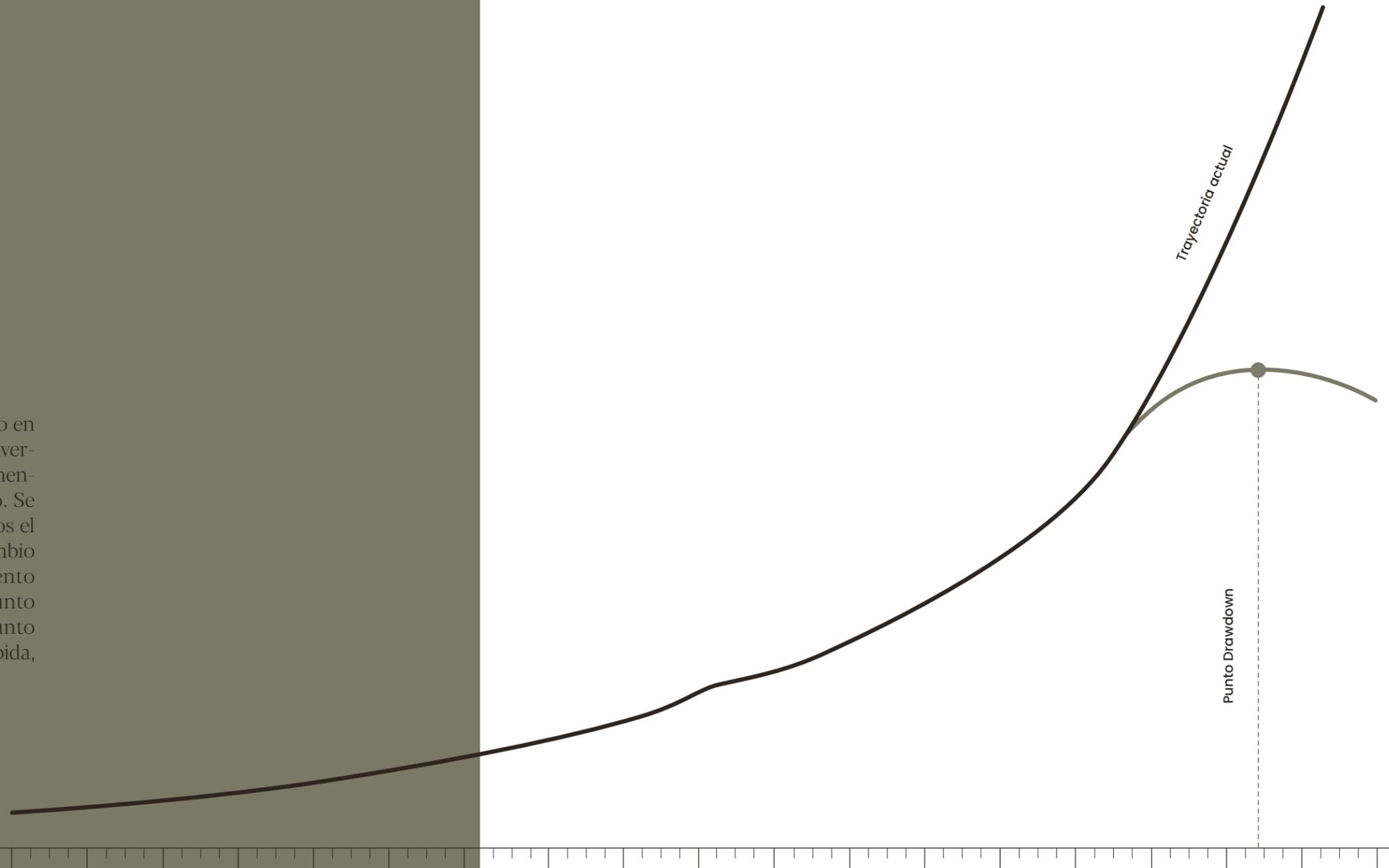
**10** Serán necesarios un compromiso, colaboración e ingenio inmensos para salir de la peligrosa senda en la que nos encontramos y construir el nuevo camino que es posible. Pero la misión es clara: Hacer de la posibilidad realidad.

En septiembre de 2019, la activista climática sueca Greta Thunberg declaró ante el Congreso de los Estados Unidos: “Deben unirse en apoyo a la ciencia. Deben llevar acciones a cabo. Deben hacer lo imposible. Porque rendirse nunca puede ser una opción.”<sup>3</sup> En cuatro breves frases articuló exactamente la tarea y el reto planteados. La misión de Project Drawdown es ayudar al mundo a alcanzar el punto Drawdown de la forma tan rápida, segura y equitativa como sea posible. Esto podría ser también la misión de la humanidad en este momento crucial para la vida en la Tierra. La senda en la que nos encontramos es mucho más que arriesgada, y es fácil sentirse paralizado por ese peligro. Sin embargo está presente la posibilidad de un cambio. Juntos podemos construir un puente desde donde estamos ahora hacia el mundo que queremos, para toda la vida y, lo que es todavía más importante, para las generaciones venideras.

# Marco de soluciones Drawdown

**Drawdown** es el momento futuro en el que los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera dejarán de aumentar e iniciarán un descenso paulatino. Se trata del punto en el que empezaremos el proceso para detener el progresivo cambio climático y evitaremos el calentamiento potencialmente catastrófico. Es un punto crucial para la vida en la Tierra; un punto que debemos alcanzar de forma tan rápida, segura y equitativa como sea posible.

Concentraciones de gas de efecto invernadero en la atmósfera



# El reto

El consumo de combustibles fósiles para la obtención de electricidad y calor, y para la movilidad. La fabricación de cemento y acero. El arado de campos. La tala de bosques y la degradación de otros ecosistemas. Todas estas actividades emiten dióxido de carbono, que produce retención térmica. Las operaciones relacionadas con la gestión de ganado, campos de arroz, vertederos y combustibles fósiles liberan metano, un gas que calienta el planeta aún más.

El óxido nítrico y los gases fluorados surgen de las tierras dedicadas a agricultura, complejos industriales, sistemas de refrigeración y áreas urbanas, añadiendo todavía más polución que provoca retención térmica en la atmósfera terrestre. La mayoría de estos gases de efecto invernadero se quedan en el aire, pero no todos. Ciertos procesos naturales biológicos y químicos —en especial, la fotosíntesis— devuelve parte de los excedentes a las plantas, el suelo o el mar. Estos "sumideros" son los depósitos de la naturaleza para la absorción y almacenaje del carbono.

Para entender y hacer avanzar las soluciones climáticas, es importante comprender las fuentes de las emisiones y los mecanismos de la naturaleza para reequilibrar el sistema climático.

Los gases de efecto invernadero que producen retención térmica provienen de seis sectores:<sup>2</sup>

- ▶ ~25% Producción de electricidad
- ▶ ~24% Alimentación, agricultura y explotación del suelo
- ▶ ~21% Industria
- ▶ ~14% Transporte
- ▶ ~6% Edificios y edificación
- ▶ ~10% Otras emisiones relacionadas con la energía

Los sumideros de gases de efecto invernadero son el contrapunto a dichas fuentes. Mientras que aproximadamente el 59% de las emisiones que producen retención térmica permanecen en la atmósfera, las plantas revierten aproximadamente el 24% a la tierra, y cerca del 17% son absorbidas por los océanos.<sup>4</sup>

Para alcanzar el punto Drawdown, debemos trabajar en todos los aspectos de la ecuación climática: detener las fuentes de emisión y reforzar los sumideros, así como ayudar a la sociedad a llevar a cabo transformaciones más amplias. Es decir: tres áreas conectadas demandan acción que debemos llevar a cabo de forma global, simultánea, y con determinación.

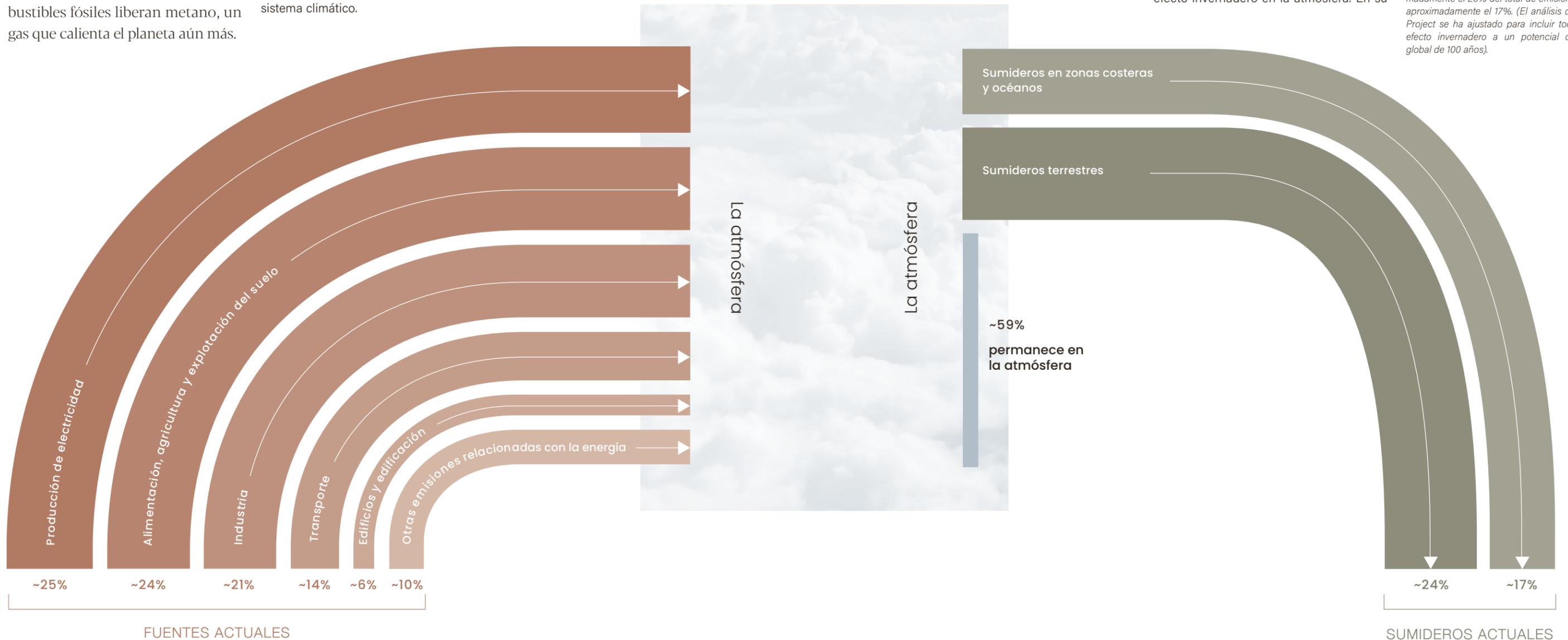
1. Reducción de las fuentes, con el objetivo de emisiones cero.
2. Refuerzo de los sumideros, para estimular el ciclo natural del carbono.
3. Mejoras en la sociedad, fomentando la igualdad para todo el mundo.

Integrados en cada área de acción, encontramos sectores y subgrupos de soluciones diversas: prácticas y tecnologías que pueden ayudar a estabilizar el mundo y empezar a reducir los gases de efecto invernadero en la atmósfera. En su

conjunto, componen el marco Drawdown de soluciones climáticas.

NOTA: Estos son los sectores en los que los gases de efecto invernadero se emiten directamente a la atmósfera. Un sector puede producir igualmente impactos indirectos sobre las emisiones. Por ejemplo, el 6% de las emisiones atribuidas a edificación únicamente computa los combustibles consumidos en el terreno (por ejemplo, gas para cocinar o calefacción); las emisiones de las centrales ligadas a la electricidad de los edificios se computan en el sector de la electricidad. (Pueden obtenerse más detalles a continuación).

NOTA: Los sumideros terrestres absorben aproximadamente el 29% de las emisiones de dióxido de carbono emitidas a la atmósfera cada año, y los océanos captan aproximadamente el 23%. Si tomamos en consideración otros gases de efecto invernadero, incluyendo el metano, óxido nítrico y gases fluorados, la tierra absorbe aproximadamente el 26% del total de emisiones y los océanos aproximadamente el 17%. (El análisis de Global Carbon Project se ha ajustado para incluir todos los gases de efecto invernadero a un potencial de calentamiento global de 100 años).



# Las soluciones

■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mínimo reducido/secuestrado (2020-2050) ■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) máximo reducido/secuestrado (2020-2050)

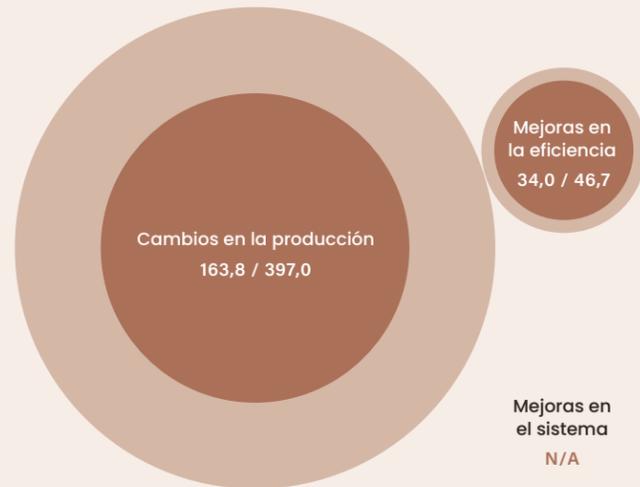
X / Y = CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mín/máx reducido/secuestrado (2020-2050)

El marco de soluciones Drawdown organiza las soluciones climáticas por sector y por subgrupo, en tres grandes áreas de acción. Aquí puede verse el impacto potencial de emisiones de cada sector, así como los subgrupos de soluciones que contiene. Mediante el uso de dos supuestos distintos de implementación de soluciones, hemos derivado los impactos mínimos y máximos que se muestran en esta sección. (Pueden obtenerse más detalles sobre los supuestos a continuación).

## Reducción de las fuentes

TOTAL: MÍN 649,2 | MÁX 1.113,5

### Electricidad



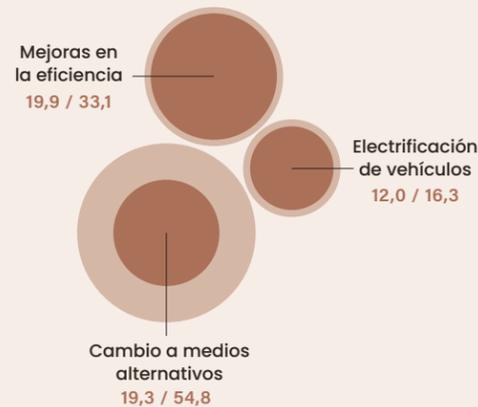
### Alimentación, agricultura y explotación del suelo



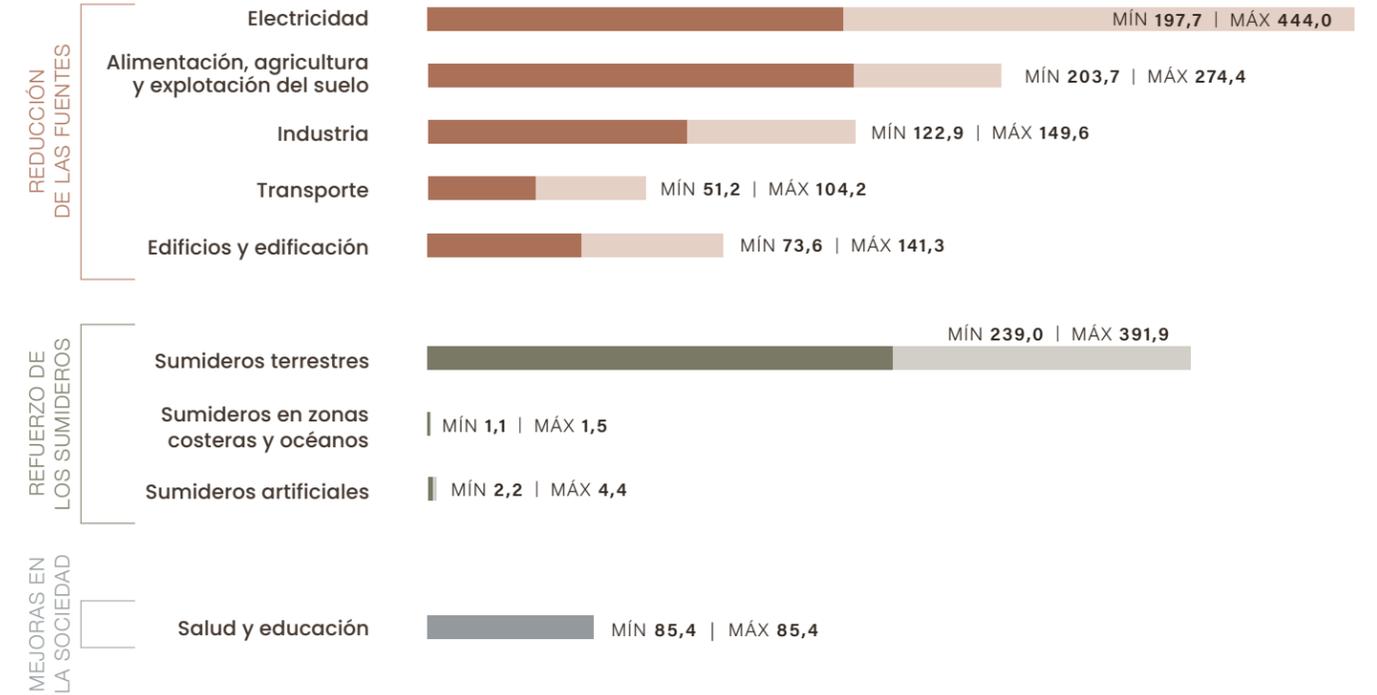
### Industria



### Transporte



### Edificios y edificación



## Refuerzo de los sumideros

TOTAL: MÍN 242,3 | MÁX 397,8

### Sumideros terrestres



### Sumideros en zonas costeras y océanos



### Sumideros artificiales



## Mejoras en la sociedad

TOTAL: MÍN 85,4 | MÁX 85,4

### Salud y educación





1

# Reducción de las fuentes

*con el objetivo de emisiones cero*

Electricidad

Alimentación, agricultura y explotación del suelo

Industria

Transporte

Edificios y edificación

## 1.1

# Electricidad

*La electricidad son partículas en movimiento; un flujo de electrones de un lugar a otro que hace que los aires acondicionados refrigieren, las calefacciones calienten, las luces iluminen, los ordenadores calculen y todo tipo de motores funcionen. Alimenta, por tanto, las realidades cotidianas de la mayor parte del mundo; sin embargo, 840 millones de personas aún carecen de acceso a la electricidad.<sup>5</sup>*

Desde el surgimiento de los sistemas eléctricos a finales de los años 1800, la sociedad ha creado la mayor parte de su electricidad utilizando combustibles fósiles. ¿El proceso? La quema de carbón, petróleo o gas. Con lo que se calienta agua para generar vapor. El vapor hace girar una turbina. La turbina hace girar un generador para poner a los electrones en marcha. La energía acumulada a partir de plantas y animales enterrados hace tiempo se transmuta en electricidad, mientras que el dióxido de carbono se vierte en la atmósfera a modo de subproducto. En la actualidad, la producción de electricidad supone el 25% de las emisiones que atrapan el calor en todo el mundo.<sup>2</sup>

*¿Cómo podemos generar electricidad para todo el mundo sin quemar combustibles fósiles? ¿Cómo deben evolucionar los medios de transmisión, almacenamiento y consumo de electricidad?*

Estas cuestiones son esenciales para solventar las emisiones, especialmente teniendo en cuenta la tendencia actual de "electrificarlo todo", desde vehículos a calefacción, para lo que hace falta energía con la que alimentar los dispositivos. Se precisa un mosaico de soluciones centradas alrededor de la eficiencia eléctrica, la eficiencia en la producción y un sistema eléctrico más robusto.



## Mejoras en la eficiencia

Las soluciones para la eficiencia de la electricidad incluyen tecnologías y prácticas que reducen la demanda en la generación de electricidad, aligerando literalmente la carga. Los dos grandes usuarios finales de electricidad son los edificios y la industria, más o menos en la misma proporción.<sup>2</sup> Mientras que un hogar o fábrica pueden ser la ubicación de medidas de eficiencia, las emisiones correspondientes se contabilizan en la central en la que se generan o evitan, como parte del sector eléctrico. (Puede obtenerse una exploración más detallada de los usos residenciales e industriales más adelante).

## Cambios en la producción

La producción de electricidad debe abandonar los combustibles fósiles tan pronto como sea posible. Existe un espectro completo de soluciones alternativas, desde aquellas que operan a pequeña escala/de modo distribuido a las que funcionan a gran escala/centralizadas. Algunas soluciones capturan fotones del sol. Otras aprovechan la energía cinética que la naturaleza proporciona generosamente: el movimiento del viento y el agua. Incluso otras utilizan fuentes de calor alternativas, como las geotérmicas o nucleares, para seguir utilizando el mismo proceso basado en turbinas y vapor.

## Mejoras en el sistema

Para permitir la transición hacia la producción y uso de electricidad renovable, el sistema eléctrico en general también debe evolucionar y mejorarse. Las redes flexibles para la transmisión y el almacenamiento eficaz de energía hacen posible un mejor equilibrio entre el suministro y la demanda de electricidad.

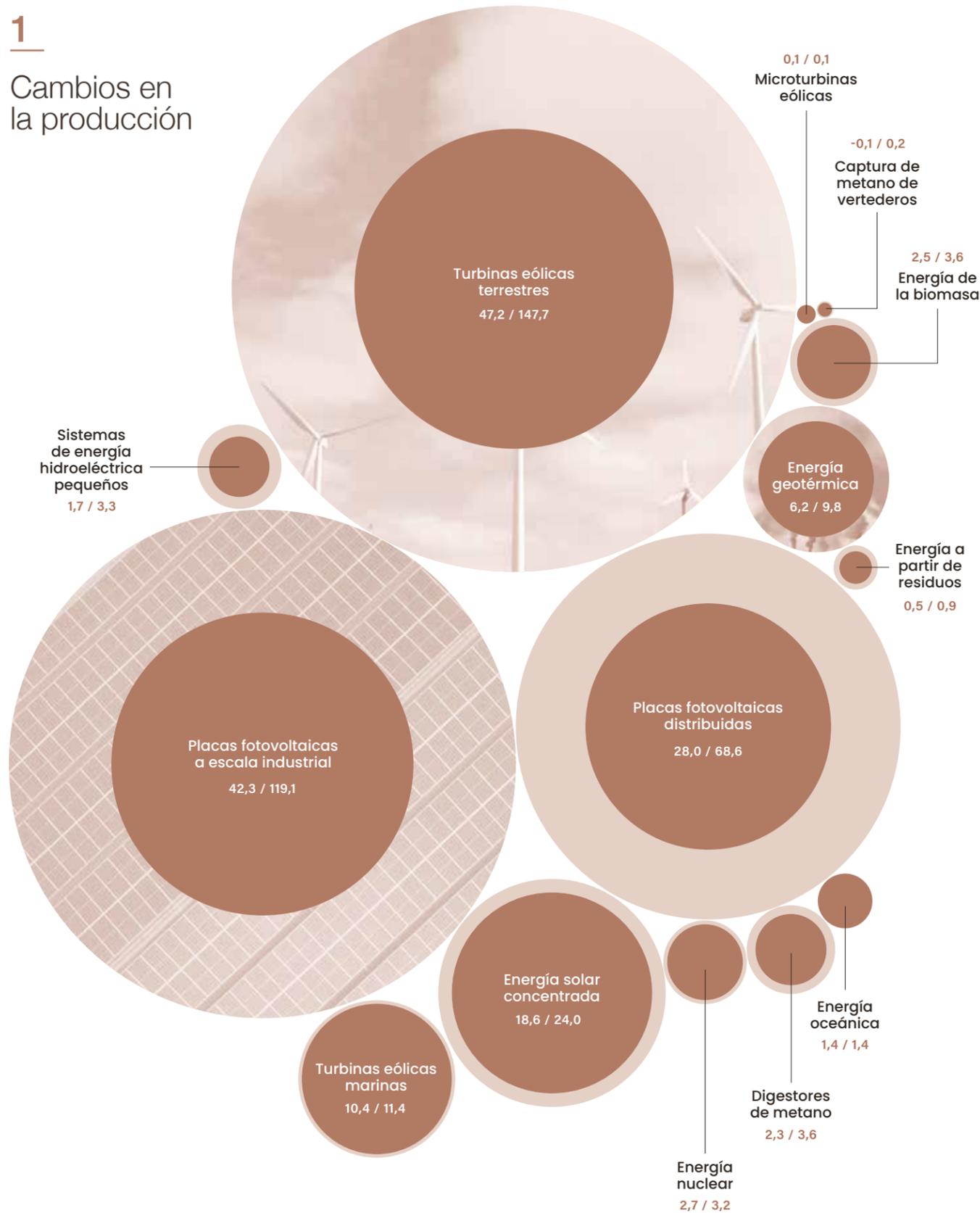
Si miramos hacia adelante, una transformación eléctrica es sin duda posible. Ya en la actualidad, la economía favorece el viento sobre los combustibles fósiles en muchos lugares. Se ha puesto en marcha una transformación para abandonar la electricidad generada por carbón en los Estados Unidos, Reino Unido y gran parte de Europa, aunque no con la velocidad o alcance necesarios. La velocidad en la transformación es el aspecto preocupante. Debemos acortar y modificar los métodos de generación de los siglos XIX y XX más rápidamente —incluyendo la larga lista de nuevas centrales eléctricas de carbón propuestas— al mismo tiempo que nos aseguramos que el futuro de la electricidad limpia es equitativo y fortalecedor para toda la sociedad.

Los practicantes de windsurf y las turbinas eólicas captan el viento en la playa de Icarazinho de Amontada, Brasil.



En el pueblo de Tinginaput, India, se utilizan paneles solares distribuidos para el alumbrado público.

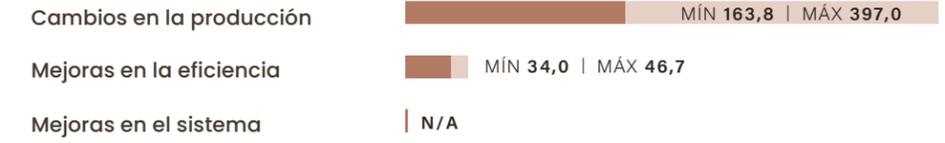
# 1 Cambios en la producción



Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.

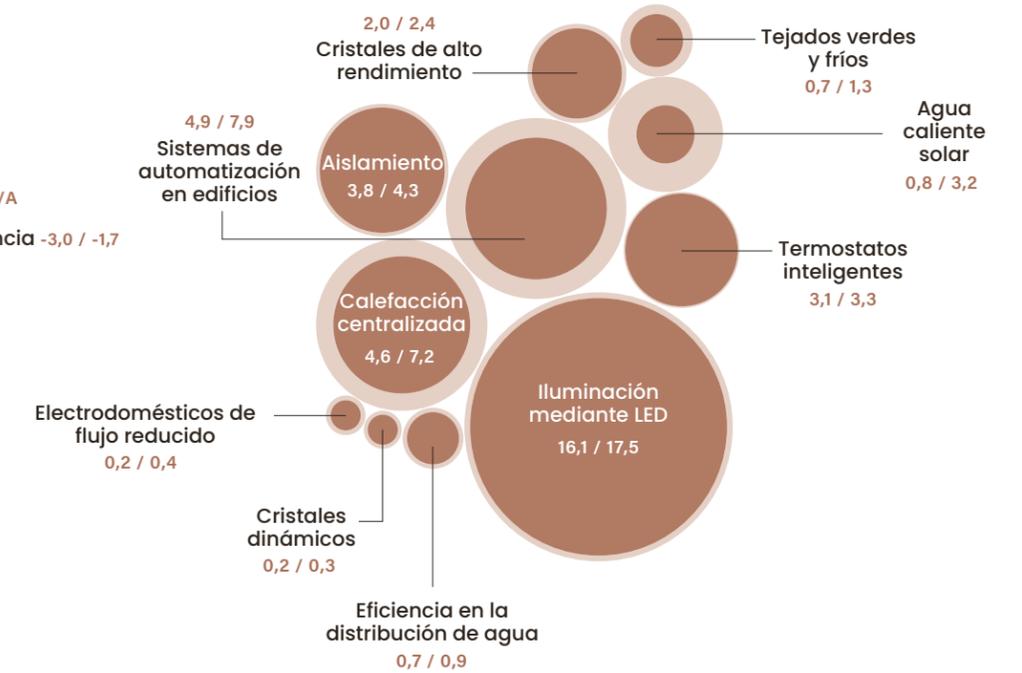
■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mínimo reducido/secuestrado (2020-2050) ■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) máximo reducido/secuestrado (2020-2050)  
 X / Y = CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mín/máx reducido/secuestrado (2020-2050)

## Impacto global



# 2 Mejoras en la eficiencia

Readaptación de edificios N/A  
 Edificios de energía neta nula N/A  
 Bombas de calor de gran eficiencia -3,0 / -1,7



# 3 Mejoras en el sistema

Flexibilidad en la red de distribución N/A  
 Microredes N/A  
 Almacenamiento de energía distribuido N/A  
 Almacenamiento de energía a escala industrial N/A

NOTA: Cuando el impacto de una solución está marcado como N/A, las reducciones en emisiones están contabilizadas en otras soluciones (se ofrecen más datos a continuación).

## SOLUCIONES

### Mejoras en la eficiencia

*\*también en Edificios y edificación*

#### Termostatos inteligentes\*

Los termostatos permiten controlar la calefacción y refrigeración de espacios. Los termostatos inteligentes utilizan algoritmos y sensores para ir mejorando la eficiencia energética con el tiempo, reduciendo las emisiones.

#### Sistemas de automatización en edificios\*

Estos sistemas pueden controlar la calefacción, refrigeración, iluminación y electrodomésticos en edificios comerciales. Reducen las emisiones maximizando la eficiencia energética y minimizando los derroches.

#### Iluminación mediante LED

Los LED son las bombillas más eficientes disponibles desde el punto de vista energético. A diferencia de tecnologías más antiguas, convierten la mayoría de la energía recibida en luz, en lugar de generar pérdidas en forma de calor.

#### Aislamiento\*

El aislamiento evita los flujos de aire no deseados hacia el interior o el exterior de los edificios. En nuevas construcciones o restauraciones, hace que la calefacción y refrigeración sean más eficientes, con menos emisiones.

#### Cristales dinámicos\*

Mediante su respuesta a la luz del sol y las condiciones climáticas, los cristales dinámicos pueden reducir la carga energética de un edificio para la calefacción, refrigeración e iluminación. Cuanto más eficaces son las ventanas, menos emisiones se producen.

#### Cristales de alto rendimiento\*

Los cristales de alto rendimiento mejoran el aislamiento de las ventanas y aumentan la eficiencia en la calefacción y refrigeración de los edificios. Minimizando el uso innecesario de energía, restringen las emisiones.

#### Tejados verdes y fríos\*

Las cubiertas y tejados verdes utilizan tierra y vegetación a modo de aislante viviente. Los techos fríos reflejan la energía solar. Ambos reducen la cantidad de energía utilizada en calefacción y refrigeración.

#### Calefacción centralizada\*

Los sistemas centralizados calientan los espacios y el agua de forma más eficiente. Una planta central y un sistema de tuberías distribuyen el agua a diversos edificios, con menores emisiones que los sistemas distribuidos.

#### Bombas de calor de gran eficiencia\*

Las bombas de calor extraen calor del aire y lo transfieren; del interior al exterior para la refrigeración, o del exterior al interior para el calor. De gran eficiencia, pueden reducir de modo muy significativo los usos energéticos de un edificio.

#### Agua caliente solar\*

El agua caliente solar aprovecha la radiación del sol en lugar de utilizar combustibles o electricidad. Mediante la sustitución de fuentes de energía convencionales por una alternativa limpia, reduce las emisiones.

#### Electrodomésticos de flujo reducido\*

La limpieza, transporte y calentamiento de agua requieren energía. Los electrodomésticos más eficientes pueden reducir de modo significativo el uso de agua, y por consiguiente reducir emisiones.

#### Eficiencia en la distribución de agua

El bombeo de agua requiere de enormes cantidades de electricidad. Solventar los escapes en las redes de distribución de agua, particularmente en las ciudades, puede reducir el derroche de agua, el uso de energía y las emisiones.

#### Readaptación de edificios\*

La readaptación y modernización de edificios puede solventar las pérdidas de electricidad y combustible con mejores aislamientos y ventanas, iluminación eficiente y sistemas avanzados de calefacción y refrigeración. La eficiencia mejorada reduce las emisiones en los edificios existentes.

NOTA: Esta solución representa una integración de otras soluciones. Las reducciones en las emisiones asociadas a la readaptación de edificios se contabilizan en cada una de las soluciones individuales.

### Mejoras en la eficiencia + Cambios en la producción

*\*también en Edificios y edificación*

#### Edificios de energía neta nula\*

Los edificios con consumo de energía neta nulo combinan una eficiencia máxima y fuentes de energía renovables locales. Producen tanta energía como consumen anualmente, con emisiones muy bajas o nulas.

NOTA: Esta solución representa una integración de otras soluciones. Las reducciones en las emisiones asociadas a los edificios de energía neta nula se contabilizan en cada una de las soluciones individuales.

### Cambios en la producción

*\*también en Industria*

#### Energía solar concentrada

La energía solar concentrada utiliza la luz del sol como fuente de calor. Conjuntos de espejos concentran los rayos en un receptor para calentar fluidos, producir vapor y hacer girar turbinas.

#### Placas fotovoltaicas distribuidas

Los paneles solares instalados en los tejados son un ejemplo de sistemas fotovoltaicos distribuidos. Tanto si están conectados a la red de distribución como si son sistemas aislados, ofrecen una generación de electricidad hiperlocal y limpia.

#### Placas fotovoltaicas a escala industrial

Las placas fotovoltaicas pueden utilizarse a escala de central de generación —con cientos o miles de paneles— para captar la energía limpia y gratuita proveniente del sol, y sustituir la generación de electricidad basada en combustibles fósiles.

## SOLUCIONES

### Cambios en la producción (cont.)

*\*también en Industria*

#### Microturbinas eólicas

Las microturbinas eólicas pueden generar electricidad limpia en ubicaciones diversas, desde centros urbanos a áreas rurales sin acceso a redes de distribución centralizadas.

#### Turbinas eólicas terrestres

Las turbinas eólicas terrestres generan electricidad a escala de suministro, comparable a las centrales tradicionales. Sustituyen a los combustibles fósiles por electricidad libre de emisiones.

#### Turbinas eólicas marinas

Los vientos en el mar son más constantes que sobre la tierra. Las turbinas eólicas marinas aprovechan dicha energía para generar electricidad a escala industrial, sin emisiones.

#### Energía geotérmica

Las reservas subterráneas de agua a alta temperatura son el combustible para la energía geotérmica. Pueden conducirse a la superficie para hacer girar turbinas que producen electricidad sin polución.

#### Sistemas de energía hidroeléctrica pequeños

Los sistemas de energía hidroeléctrica pequeños capturan la energía de los flujos libres de agua, sin la necesidad de presas. Pueden sustituir generadores diésel sucios por generación de energía limpia.

#### Energía oceánica

Los sistemas de generación de electricidad basados en olas y mareas aprovechan los flujos oceánicos —que configuran algunas de las dinámicas más potentes y constantes de la Tierra— para generar electricidad sin polución.

#### Energía de la biomasa

La materia prima de biomasa puede sustituir los combustibles fósiles para la generación de calor y electricidad. Únicamente se recomienda la biomasa perenne, que ofrece una solución “puente” hacia una producción de energía limpia y renovable.

#### Energía nuclear

La energía nuclear es lenta, cara, tiene riesgos asociados y genera residuos radioactivos, pero tiene el potencial de evitar las emisiones que generan los combustibles fósiles.

#### Energía a partir de residuos\*

Los procesos de producción de energía a partir de residuos (incineración, gasificación, pirólisis) queman residuos y los convierten en calor y/o electricidad. Las reducciones en las emisiones pueden conllevar, sin embargo, riesgos para la salud y el entorno.

#### Captura de metano de vertederos\*

Los vertederos generan metano a medida que los residuos orgánicos se descomponen. En lugar de ser liberados como emisiones, dicho metano puede capturarse y utilizarse para producir electricidad.

#### Digestores de metano\*

Los digestores anaeróbicos a escala industrial controlan la descomposición de residuos orgánicos y convierten las emisiones de metano en biogás, un combustible alternativo, y digestato, un abono rico en nutrientes.

### Mejoras en el sistema

*Las reducciones de emisiones activadas por estas soluciones se integran en las soluciones de generación de electricidad.*

#### Flexibilidad en la red de distribución

Las redes eléctricas más flexibles y mejor diseñadas pueden reducir las pérdidas durante la distribución. Son esenciales para permitir el desarrollo de las energías renovables, que son más variables que la generación de electricidad convencional.

#### Microredes

Una microred es una agrupación localizada de tecnologías de generación de electricidad, combinada con almacenamiento o generación de energía de respaldo y herramientas de gestión de demanda o “carga”.

#### Almacenamiento de energía distribuido

Las baterías independientes y las de los vehículos eléctricos almacenan energía. Proporcionan una fuente de electricidad 24/7 incluso cuando el sol no brilla o el viento no sopla.

#### Almacenamiento de energía a escala industrial

El almacenamiento de energía de gran capacidad asegura que el suministro pueda dar respuesta a la demanda. Permite el cambio a energías renovables variables y reduce las emisiones generadas por las centrales que deberían activarse durante los picos de demanda.

## 1.2

# Alimentación, agricultura y explotación del suelo

*La actividad humana ha transformado una fracción significativa de las tierras del planeta, especialmente para cultivar comida y explotar los bosques para madera. La tierra es el espacio común para obtener cobijo, sustento, alimentos para los animales, fibra, madera y distintas fuentes de energía, así como la fuente directa de subsistencia para miles de millones de personas.*

Nuestra extracción de dichos recursos a menudo perturba o desplaza ecosistemas, y las presiones paralelas de una población creciente y un consumo en aumento significan que el reto de administrar la tierra de modo sostenible se intensificará cada vez más. A día de hoy, las actividades de agricultura y forestales generan un 24% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.<sup>2</sup>

*¿Cómo podemos reducir la presión sobre los ecosistemas y las tierras, a la vez que damos respuesta a las crecientes demandas de madera y fibra en el mundo? ¿Cómo podemos hacer lo que hacemos en la tierra mejor, de modo que las emisiones provenientes de la agricultura y la explotación forestal disminuyan?*

Las preguntas a estas cuestiones son esenciales para solventar las emisiones de gases de efecto invernadero, la sustentación de los sistemas vivos del planeta, la solución a la seguridad alimentaria y la protección de la salud humana, todos ellos factores enlazados de manera inextricable.



## Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas

Modificando dietas y solventando el problema de los desperdicios de comida, la demanda global en alimentación puede reducirse significativamente. Comer en niveles inferiores de la cadena alimenticia y asegurarse de que todo lo que se cultiva es finalmente consumido configura una potente combinación que reduce los recursos agrarios, la deforestación y todas las emisiones asociadas.

## Protección de ecosistemas

Cuando la tierra y los ecosistemas se protegen deliberadamente, las actividades que liberan carbono a partir de la vegetación y el suelo se detienen antes de empezar. Además, la mejora de la producción de alimentos en terreno agrícola existente puede reducir la presión sobre los paisajes adyacentes, evitando por tanto que sean deforestados o convertidos a su vez en terreno agrícola.

## Cambio en prácticas agrícolas

La mejora de las prácticas agrícolas puede reducir las emisiones en los campos de cultivo y pasturas, incluyendo el metano generado por el cultivo de arroz y la cría de rumiantes, el óxido nitroso emitido por el estiércol y el abuso de fertilizantes, y el dióxido de carbono liberado por las alteraciones en las tierras de cultivo.

Las prácticas agrícolas y forestales también pueden asistir al papel de la tierra en la eliminación de los gases de efecto invernadero de la atmósfera. Muchas de las soluciones que evitan las emisiones que surgen de las tierras también mejoran los sumideros de carbono (se detallan a continuación). Las soluciones en este sector son igualmente significativas para la mejora de la seguridad alimentaria y la resiliencia agrícola, debido a que muchas de ellas pueden contribuir a un sistema de producción alimentaria más robusto y mejor preparado para resistir a los impactos climáticos.

Izquierda: La provincia de Borneo Central, en Indonesia, alberga turberas ricas en carbono, que se enfrentan a la presión de la desecación, tala ilegal y fuego.

Arriba, derecha: En la Marcha das Mulheres Indígenas de 2019 en Brasilia, las mujeres pusieron de manifiesto la importancia de los derechos de los indígenas sobre sus tierras.

Abajo, derecha: Un plato rico en vegetales compuesto de berenjenas asadas con cúrcuma, salsa de yogur, almendras tostadas y pimentón ahumado.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.

CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mínimo reducido/secuestrado (2020-2050)      CO<sub>2</sub>-eq (Gt) máximo reducido/secuestrado (2020-2050)

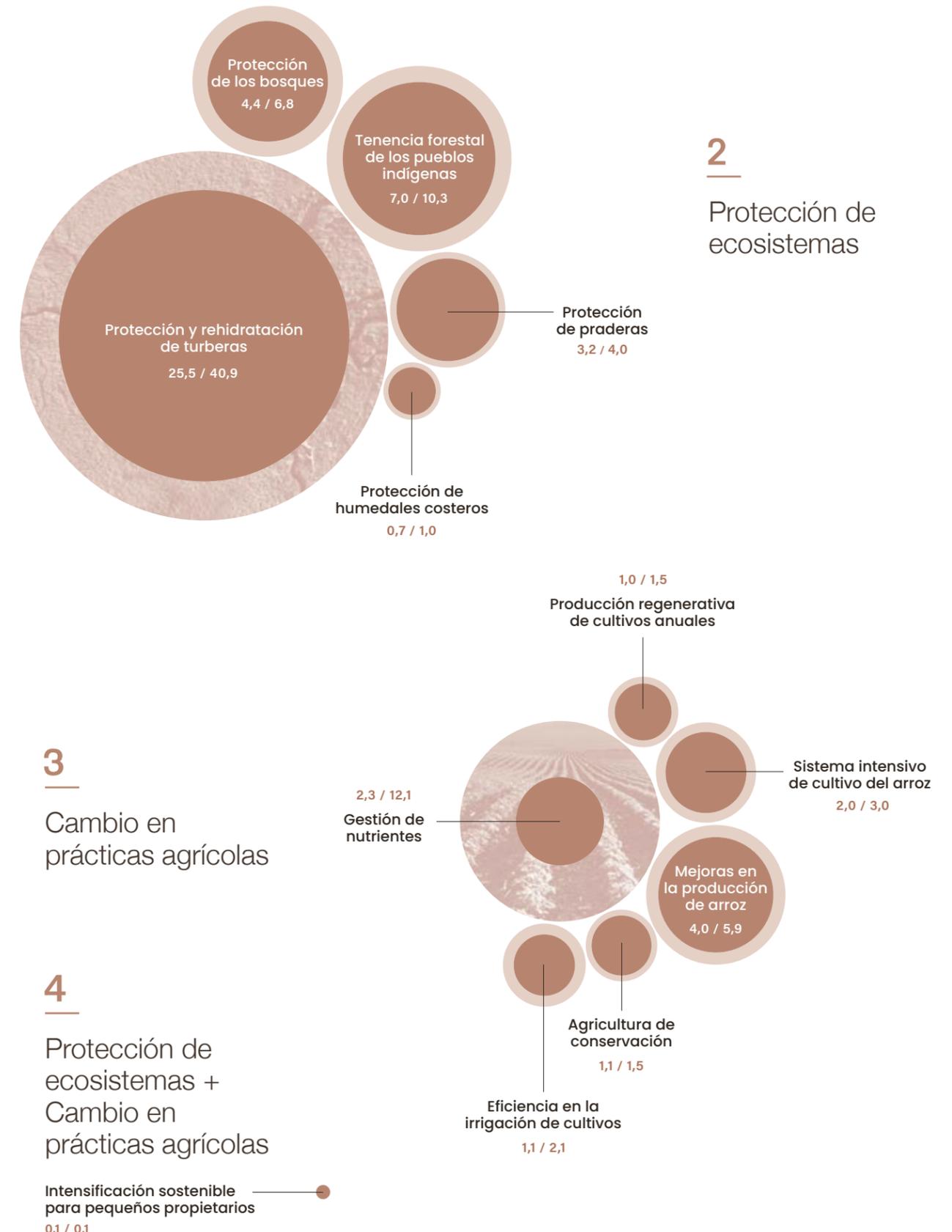
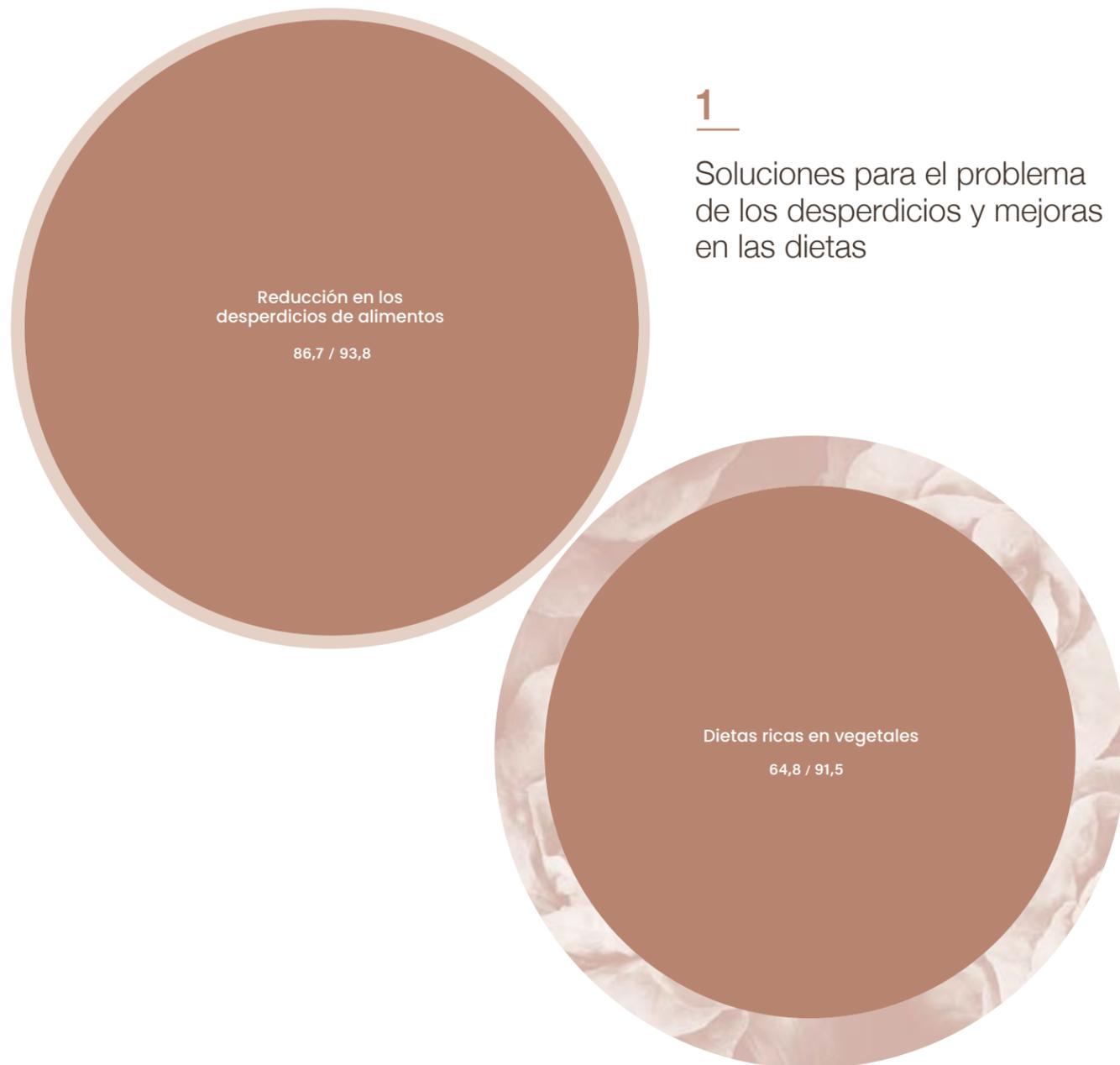
X / Y = CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mín/máx reducido/secuestrado (2020-2050)

Impacto global

Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas      MÍN 151,4 | MÁX 185,3

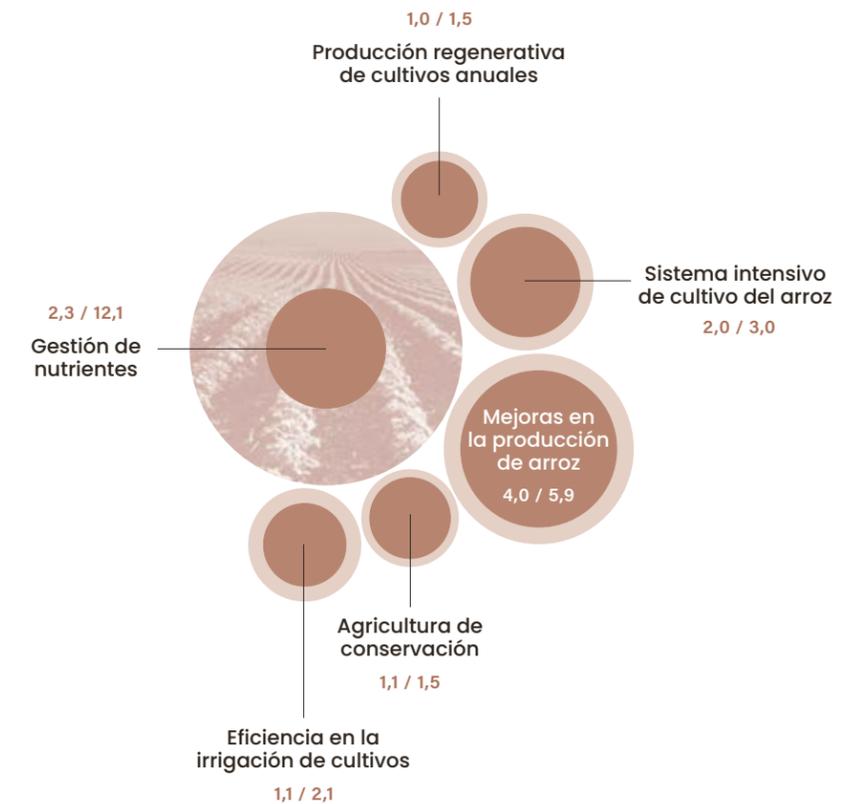
Protección de ecosistemas      MÍN 40,8 | MÁX 63,1

Cambio en prácticas agrícolas      MÍN 11,5 | MÁX 26,0



**3**  
Cambio en prácticas agrícolas

**4**  
Protección de ecosistemas + Cambio en prácticas agrícolas



## SOLUCIONES

### Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas

*\*también en Sumideros terrestres*

#### Dietas ricas en vegetales\*

El consumo de carne y productos lácteos, así como un exceso de calorías, supera a menudo las recomendaciones en nutrición. La reducción en su consumo y el favorecimiento de los alimentos vegetales reduce la demanda, y por tanto se limita igualmente la deforestación para cultivos, el uso de fertilizantes, las emisiones de gases del ganado y las emisiones de gases de efecto invernadero en general.

#### Reducción en los desperdicios de alimentos\*

Aproximadamente un tercio de la comida mundial nunca se consume, lo cual significa que las tierras y recursos utilizados así como los gases de efecto invernadero emitidos para su producción fueron innecesarios. Las intervenciones en este proceso que comprende desde la producción en la granja hasta el consumo en la mesa pueden reducir las pérdidas y desperdicios, y por tanto reducir la demanda global.

### Protección de ecosistemas

*\*también en Sumideros terrestres*  
*\*\*también en Sumideros en zonas costeras y océanos*

#### Protección de los bosques\*

Con toda su biomasa y suelos fértiles, los bosques son almacenes de carbono de gran capacidad. Su protección evita las emisiones a causa de la deforestación, protege ese carbono y permite el secuestro permanente de carbono.

#### Tenencia forestal de los pueblos indígenas\*

Asegurar la tenencia forestal protege los derechos de los pueblos indígenas. Con la soberanía, las prácticas tradicionales pueden continuar mientras que a su vez protegen ecosistemas y sumideros de carbono y evitan emisiones a causa de la deforestación.

#### Protección de praderas\*

Las praderas acumulan grandes cantidades de carbono, en su mayoría bajo tierra. Su protección salvaguarda esos almacenes de carbono y evita las emisiones a causa de la conversión en terrenos agrícolas o del desarrollo urbanístico.

#### Protección y rehidratación de turberas\*

La explotación forestal, usos agrícolas y extracción de combustible son algunas de las amenazas para las turberas ricas en carbono. Su protección y rehidratación pueden reducir las emisiones a causa de la degradación, a la vez que refuerzan el rol de las turberas como sumideros de carbono.

#### Protección de humedales costeros\*\*

Los manglares, las marismas saladas y las praderas marinas secuestran enormes cantidades de carbono en las plantas y suelo. Su protección evita la degradación y salvaguarda dichos sumideros de carbono.

### Protección de ecosistemas + Cambios en prácticas agrícolas

*\*también en Sumideros terrestres*

#### Intensificación sostenible para pequeños propietarios\*

Las prácticas de intensificación sostenible pueden incrementar las cosechas de los pequeños propietarios lo cual, en teoría, reduce la demanda para deforestar terrenos adicionales. Dichas prácticas comprenden la intercalación de cultivos, gestión de plagas basadas en el ecosistema y recursos igualitarios para las mujeres.

### Cambios en prácticas agrícolas

*\*también en Sumideros terrestres*

#### Agricultura de conservación\*

La agricultura de conservación utiliza cultivos de cobertura, rotación de cultivos y arado mínimo en la producción de las cosechas anuales. Se protege de este modo el terreno, se evitan emisiones y se secuestra carbono.

#### Producción regenerativa de cultivos anuales\*

Basada en la agricultura de conservación junto con prácticas adicionales, la producción regenerativa de cultivos anuales puede incluir la aplicación de compost, abono verde y producción orgánica. Reduce las emisiones, aumenta la materia orgánica del suelo y secuestra carbono.

#### Gestión de nutrientes

El abuso de fertilizantes basados en nitrógeno —una práctica común en la agricultura— genera óxido nitroso. Un uso más eficiente puede contener dichas emisiones y reducir el gran consumo energético implicado en la producción de fertilizantes.

#### Eficiencia en la irrigación de cultivos

El bombeo y distribución de agua requiere mucha energía. Las irrigaciones basadas en goteo o aspersión, entre otras prácticas y tecnologías, hace que el uso de agua en los entornos agrarios sea más preciso y eficiente.

#### Mejoras en la producción de arroz\*

Los arrozales inundados producen grandes cantidades de metano. La aplicación de técnicas de producción mejoradas, incluyendo la humectación y secado alternativos, puede reducir las emisiones de metano y secuestrar carbono.

#### Sistema intensivo de cultivo del arroz\*

El sistema intensivo de cultivo del arroz (SICA) es un método holístico de cultivo de arroz sostenible. Minimizando el uso de agua y alternando entornos húmedos y secos, se minimiza la producción de metano y las emisiones.

# 1.3 Industria

*Desde el hormigón a los ordenadores, desde los coches a la indumentaria, la industria es el sector de producción que fabrica todos esos bienes. Incluye una serie de actividades conectadas: la extracción de materiales en crudo, la fabricación de piezas y componentes y finalmente la de los bienes en sí, su distribución para el uso, la gestión del fin de vida y (posiblemente) el hacer que los residuos vuelvan a estar en funcionamiento. El modo de funcionamiento dominante es extraer-fabricar-utilizar-desechar, un flujo lineal de materiales que es ineficiente e insostenible.*

Este sector obtiene su nombre del latín basado en los términos “diligencia” o “laboriosidad”. El trabajo intenso de la industria ciertamente promueve la actividad económica pero también crea emisiones sustanciales, algunas de ellas entre las más difíciles de controlar. La industria precisa de máquinas de gran consumo energético, hornos y calderas, y muchas veces implementa procesos contaminantes. La mayoría de estas emisiones se producen en la propia planta —talleres o fábricas— haciendo que la industria sea responsable del 21% de todas las emisiones que atrapan calor.<sup>2</sup> Debido a este apetito energético, la industria también consume la mitad de las emisiones generadas para producir electricidad fuera de planta (como se ha mostrado anteriormente). En este sector, la producción de cemento, hierro y acero ocupan los puestos principales en las tablas de emisiones. El aluminio, fertilizantes, papel, plástico, alimentos procesados, indumentaria y residuos acaban de completar el problema.

*¿Cómo podemos mejorar los procesos industriales y los materiales producidos? ¿Cómo hacer que la industria utilice los residuos e integre flujos de sustancias eficientes y circulares?*

Estas preguntas tienen implicaciones con un alcance que va más allá de este sector, ya que está íntimamente relacionado con la movilidad, infraestructuras, edificación, alimentación y todo tipo de tecnologías. Las soluciones de la industria se agrupan alrededor de los materiales, residuos, refrigerantes y eficiencia energética.



## Mejoras en materiales

Los plásticos, metales y cemento están entre nuestros materiales más presentes. También son los primeros candidatos a ser mejorados o sustituidos por mejores alternativas que puedan responder a las mismas necesidades, pero generando menos emisiones.

## Uso de residuos

Los residuos pueden reintegrarse como recurso —un elemento de valor en lugar de un desecho— para reducir el uso de materias primas y energía, y reducir consiguientemente las emisiones. Las propuestas más avanzadas en este sentido nos pueden llevar a una economía circular.

## Soluciones para los refrigerantes

Los productos químicos utilizados en refrigeración se convierten en gases de efecto invernadero de gran impacto, y a menudo se vierten o escapan durante su desecho. Se pueden mejorar tanto la gestión como el desecho de los gases fluorados en uso actualmente como refrigerantes y, al final del proceso, sustituirlos por alternativas más benignas.

## Mejoras en la eficiencia

Los procesos industriales también pueden reducir emisiones mediante la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía con bajo o ningún contenido de carbono.



La industria, especialmente la industria pesada, presenta algunos de los mayores retos para la reducción de emisiones a cero. Por ejemplo, la fabricación de hormigón, una de las bases de la construcción moderna, libera una enorme cantidad de dióxido de carbono. Una serie de procesos industriales, como la fabricación del acero, requieren de muy altas temperaturas que, por ahora, se basan en el uso de combustibles fósiles. Probablemente se produzcan cambios esenciales en este sector en los años venideros.

NOTA: Hasta el momento actual, Project Drawdown ha analizado una serie limitada de soluciones industriales. Este conjunto se expandirá en el futuro (por ejemplo, soluciones para la producción de productos químicos, acero e indumentaria).

Arriba, izquierda: CopenHill es una planta de generación de energía a partir de residuos que también funciona como pista de esquí artificial en Copenhague, Dinamarca.

Abajo, izquierda: Una granja de explotación lechera en el condado de Lancaster, Pennsylvania, convierte en abono los restos alimentarios y el estiércol de vaca.

Derecha: Los frigoríficos y aires acondicionados funcionan con refrigerantes químicos que requieren de una gestión y desecho cuidadosos.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.

■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mínimo reducido/secuestrado (2020-2050)    ■ CO<sub>2</sub>-eq (Gt) máximo reducido/secuestrado (2020-2050)

X / Y = CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mín/máx reducido/secuestrado (2020-2050)

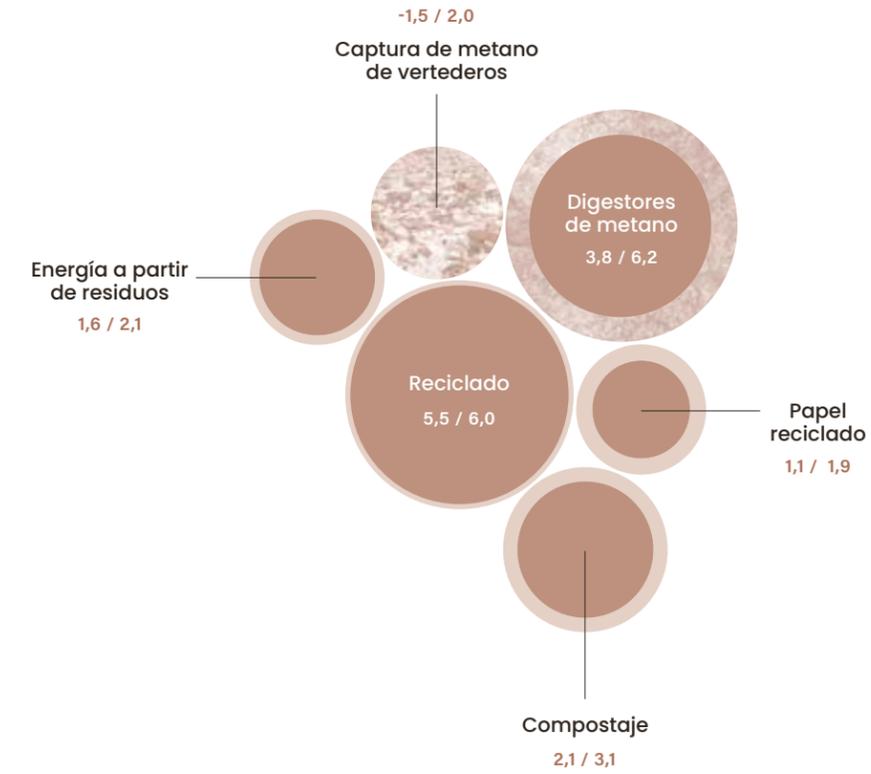
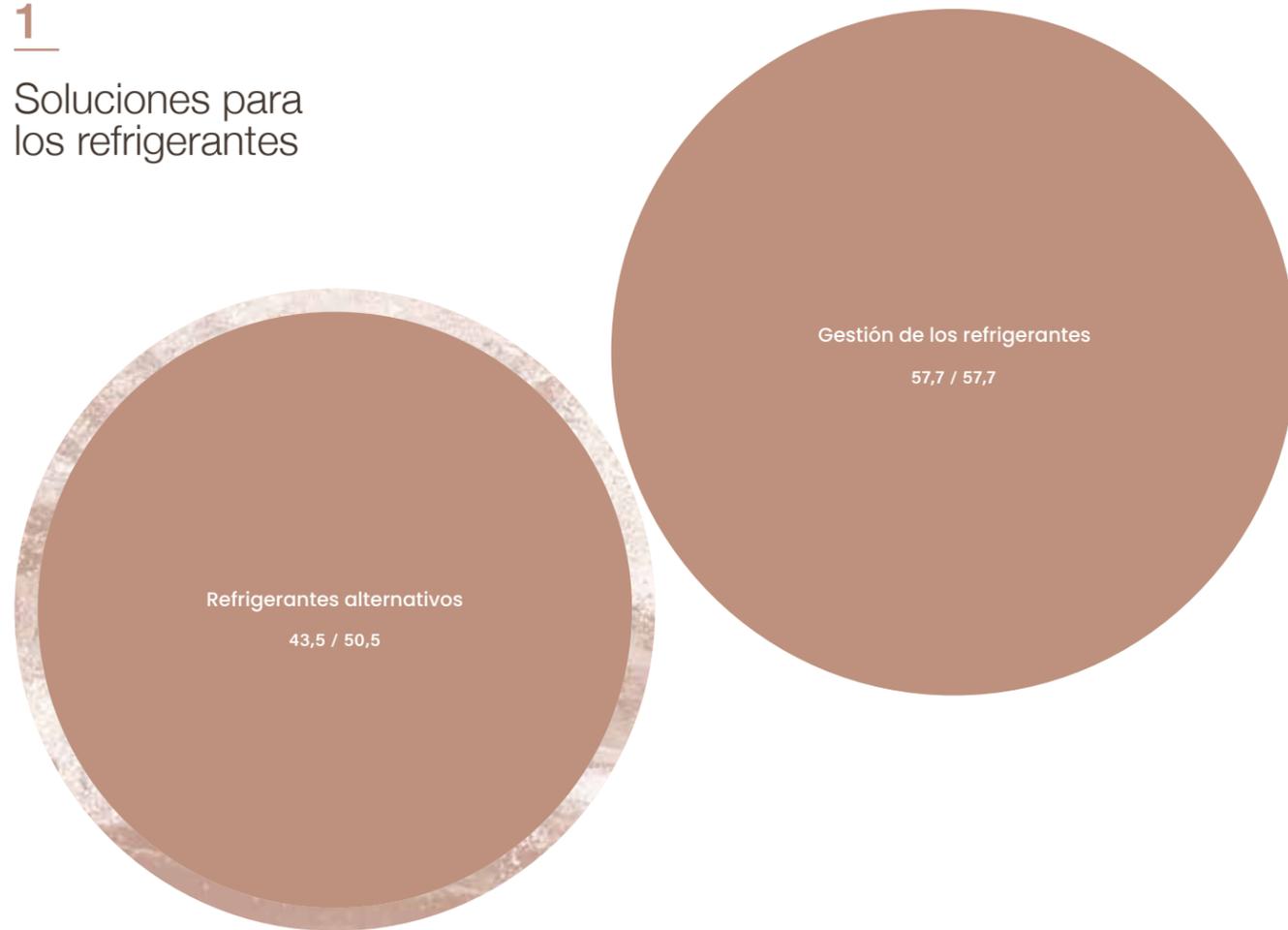
Impacto global

Soluciones para los refrigerantes    ■ MÍN 101,3 | MÁX 108,3

Uso de residuos    ■ MÍN 12,7 | MÁX 21,4

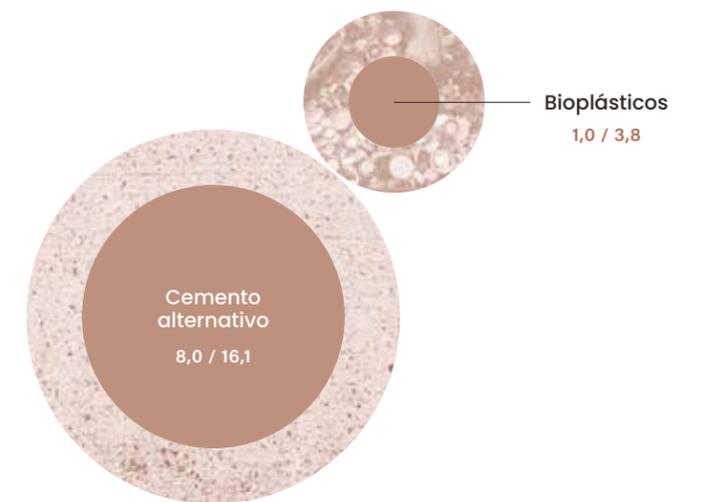
Mejoras en materiales    ■ MÍN 8,9 | MÁX 19,9

1  
Soluciones para los refrigerantes



2  
Uso de residuos

3  
Mejoras en materiales



## SOLUCIONES

### Mejoras en materiales

#### Cemento alternativo

La producción de cemento requiere cantidades de energía significativas y la descarbonización de la caliza. Las cenizas volantes, un desecho resultante de la quema de carbón, puede reemplazar parte de dicho material y reducir las emisiones.

#### Bioplásticos

La mayoría de plásticos están fabricados a partir de combustibles fósiles, pero los bioplásticos utilizan vegetales como fuente alternativa de carbono. La mayoría de veces generan menos emisiones y en muchas ocasiones son biodegradables.



Un técnico desmantela un residuo electrónico para su reciclado en el distrito Bugesera de Ruanda.

### Uso de residuos

*\*también en Electricidad*

#### Compostaje

El compostaje puede comprender desde cubos en el patio trasero a operaciones a escala industrial. De cualquier modo, convierte los residuos orgánicos en carbono para el suelo, evitando las emisiones de metano de los vertederos en el proceso.

#### Reciclado

La producción de nuevos productos a partir de materiales de recuperación requiere menos materias primas y menos energía. Esta es la manera en la que el reciclado de desechos domésticos, comerciales e industriales puede reducir emisiones.

#### Papel reciclado

El papel reciclado realiza un viaje circular en lugar de ser un flujo constante desde la tala de árboles al vertedero. El reprocesado de papel usado evita la extracción de materia prima vegetal y evita emisiones.

#### Energía a partir de residuos\*

Los procesos de producción de energía a partir de residuos (incineración, gasificación, pirólisis) queman residuos y los convierten en calor y/o electricidad. Las reducciones en las emisiones pueden conllevar, sin embargo, riesgos para la salud y el entorno.

#### Captura de metano de vertederos\*

Los vertederos generan metano a medida que los residuos orgánicos se descomponen. En lugar de ser liberados como emisiones, dicho metano puede capturarse y utilizarse para producir electricidad.

#### Digestores de metano\*

Los digestores anaeróbicos a escala industrial controlan la descomposición de residuos orgánicos y convierten las emisiones de metano en biogás, un combustible alternativo, y digestato, un abono rico en nutrientes.

### Soluciones para los refrigerantes

*\*también en Edificios y edificación*

#### Gestión de los refrigerantes\*

Los gases fluorados generan un efecto invernadero de gran impacto, y se utilizan comúnmente como refrigerantes. El control de fugas y el desecho controlado de estos productos químicos puede evitar emisiones en edificios y vertederos.

#### Refrigerantes alternativos\*

Los gases fluorados no son los únicos refrigerantes disponibles. Algunas alternativas, como el amoníaco o el dióxido de carbono capturado, pueden sustituirlos en el futuro.

# 1.4 Transporte

*Trasladar gente o bienes del punto A al punto B, y tal vez de vuelta: de alguna manera, el transporte es increíblemente simple. Las personas estarían limitadas a la velocidad de sus pasos, carreras, natación o recorridos a caballo si no fuera por los aviones, trenes, coches, autobuses, bicicletas y barcos. La movilidad ha jugado un rol esencial y complejo en el desarrollo de la sociedad.*

La mayoría de la energía que pone en marcha la movilidad ha sido, hasta la actualidad, generada quemando hidrocarburos líquidos tales como la gasolina, el gasóleo y el queroseno. ¿Por qué? Debido a una impresionante combinación de densidad energética (la energía que contiene un litro de combustible), abundancia y bajo coste. Pero si tenemos en cuenta lo que no se contabiliza en ese precio, veremos que la movilidad impulsada por el petróleo es definitivamente cara. Las partículas en suspensión dañan la salud humana. Los vertidos de petróleo destruyen tierras y mares. Y además existe el coste para el sistema climático: el transporte es responsable del 14% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.<sup>2</sup>

*¿Cómo podemos seguir dando soporte al bien social que comporta la movilidad, pero eliminar su dependencia del petróleo? ¿De qué modo deben cambiar los vehículos, infraestructuras y operaciones para eliminar las emisiones generadas por el transporte?*

Estas son las cuestiones a las que debe responder la sociedad si queremos seguir desplazando bienes y personas por razones de necesidad, ocio o comercio. Las soluciones en transporte se concentran en alternativas, eficacia de combustibles y electrificación.



## Cambio a alternativas de movilidad

Los modos de movilidad alternativos reducen la demanda de transporte alimentado por combustibles fósiles o la sustituyen completamente. Gracias al transporte público y compartido, podemos optimizar al máximo los asientos disponibles. Las ciudades compactas, las infraestructuras intencionales y las tecnologías de comunicación avanzadas hacen posible andar, desplazarse en bicicleta o simplemente mantenerse conectado.

## Mejoras en la eficiencia

En los entornos en los que los motores de combustión sigan en uso, los vehículos pueden hacerse mucho más eficientes gracias a mejoras mecánicas, reducción de peso, mejor diseño y una conducción optimizada.

## Electrificación de vehículos

La electrificación de vehículos sustituye completamente al petróleo, y tiene todavía mayores beneficios cuando se combina con la generación de electricidad renovable.

Estas soluciones de transporte tienen el potencial de ahorrar costes y evitar la contaminación, pero las transformaciones requeridas son sustanciales y el sector puede ser lento en su evolución. Los vehículos se mantienen en uso durante años. Las nuevas infraestructuras de transporte son caras y de fabricación lenta. Los combustibles limpios para los aviones son todavía una realidad lejana. Pero muchas de estas soluciones pueden, si se aplican de manera inteligente, crear una movilidad más justa y mejor calidad de vida en nuestras ciudades y comunidades, sin poner en peligro la estabilidad de nuestro clima.



El metro de Chicago comúnmente llamado "L" es uno de los sistemas de transporte público mayor y con más tránsito en los Estados Unidos.

Un buque de carga amarrado en Guarujá, una ciudad costera cerca de São Paulo, Brasil.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.

CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mínimo reducido/secuestrado (2020-2050)      CO<sub>2</sub>-eq (Gt) máximo reducido/secuestrado (2020-2050)

X / Y = CO<sub>2</sub>-eq (Gt) mín/máx reducido/secuestrado (2020-2050)

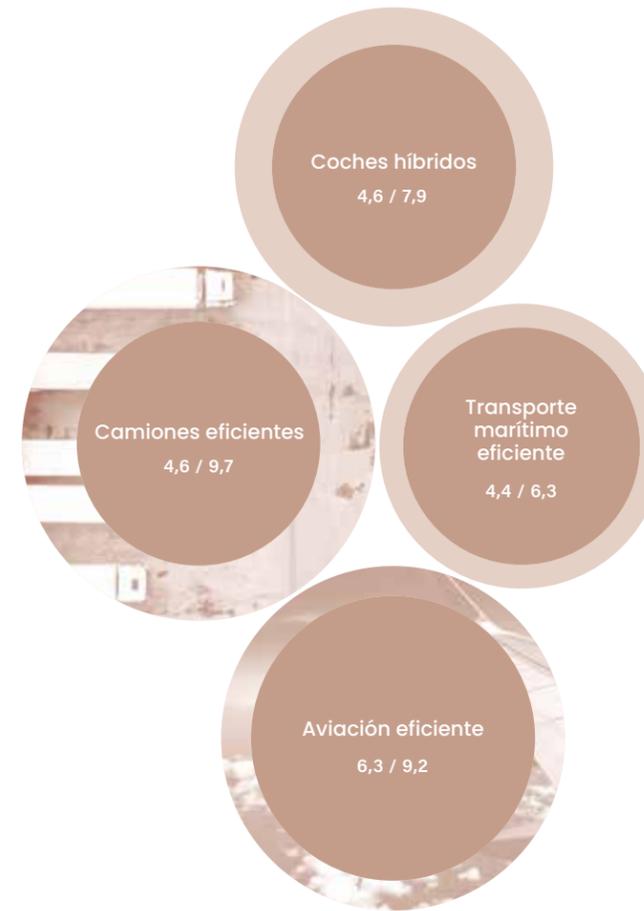
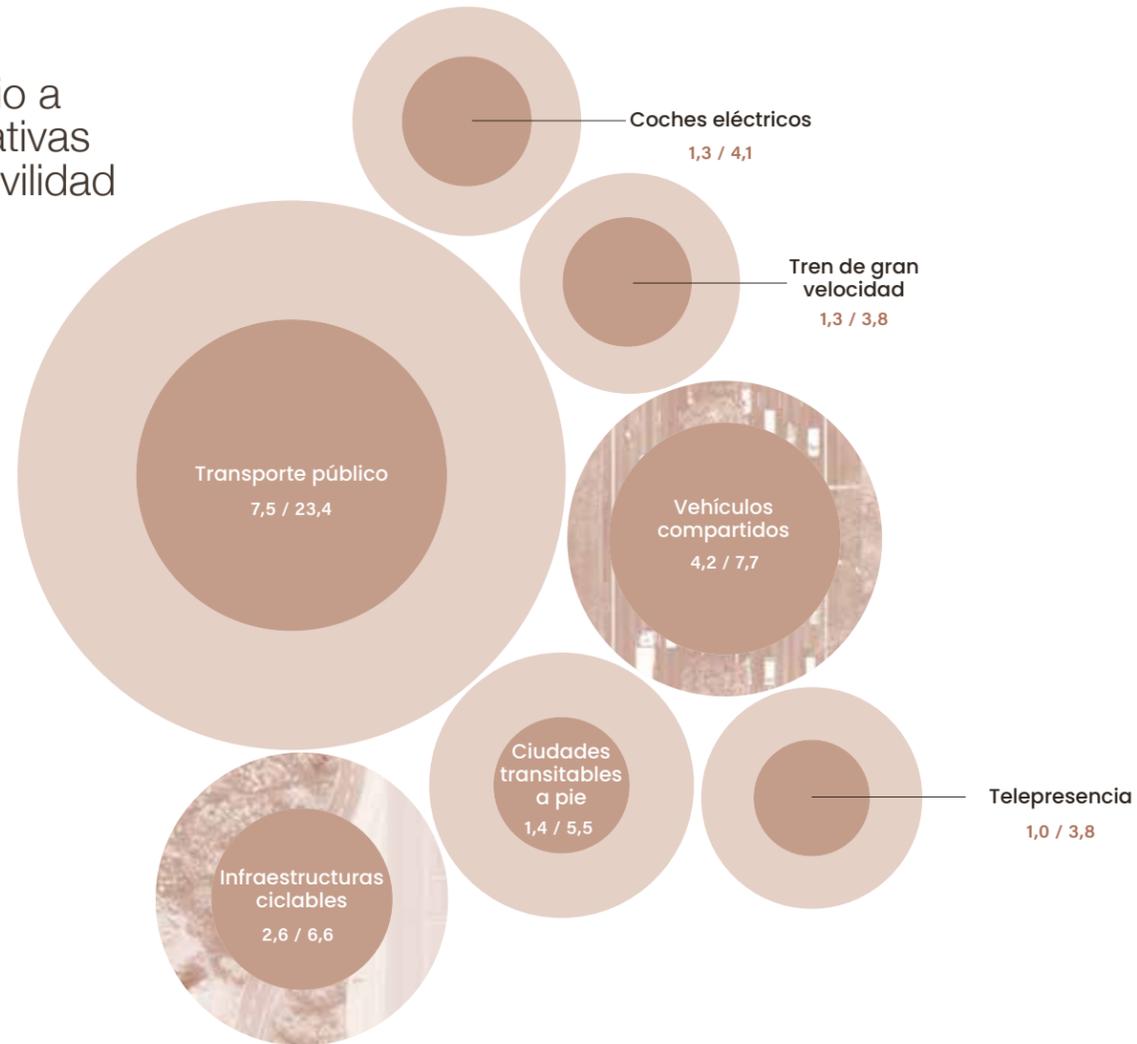
Impacto global

Cambio a alternativas de movilidad      MÍN 19,3 | MÁX 54,8

Mejoras en la eficiencia      MÍN 19,9 | MÁX 33,1

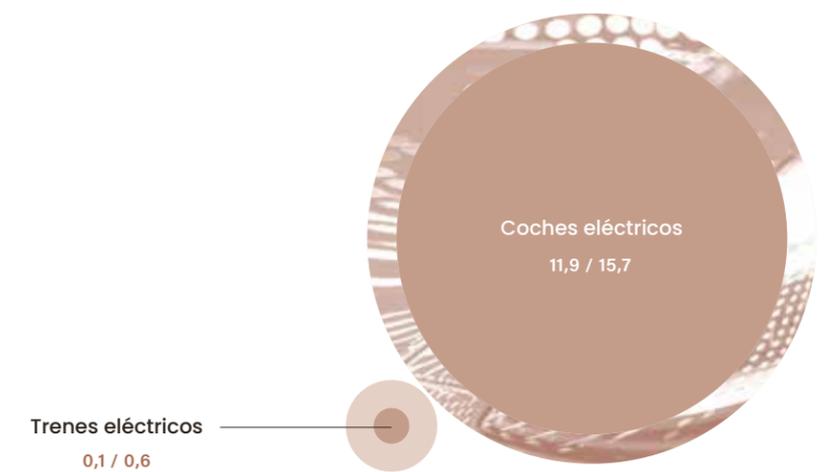
Electrificación de vehículos      MÍN 12,0 | MÁX 16,3

**1**  
Cambio a alternativas de movilidad



**2**  
Mejoras en la eficiencia

**3**  
Electrificación de vehículos



## SOLUCIONES

### Cambio a alternativas de movilidad

#### Ciudades transitables a pie

Las ciudades transitables a pie utilizan la planificación, diseño y densidad para maximizar los desplazamientos a pie y minimizar aquellos en vehículos, especialmente para desplazarse al trabajo. Las emisiones decrecen en la medida en que los peatones ocupan el lugar de los coches.

#### Infraestructuras ciclables

Las bicicletas ofrecen una alternativa a los coches y al transporte basado en combustibles fósiles, especialmente en las ciudades. La infraestructura es esencial para permitir un uso seguro y amplio de las bicicletas, y por consiguiente se limitan las emisiones.

#### Bicicletas eléctricas

Motores alimentados por pequeñas baterías proporcionan un empuje a las bicicletas eléctricas. Las convierte en una alternativa más atractiva frente a formas de transporte contaminantes, concretamente los coches.

#### Vehículos compartidos

Cuando los pasajeros comparten origen, destino o puntos intermedios en una ruta, pueden hacerla juntos. Los vehículos compartidos optimizan el combustible y los asientos disponibles, reduciendo emisiones.

#### Transporte público

Los tranvías, autobuses y redes de metro ofrecen modos de transporte eficientes y alternativos. El transporte público puede hacer que se minimice el uso de vehículos privados y se controlen los gases de efecto invernadero.

#### Tren de gran velocidad

El tren de gran velocidad ofrece una alternativa a desplazamientos que deberían realizarse en coche o en avión. Requiere vías e infraestructuras especiales, pero puede reducir de forma significativa las emisiones.

#### Telepresencia

La telepresencia integra tecnologías audiovisuales y de comunicación en red de alto rendimiento de modo que la gente puede interactuar a lo largo de grandes distancias. Reduce los desplazamientos —especialmente en avión— y sus emisiones.

### Mejoras en la eficiencia

#### Coches híbridos

Considerada como tecnología de transición, los coches híbridos combinan un motor eléctrico y batería con un motor de combustión interna. Esta combinación mejora la economía del combustible —más kilómetros por litro— y reduce las emisiones.

#### Camiones eficientes

La eficiencia en combustible es esencial para reducir las emisiones en el transporte de mercancías por carretera. Las flotas existentes pueden adaptarse, mientras que los nuevos camiones pueden construirse para que sean más eficientes o completamente eléctricos.

#### Aviación eficiente

Varias tecnologías y prácticas operativas pueden reducir las emisiones de los aviones en cierto nivel. Estas incluyen mejores motores, mejoras en el diseño de alas y reducción de peso para incrementar la eficiencia del combustible.

#### Transporte marítimo eficiente

Enormes volúmenes de bienes se transportan por los océanos. El diseño de buques orientado a ahorrar combustible, las tecnologías de a bordo y diversas prácticas operativas pueden mejorar la eficiencia y controlar las emisiones.

### Electrificación de vehículos

#### Coches eléctricos

Los motores eléctricos sustituyen a los motores de gasolina o diésel, más contaminantes y menos eficientes. Los vehículos eléctricos siempre reducen las emisiones de transporte, y lo hacen de modo radical cuando la electricidad se genera mediante fuentes renovables.

#### Trenes eléctricos

La electrificación de los trenes permite a los mismos abandonar los motores basados en diésel altamente contaminantes. Cuando se alimentan de fuentes de energía renovable, los trenes eléctricos pueden proporcionar transporte con emisiones prácticamente nulas.

# 1.5 Edificios y edificación

*La gente pasa la mayor parte del tiempo a cubierto. Como elementos centrales en las vidas humanas, los edificios proporcionan espacios en los que habitar, reunirse, trabajar, comerciar, fabricar, aprender, sanarse y divertirse. De todas las estructuras que creamos, los edificios son las más grandes y generalmente persisten durante décadas, si no siglos. El mundo dispone ya de más de 230 mil millones de metros cuadrados de espacio en edificios. Otros 65 mil millones podrían añadirse en esta década.<sup>6</sup>*

No debe pues sorprendernos que los edificios sean uno de los principales orígenes de emisiones. Algunas provienen de los materiales de los que están contruidos y del proceso de construcción, renovación o demolición, en lo que se conoce como “carbono incorporado”. Muchas más emisiones son el resultado del uso continuado. En los edificios se consumen combustibles, principalmente para calentar espacios o agua, o para cocinar. Los productos químicos utilizados para la refrigeración pueden escaparse en forma de emisiones. A través de estas fuentes directas en el terreno los edificios producen el 6% de las emisiones que atrapan calor del mundo.<sup>2</sup> Los edificios también utilizan la mitad de la electricidad, creando un impacto en planta en las emisiones ligadas a la generación de electricidad (como se ha mostrado anteriormente).

*¿Cómo podemos adaptar los edificios existentes y crear nuevos edificios que minimicen el uso de energía?  
¿Cómo podemos eliminar otras fuentes de emisiones generadas en los edificios?*

Estas cuestiones están en el núcleo de la construcción de edificios que sean no únicamente mejores para el planeta sino también con menores costes de operación y más saludables, mejores lugares para las personas en su interior y alrededor de los mismos. Las soluciones constructivas se orientan a mejorar la eficiencia energética, las fuentes de energía y los refrigerantes.



## Mejoras en la eficiencia

Tanto si se trata de adaptar edificios existentes o de nuevas construcciones, las soluciones para la eficiencia energética son similares. Muchas están relacionadas con resolver la capa externa y el aislamiento de los edificios —métodos para mantener el aire acondicionado en el interior y el no acondicionado en el exterior— mientras que otras utilizan la tecnología para optimizar el consumo de energía.

## Cambios en las fuentes de energía

Pueden reemplazarse las fuentes de energía fósiles contaminantes utilizadas normalmente para calentar espacios, calentar agua o preparar alimentos por alternativas limpias.

## Soluciones para los refrigerantes

Los gases utilizados para la refrigeración son gases de efecto invernadero de gran impacto. Podemos reducir las emisiones controlando las fugas que a menudo se producen en los edificios, así como desechar correctamente los refrigerantes (un proceso de residuos integrado en la sección Industria, anteriormente). En un futuro, estos gases fluorados podrán sustituirse por alternativas más benignas.

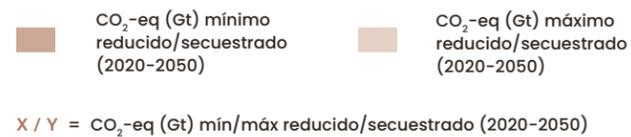
Muchas soluciones en edificios reducen las emisiones en los mismos y mejoran su eficiencia eléctrica, disminuyendo así mismo las emisiones en las centrales de generación. Conjuntamente, estas soluciones pueden producir una transición para los edificios llevándolos de ser un problema a hacer que tengan un impacto neto positivo, ya que los edificios “más verdes” pueden producir más energía de la que consumen. Estas soluciones también pueden ayudar a paliar la “carga energética” a la que se enfrentan muchos hogares con bajos ingresos, ya que los gastos de energía a menudo constituyen un porcentaje significativo y desproporcionado de los ingresos.

Una cubierta verde en Lovaina, Bélgica, una ciudad que ha invertido de manera significativa en sostenibilidad y habitabilidad.



Las cocinas de biogás pueden mejorar la calidad del aire interior, proteger bosques y evitar emisiones.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.

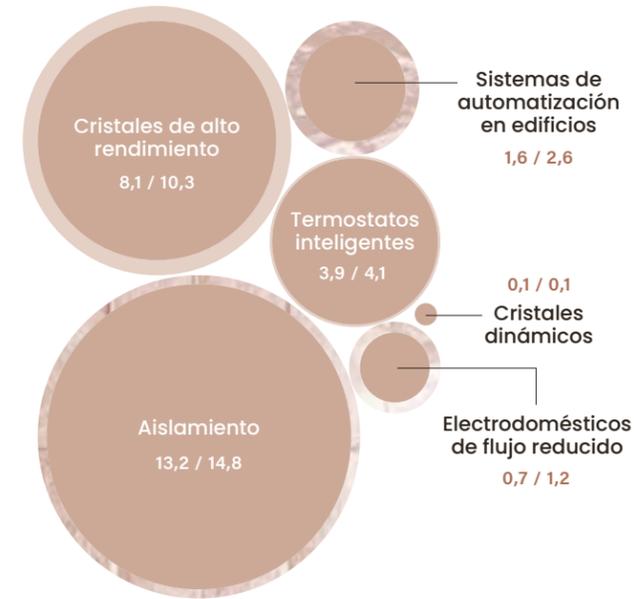
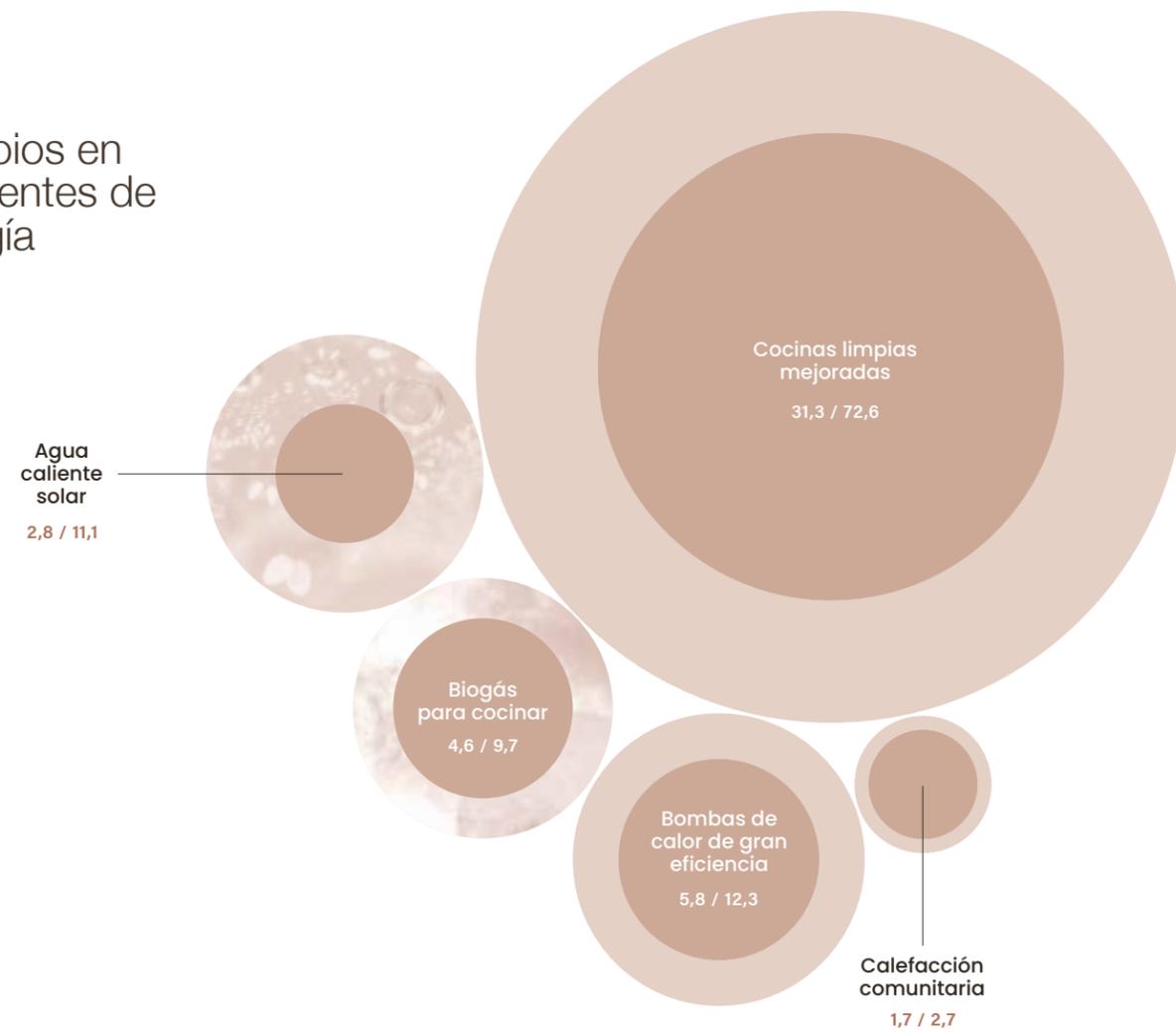


Impacto global



# 1

## Cambios en las fuentes de energía



## 2

### Mejoras en la eficiencia

Readaptación de edificios N/A  
 Edificios de energía neta nula N/A  
 Tejados verdes y fríos -0,2 / -0,1



Instalación de aislantes, una medida clave de alta eficacia energética, en Montreal, Canadá.

## 3

### Soluciones para los refrigerantes

Gestión de los refrigerantes N/A  
 Refrigerantes alternativos N/A

NOTA: Cuando el impacto de una solución está marcado como N/A, las reducciones en emisiones están contabilizadas en otras soluciones (se ofrecen más datos a continuación).

NOTA: Todas las reducciones en emisiones relacionadas con refrigerantes están integradas en la sección Industria.

## SOLUCIONES

### Mejoras en la eficiencia

*\*también en Electricidad*

#### Termostatos inteligentes\*

Los termostatos permiten controlar la calefacción y refrigeración de espacios. Los termostatos inteligentes utilizan algoritmos y sensores para ir mejorando la eficiencia energética con el tiempo, reduciendo las emisiones.

#### Sistemas de automatización en edificios\*

Estos sistemas pueden controlar la calefacción, refrigeración, iluminación y electrodomésticos en edificios comerciales. Reducen las emisiones maximizando la eficiencia energética y minimizando los derroches.

#### Aislamiento\*

El aislamiento evita los flujos de aire no deseados hacia el interior o el exterior de los edificios. En nuevas construcciones o restauraciones, hace que la calefacción y refrigeración sean más eficientes, con menos emisiones.

#### Cristales dinámicos\*

Mediante su respuesta a la luz del sol y las condiciones climáticas, los cristales dinámicos pueden reducir la carga energética de un edificio para la calefacción, refrigeración e iluminación. Cuanto más eficaces son las ventanas, menos emisiones se emiten.

#### Cristales de alto rendimiento\*

Los cristales de alto rendimiento mejoran el aislamiento de las ventanas y aumentan la eficiencia en la calefacción y refrigeración de los edificios. Minimizando el uso innecesario de energía, restringen las emisiones.

#### Tejados verdes y fríos\*

Las cubiertas y tejados verdes utilizan tierra y vegetación a modo de aislante viviente. Los techos fríos reflejan la energía solar. Ambos reducen la cantidad de energía utilizada en calefacción y refrigeración.

#### Electrodomésticos de flujo reducido\*

La limpieza, transporte y calentamiento de agua requieren energía. Los electrodomésticos más eficientes pueden reducir de modo significativo el uso de agua, y por consiguiente reducir emisiones.

*\*también en Electricidad*

### Mejoras en la eficiencia + Cambios en las fuentes de energía

NOTA: Estas soluciones representan una integración o sistema de otras soluciones. Las reducciones en emisiones asociadas con la readaptación de edificios y los edificios de energía neta nula se contabilizan en dichas soluciones individuales.

#### Readaptación de edificios\*

La readaptación y modernización de edificios puede solventar las pérdidas de electricidad y combustible con mejores aislamientos y ventanas, iluminación eficiente y sistemas avanzados de calefacción y refrigeración. La eficiencia mejorada reduce las emisiones en los edificios existentes.

### Mejoras en la eficiencia + Cambios en las fuentes de energía (cont.)

#### Edificios de energía neta nula\*

Los edificios con consumo de energía neta nulo combinan una eficiencia máxima y fuentes de energía renovables locales. Producen tanta energía como consumen anualmente, con emisiones muy bajas o nulas.

### Cambios en las fuentes de energía

*\*también en Electricidad*

#### Calefacción centralizada\*

Los sistemas centralizados calientan los espacios y el agua de forma más eficiente. Una planta central y un sistema de tuberías distribuyen el agua a diversos edificios, con menores emisiones que los sistemas distribuidos.

#### Bombas de calor de gran eficiencia\*

Las bombas de calor extraen calor del aire y lo transfieren; del interior al exterior para la refrigeración, o del exterior al interior para el calor. De gran eficiencia, pueden reducir de modo muy significativo los usos energéticos de un edificio.

#### Agua caliente solar\*

El agua caliente solar aprovecha la radiación del sol en lugar de utilizar combustibles o electricidad. Mediante la substitución de fuentes de energía convencionales por una alternativa limpia, reduce las emisiones.

#### Biogás para cocinar

Los digestores anaeróbicos procesan residuos orgánicos domésticos o de granjas y los convierte en biogás y digestato fertilizador. Las cocinas que usan biogás pueden reducir las emisiones si reemplazan la biomasa o queroseno para cocinar.

#### Cocinas limpias mejoradas

Las cocinas limpias mejoradas pueden solventar la polución generada por la quema de madera o biomasa en las cocinas tradicionales. Mediante el uso de distintas tecnologías, ayudan a reducir las emisiones y proteger la salud humana.

*\*también en Industria*

### Soluciones para los refrigerantes

NOTA: Todas las reducciones de emisiones relacionadas con refrigerantes se contabilizan en la sección Industria.

#### Gestión de los refrigerantes\*

Los gases fluorados generan un efecto invernadero de gran impacto, y se utilizan comúnmente como refrigerantes. El control de fugas y el desecho controlado de estos productos químicos puede evitar emisiones en edificios y vertederos.

#### Refrigerantes alternativos\*

Los gases fluorados no son los únicos refrigerantes disponibles. Algunas alternativas, como el amoníaco o el dióxido de carbono capturado, pueden sustituirlos en el futuro.

# 1.6 Otros

*El 10% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero se integran en la categoría de “otros”: se trata de emisiones adicionales relacionadas principalmente con la producción y uso de combustibles fósiles.<sup>2</sup>*

Antes de que se produzca la combustión del carbón, petróleo o gas, encontramos las fases de minería, extracción, refinación, procesado, almacenamiento y transporte. Todos estos procesos integrados dentro del sistema energético también generan emisiones que atrapan calor. El metano, por ejemplo, escapa de pozos de gas y tuberías en forma de “emisiones fugitivas”. A medida que trabajamos para construir un futuro de energía limpia, este sector de emisiones también requiere soluciones durante los años de transición, para minimizar los daños mientras los combustibles fósiles sigan en activo. Acabar con su uso, de modo rápido y completo, es la verdadera solución.

NOTA: Project Drawdown no ha analizado soluciones en este sector hasta el momento.



La combustión de gases —el quemado de metano— es una práctica común en las perforaciones en búsqueda de combustibles fósiles, el “fracking”, el refinado y procesado, lo cual genera importantes emisiones de dióxido de carbono, junto con otros contaminantes tóxicos. Los escapes y las

purgas —la liberación intencionada de gas directamente en el aire— son menos visibles y todavía más dañinas para la atmósfera ya que el metano es un gas con un efecto invernadero más potente.



# 2

# Refuerzo de los sumideros

*para estimular el ciclo natural del carbono*



Sumideros terrestres

Sumideros en zonas costeras y océanos

Sumideros artificiales

## 2.1

# Sumideros terrestres

*La tierra es un componente esencial del sistema climático, implicado activamente en los flujos de carbono, nitrógeno, agua y oxígeno, los elementos indispensables para la vida. El carbono está en el núcleo de los árboles y la vegetación, los mamíferos y aves, los líquenes y microbios. Enlazando un átomo al siguiente, y a otros elementos, es el material fundamental de todos los organismos vivos. Las plantas y los ecosistemas saludables tienen una capacidad incomparable para absorber el carbono a través de la fotosíntesis y almacenarlo en biomasa viviente.*

Además los suelos son, en gran parte, materia orgánica —organismos vivos en su día, ahora en descomposición— lo que les convierte en un enorme almacén de carbono. La tierra puede ser por tanto un potente sumidero que devuelve el carbono de la atmósfera a la vegetación viviente y al suelo. Aunque la mayoría de las emisiones que atrapan calor permanecen en la atmósfera, los sumideros terrestres retornan el 26% de las emisiones producidas por la actividad humana a la tierra, literalmente.<sup>4</sup>

*¿Cómo podemos ayudar a que se secuestre más carbono en la biomasa y en el suelo? ¿Qué podemos hacer para reforzar y mejorar los procesos naturales, incluyendo la capacidad que tiene la tierra de renovarse?*

Estas cuestiones son importantes no solo para las emisiones sino también para una gran diversidad de necesidades humanas, y para mantener una diversidad saludable de flora y fauna. Debido a que el suelo con mayor contenido en carbono puede ser también más productivo y resiliente, estas cuestiones son igualmente esenciales para crear un sistema de producción de alimentos floreciente.

Las soluciones climáticas que mejoran los sumideros basados en tierra se concentran alrededor de los desperdicios y dietas, la protección y restauración de ecosistemas, las prácticas mejoradas en agricultura y el uso prudente de la tierra degradada.

NOTA: Los sumideros terrestres absorben aproximadamente el 29% de las emisiones de dióxido de carbono vertidas cada año en la atmósfera. Cuando consideramos otros gases de efecto invernadero, incluyendo el metano, el óxido nitroso y los gases fluorados, la tierra absorbe aproximadamente el 26% del total de emisiones. (Análisis de Global Carbon Project ajustado para incluir todos los gases de efecto invernadero a un potencial de calentamiento de 100 años).



### Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas

La reducción de los desperdicios alimentarios y el cambio a dietas ricas en vegetales son dos intervenciones cruciales para evitar la deforestación. La reducción en la demanda de comida y terrenos agrícolas evita a la naturaleza que se produzcan deforestaciones adicionales, protegiendo de manera indirecta los sumideros de carbono.

### Protección y restauración de ecosistemas

“Dejar que la naturaleza siga su curso” es un principio de gran relevancia: dejar que las turberas, praderas y bosques continúen haciendo lo que mejor saben hacer, protegiéndolos de los trastornos ocasionados por los humanos. Allí donde los ecosistemas hayan sido degradados, la restauración puede ayudarles a recuperar forma y función, incluyendo la absorción y almacenamiento de más carbono con el paso del tiempo.

### Cambio en prácticas agrícolas

Qué y cómo cultivamos, qué pastos producimos o cómo recolectamos puede ser una manera de generar biomasa y regenerar el carbono del suelo. En todo el mundo se están desarrollando y redescubriendo una variedad de métodos de “agricultura regenerativa” que muestran resultados prometedores. La integración de árboles en los cultivos mediante prácticas de agrosilvicultura es particularmente interesante. Todas las soluciones que aumenten los volúmenes de las cosechas en terrenos agrarios existentes también pueden reducir la presión para deforestar otras áreas.

### Uso de tierras degradadas

Finalmente, las tierras degradadas pueden devolverse al uso de manera que se reavive la productividad, se aumente la biomasa y se promueva el secuestro de carbono en el suelo; todo al tiempo que se producen madera, fibra o alimentos.

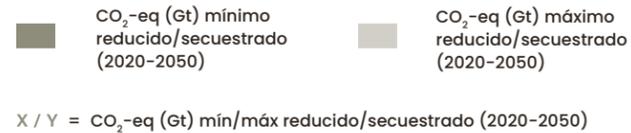
Existe un solapamiento significativo entre las soluciones que eliminan las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en la tierra y las que refuerzan los sumideros de carbono de tierra. Su capacidad única reside en avanzar en ambos frentes al mismo tiempo. Todas ellas son esenciales para poder restituir un equilibrio con los sistemas vivos del planeta.



Una granja modelo en Yangambi, República Popular del Congo, pretende mejorar los volúmenes recolectados, la seguridad alimentaria y evitar la deforestación de las vastas extensiones de selvas tropicales del país.

El bambú puede prosperar —y secuestrar carbono— en tierras degradadas e inhóspitas.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.



Impacto global

Cambios en prácticas agrícolas MÍN 116,9 | MÁX 193,3

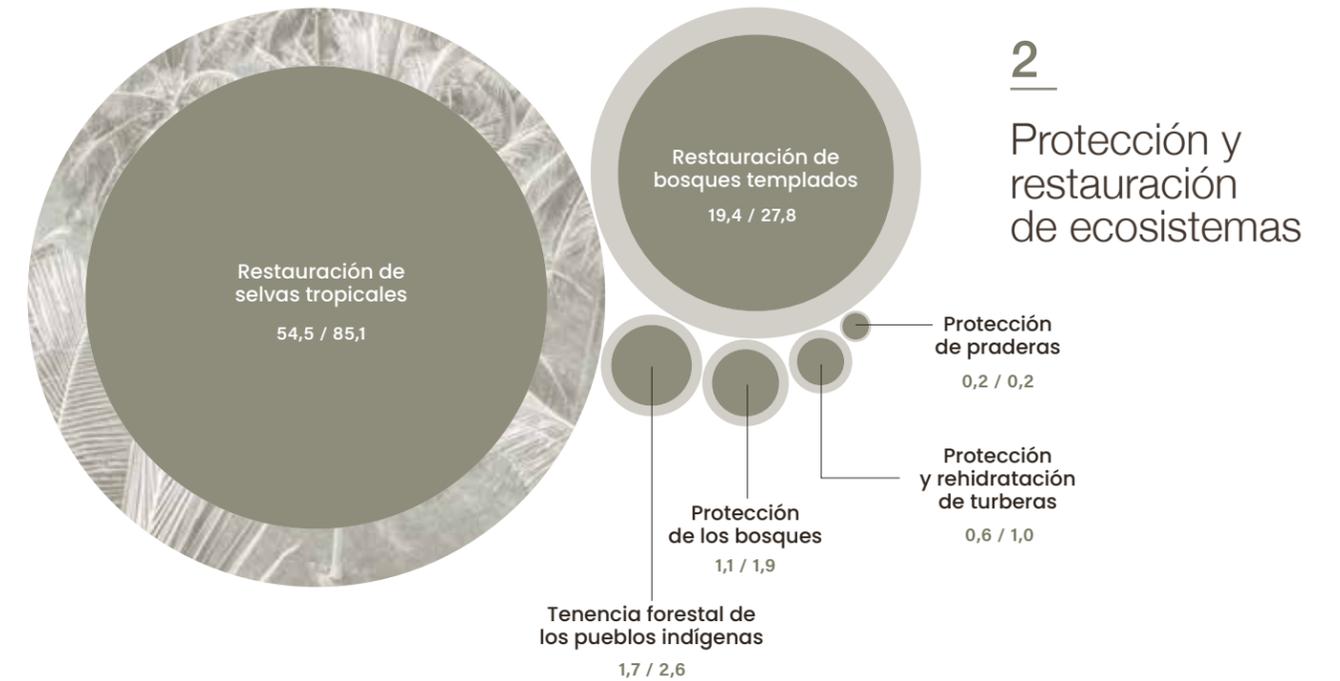
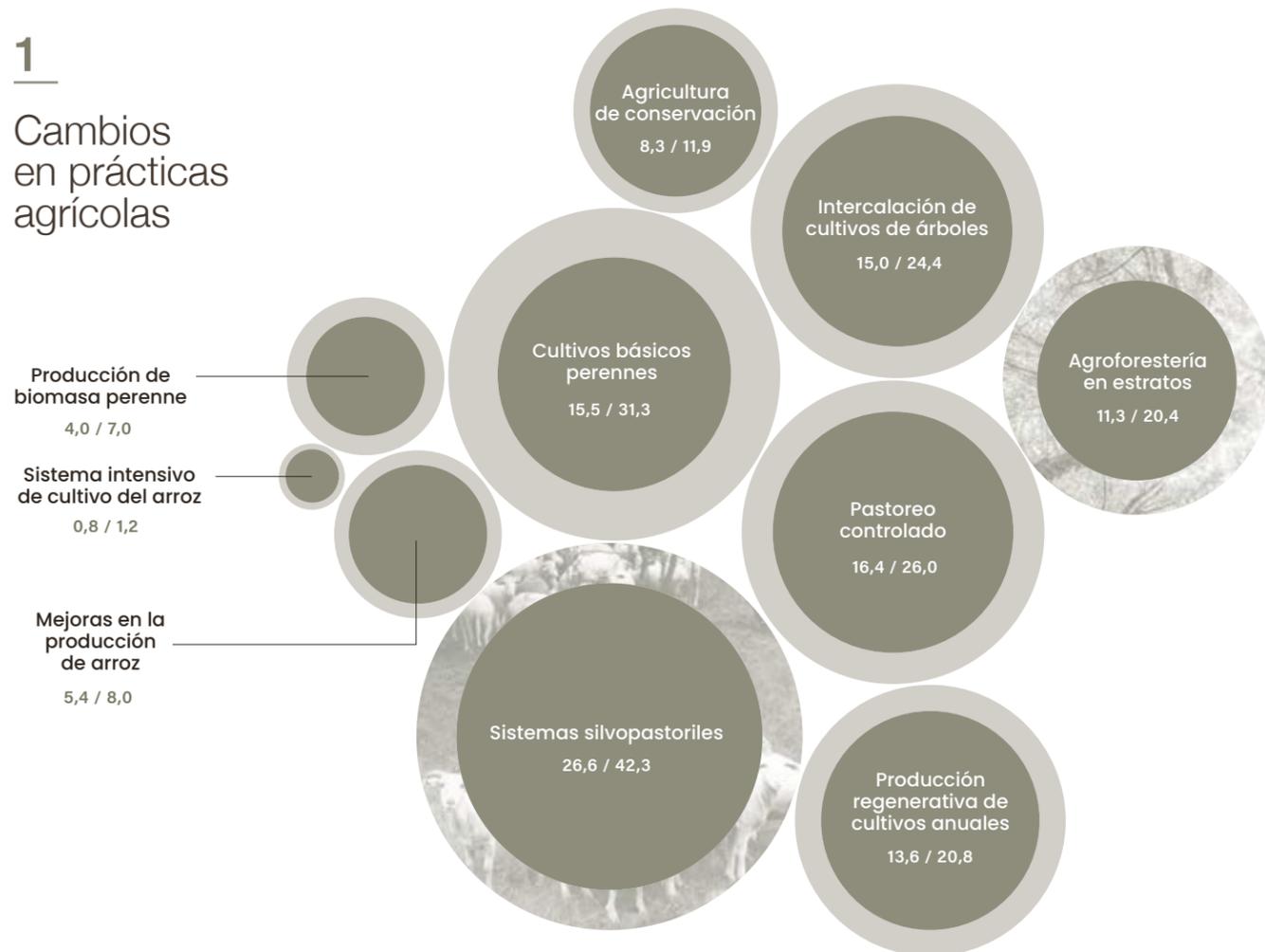
Protección y restauración de ecosistemas MÍN 78,1 | MÁX 120,1

Uso de tierras degradadas MÍN 43,0 | MÁX 77,6

Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas MÍN 1,0 | MÁX 1,0

# 1

## Cambios en prácticas agrícolas



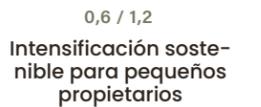
# 3

## Uso de tierras degradadas



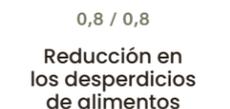
# 4

## Protección de ecosistemas + Cambios en prácticas agrícolas



# 5

## Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dieta



## SOLUCIONES

### Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas

*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Dietas ricas en vegetales\*

El consumo de carne y productos lácteos, así como un exceso de calorías, supera a menudo las recomendaciones en nutrición. La reducción en su consumo y el favorecimiento de los alimentos vegetales reduce la demanda, y por tanto se limita igualmente la deforestación para cultivos, el uso de fertilizantes, las emisiones de gases del ganado y las emisiones de gases de efecto invernadero en general.

#### Reducción en los desperdicios de alimentos\*

Aproximadamente un tercio de la comida mundial nunca se consume, lo cual significa que las tierras y recursos utilizados así como los gases de efecto invernadero emitidos para su producción fueron innecesarios. Las intervenciones en este proceso que comprende desde la producción en la granja hasta el consumo en la mesa pueden reducir las pérdidas y desperdicios, y por tanto reducir la demanda global.

### Protección y restauración de ecosistemas

*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Protección de los bosques\*

Con toda su biomasa y suelos fértiles, los bosques son almacenes de carbono de gran capacidad. Su protección evita las emisiones a causa de la deforestación, protege ese carbono y permite el secuestro permanente de carbono.

#### Tenencia forestal de los pueblos indígenas\*

Asegurar la tenencia forestal protege los derechos de los pueblos indígenas. Con la soberanía, las prácticas tradicionales pueden continuar mientras que a su vez protegen ecosistemas y sumideros de carbono y evitan emisiones a causa de la deforestación.

#### Restauración de bosques templados

Casi todos los bosques templados han sido alterados de algún modo: para extracción de madera, conversión en terrenos agrícolas o perturbados por el desarrollo. Su restauración secuestra carbono en la biomasa y suelo.

#### Restauración de selvas tropicales

Las selvas tropicales han sufrido una extensa deforestación, fragmentación, degradación y reducción de biodiversidad. La restauración de estas selvas también restaura su función como sumideros de carbono.

#### Protección de praderas\*

Las praderas acumulan grandes cantidades de carbono, en su mayoría bajo tierra. Su protección salvaguarda esos almacenes de carbono y evita las emisiones a causa de la conversión en terrenos agrícolas o del desarrollo urbanístico.

#### Protección y rehidratación de turberas\*

La explotación forestal, usos agrícolas y extracción de combustible son algunas de las amenazas para las turberas ricas en carbono. Su protección y rehidratación pueden reducir las emisiones a causa de la degradación, a la vez que refuerzan el rol de las turberas como sumideros de carbono.

### Protección de ecosistemas + Cambios en prácticas agrícolas

*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Intensificación sostenible para pequeños propietarios\*

Las prácticas de intensificación sostenible pueden incrementar las cosechas de los pequeños propietarios lo cual, en teoría, reduce la demanda para deforestar terrenos adicionales. Dichas prácticas comprenden la intercalación de cultivos, gestión de plagas basadas en el ecosistema y recursos igualitarios para las mujeres.

### Cambios en prácticas agrícolas

*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Agricultura de conservación\*

La agricultura de conservación utiliza cultivos de cobertura, rotación de cultivos y arado mínimo en la producción de las cosechas anuales. Se protege de este modo el terreno, se evitan emisiones y se secuestra carbono.

#### Producción regenerativa de cultivos anuales\*

Basada en la agricultura de conservación junto con prácticas adicionales, la producción regenerativa de cultivos anuales puede incluir la aplicación de compost, abono verde y producción orgánica. Reduce las emisiones, aumenta la materia orgánica del suelo y secuestra carbono.

#### Pastoreo controlado

El pastoreo controlado implica el control cuidadoso de la densidad del ganado, y de los tiempos e intensidad del pastoreo. Comparado con las prácticas convencionales en las pasturas, puede mejorar la salud de los suelos de los pastos, secuestrando carbono.

#### Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles, una práctica agroforestal, integran los árboles, pasturas y forraje en un único sistema. La incorporación de los árboles mejora la salud de la tierra e incrementa de manera significativa el secuestro de carbono.

#### Agroforestería en estratos

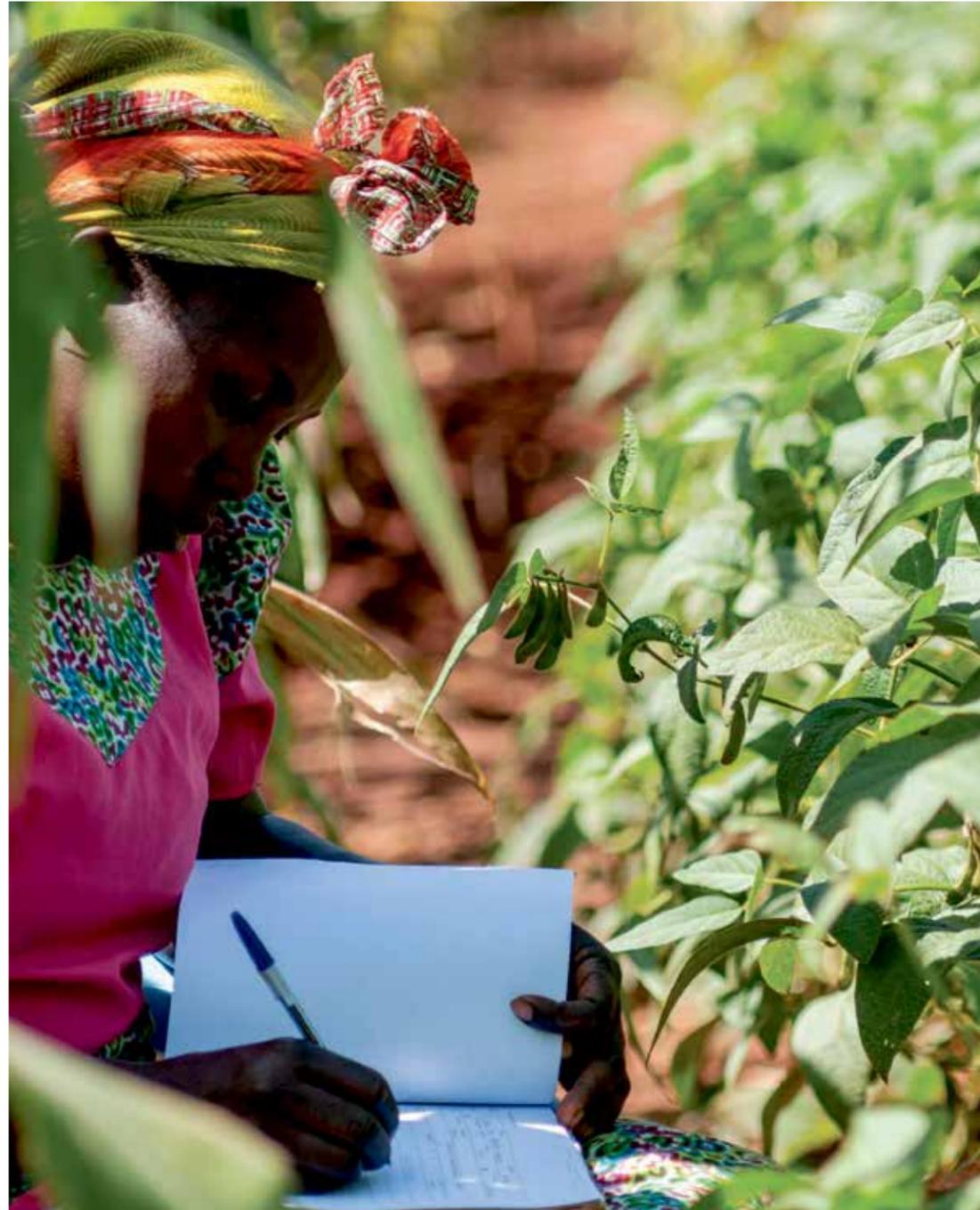
Los sistemas de agroforestería en estratos replican la estructura de los bosques naturales. Múltiples capas de árboles y cosechas permiten conseguir altos niveles de secuestro de carbono y de producción de alimentos.

#### Intercalación de cultivos de árboles

El cultivo de árboles y cosechas anuales de forma conjunta es una forma de agroforestería. Las prácticas de intercalación de cultivos de árboles varían, pero todas aumentan la biomasa, la materia orgánica del suelo y el secuestro de carbono.

#### Cultivos básicos perennes

Los cultivos básicos perennes proporcionan productos importantes como los plátanos, aguacates y pana. Comparados con las cosechas anuales, producen volúmenes similares pero consiguen mayores niveles de secuestro de carbono.



Una investigadora realiza pruebas en el suelo en Kenia occidental, para analizar el impacto de la labranza mínima, gestión de fertilidad del suelo integrada y otras prácticas agrícolas.

## SOLUCIONES

### Cambios en prácticas agrícolas (cont.)

*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Producción de biomasa perenne

La bioenergía se sustenta en la biomasa, a menudo en cultivos anuales como el maíz. Las plantas perennes (como por ejemplo el pasto varilla o switchgrass —una especie nativa de la pradera norteamericana—, los sauces o los eucaliptos) son una fuente más sostenible y secuestran sumas modestas de carbono en el suelo.

#### Mejoras en la producción de arroz\*

Los arrozales inundados producen grandes cantidades de metano. La aplicación de técnicas de producción mejoradas, incluyendo la humectación y secado alternativos, puede reducir las emisiones de metano y secuestrar carbono.

#### Sistema intensivo de cultivo del arroz\*

El sistema intensivo de cultivo del arroz (SICA) es un método holístico de cultivo de arroz sostenible. Minimizando el uso de agua y alternando entornos húmedos y secos, se minimiza la producción de metano y las emisiones.

## Uso de tierras degradadas

#### Restauración de terrenos de cultivo abandonados

Las tierras de cultivo degradadas a menudo se encuentran abandonadas. La restauración las puede devolver a un estado productivo y secuestrar carbono en el proceso.

#### Plantaciones de árboles (en tierras degradadas)

Las tierras degradadas suponen espacios potenciales para realizar plantaciones de árboles. Con una buena gestión, pueden restaurar el suelo, secuestrar carbono y producir recursos de madera de un modo más sostenible.

#### Producción de bambú

El bambú secuestra rápidamente carbono en biomasa y suelo, y puede desarrollarse con rapidez en tierras degradadas. Los productos de bambú, de alta duración, pueden almacenar carbono durante años.

## 2.2

# Sumideros en zonas costeras y océanos

*El nuestro es un mundo de agua. Aunque el nombre de la Tierra pueda llevar a engaño, los océanos cubren el 71% de su superficie y hacen que la parte terrestre sea habitable.<sup>7</sup> Algunos de los procesos más esenciales del planeta tienen lugar en el punto de encuentro entre el mar y el aire, ya que los océanos absorben y redistribuyen calor y carbono, ambos en crecimiento debido a la sobreabundancia de emisiones en la atmósfera.*

Los océanos han absorbido al menos el 90% del exceso de calor generado por los recientes cambios climáticos y, desde 1980, han captado hasta el 20–30% del dióxido de carbono generado por la actividad humana.<sup>7</sup> Esto último ocurre gracias a los procesos biológicos de la fotosíntesis y la creación de caparazones de carbonato cálcico, y mediante simples procesos químicos ya que el dióxido de carbono se disuelve en agua salada. Los sumideros en zonas costeras y océanos llevan el 17% de las emisiones que atrapan calor de regreso a la Tierra.<sup>4</sup>

Aunque esta captación de calor y carbono ha amortiguado los impactos y cambios climáticos más severos para el planeta, los océanos están pagando un alto precio por ello. ¿Por qué motivo? La temperatura del agua, las olas de calor marinas y los niveles del mar están aumentando. Más dióxido de carbono en el agua salada hace que el océano se acidifique y sea menos habitable para los crustáceos que generan caparazones y para los corales que construyen sus esqueletos. Los niveles de oxígeno en el agua de los océanos ya han descendido en parte. En el futuro, la producción de biomasa mediante la fotosíntesis puede también descender significativamente, desestabilizando la base de la cadena alimentaria. Lo que es peor, si el número de organismos vivos decrece, menos especímenes morirán y se hundirán en el océano profundo, transportando con ellos su carga de carbono.

*¿Qué prácticas se pueden aplicar para secuestrar carbono en entornos costeros, marinos y grandes océanos? ¿Cómo puede la actividad humana reforzar y mejorar los procesos naturales?*

Estas cuestiones son vitales para resolver el problema de las emisiones pero también para fortalecer el papel de los océanos como sustento de la vida. Aunque los océanos sufran, también son el entorno en el que establecer soluciones significativas. Las soluciones para los sumideros en zonas costeras y océanos se centran en la protección y restauración de ecosistemas, y las prácticas de agricultura mejoradas.



### Protección y restauración de ecosistemas

La protección de ecosistemas —incluyendo manglares, marismas saladas y praderas marinas— refuerza la constante fotosíntesis y almacenamiento de carbono. Puesto que estos ecosistemas de “carbono azul” se han perdido o degradado en muchos lugares, su restauración también es vital.

### Cambios en prácticas agrícolas

A lo largo de las costas y en el océano abierto, ciertas prácticas de regeneración pueden aumentar el secuestro natural de carbono producido por las algas marinas, al tiempo que se producen fibra y alimentos en el mar.

NOTA: Project Drawdown ha analizado un número muy limitado de soluciones costeras y en los océanos hasta el momento. El conjunto de soluciones se ampliará en el futuro (por ejemplo, soluciones para los cultivos oceánicos regenerativos y la restauración de ecosistemas marinos).

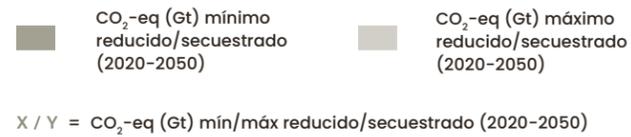
Los océanos seguirán estando en la primera línea del cambio climático, igual que las personas que viven cerca de ellos. Las soluciones centradas en sumideros de zonas costeras y océanos pueden proporcionar beneficios adicionales que van desde la protección frente a tormentas hasta asegurar el buen estado de los recursos pesqueros. Es imposible separar el azul del verde, la tierra del mar. Están, estamos, profundamente interrelacionados.



La plantación de manglares como parte de un proyecto de carbono azul en el golfo Pérsico.

Los bosques de quepo a lo largo de la costa sur de California se han beneficiado de proyectos de restauración pero continúan bajo presión debido al calentamiento de las aguas.

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.



Impacto global    Protección y restauración de ecosistemas | MÍN 1,1 | MÁX 1,5

# 1

## Protección y restauración de ecosistemas



NOTA: Este sector se ha ampliado significativamente para facilitar su legibilidad.

## SOLUCIONES

### Protección y restauración de ecosistemas

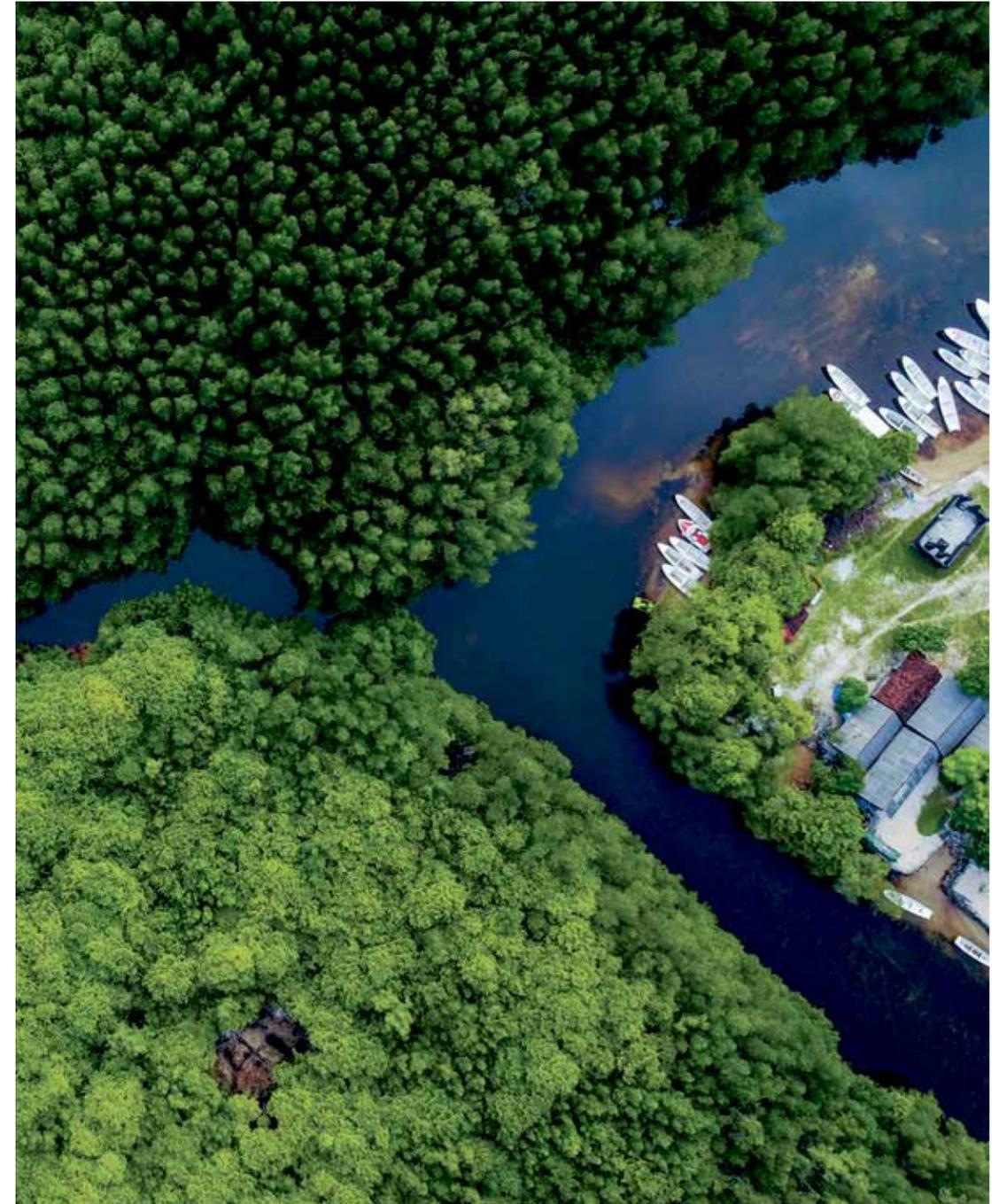
*\*también en Alimentación, agricultura y explotación del suelo*

#### Protección de humedales costeros\*

Los manglares, las marismas saladas y las praderas marinas secuestran enormes cantidades de carbono en las plantas y suelo. Su protección evita la degradación y salvaguarda dichos sumideros de carbono.

#### Restauración de humedales costeros

La agricultura, el desarrollo urbano y los desastres naturales han degradado muchos humedales costeros. La restauración de bosques de manglares, marismas saladas y lechos de algas reactiva el secuestro de carbono.



Bosques de manglares en la isla de Nusa Lembongan, frente a la costa de Bali.

# 2.3 Sumideros artificiales

*¿Puede la ingeniería humana jugar un papel de apoyo para la naturaleza? Esta es una cuestión cuya importancia y urgencia van en aumento creciente, teniendo en cuenta la diferencia entre los niveles de emisiones globales actuales y los que deberían ser. La enorme cantidad de gases de efecto invernadero en exceso significa que los procesos naturales no pueden hacer todo el trabajo cuando se trata de secuestrar carbono. Algunas tecnologías incipientes muestran un potencial prometedor para complementar los sumideros terrestres, en zonas costeras y océanos.*

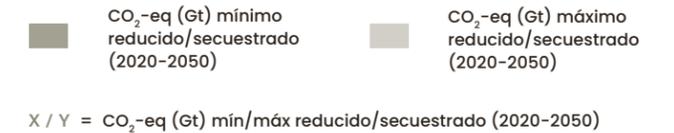
Eliminar el carbono. Hacer algo con él. Estas son las premisas centrales de los sumideros artificiales. Eliminar puede significar extraer el carbono de los escapes concentrados de una planta de generación o de un proceso industrial, lo cual entra en la categoría de "captura de carbono". Eliminar también puede significar extraer el carbono del aire, donde está presente en menor concentración.

Adonde se envía el carbono a continuación es la otra parte esencial de la ecuación. Puede almacenarse o enterrarse, complementando la "captura" con el "almacenamiento". El carbono puede igualmente utilizarse: en un ciclo rápido, por ejemplo para añadir burbujas a una bebida o fabricar combustibles para reactores más sostenibles. O puede encerrarse durante un largo periodo de tiempo, tal vez en estructuras de hormigón o mediante la antigua práctica de fabricación de carbón vegetal por calentamiento y posterior entierro. Este "secuestro semi-permanente" (como así se denomina) es de gran impacto.

*¿Podría el carbono recapturado convertirse en una mercancía? ¿En algo de valor? Tal vez. Por ahora, las soluciones en este sector son "jóvenes promesas" y los retos en cuanto a costes, escala y la energía requerida siguen estando en la balanza.*

NOTA: Project Drawdown ha analizado un número muy limitado de soluciones relacionadas con sumideros artificiales hasta el momento. El conjunto de soluciones se ampliará en el futuro (por ejemplo, soluciones de captura directa del aire, o DAC, por Direct Air Capture).

Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.



Impacto global

Eliminación y captura de carbono | MÍN 2,2 | MÁX 4,4

## 1 Eliminación y captura de carbono



NOTA: Este sector se ha ampliado significativamente para facilitar su legibilidad.



Carbón vegetal producido a partir de desechos del bosque en Dillard, Oregón, con la intención de secuestrar carbono y mejorar la calidad del suelo.

## SOLUCIONES

### Eliminación y captura de carbono

Producción de carbón vegetal

La biomasa horneada lentamente en ausencia de oxígeno se convierte en carbón vegetal o biocarbón, que retiene la mayoría del carbono de la materia prima. Puede enterrarse para completar el secuestro y enriquecer potencialmente el suelo.

## 3

# Mejoras en la sociedad

*fomentando la igualdad para todo el mundo*

## Salud y educación

Las soluciones climáticas nunca son simplemente soluciones climáticas. Los que trabajan para llevar al mundo desde los combustibles fósiles a la energía limpia también proporcionan una reducción en la polución atmosférica, la que es tal vez la peor crisis sanitaria de la humanidad.

Algunas de las prácticas agrícolas que regeneran el suelo también pueden ser un impulso para los agricultores y ganaderos y potenciar un sistema de producción de alimentos más resiliente. Los beneficios de la protección y la restauración de ecosistemas van mucho más allá del secuestro y almacenamiento del carbono. Muchas soluciones pueden ser diseñadas y empleadas de manera inteligente para alcanzar los objetivos a corto término —energía asequible, alimentación saludable, trabajos justos, protección frente a desastres naturales, agua potable, comunidades equilibradas y productos de belleza respetuosos con el medio, por ejemplo— mientras se avanza en el objetivo a largo término de alcanzar el punto Drawdown. Se trata de combinar soluciones.

Otras iniciativas, diseñadas específicamente para asegurar derechos y potenciar la igualdad, pueden tener efectos en cascada sobre el cambio climático. Por ejemplo, en las zonas en las que se protegen los derechos sobre las tierras de los pueblos indígenas también se protegen la agricultura, las prácticas tradicionales y los ecosistemas de los bosques y selvas. Los efectos dominó de la protección de las tierras de los pueblos indígenas son vitales para toda la vida en la Tierra. De manera similar, el acceso a la atención médica reproductiva voluntaria y a una educación inclusiva de alta calidad son derechos humanos básicos y fundamentos esenciales para la igualdad entre géneros. De maneras más indirectas, los avances en salud y educación también pueden beneficiar al clima; se ofrecen más detalles a continuación. **Los sistemas climáticos y sociales están conectados de forma profunda, y dichas conexiones exponen soluciones que a menudo se pasan por alto.**

# 3.1 Salud y educación

*¿Cuántos habitantes podrán llamar “hogar” a este planeta en 2050 o 2100? Ello dependerá, en gran medida, de los índices de natalidad y de los avances que realicemos en asegurar la igualdad entre géneros y los progresos en el bienestar de la humanidad. Cuando los niveles de educación aumentan (particularmente para las niñas y jóvenes), mejora el acceso a la atención médica reproductiva y se amplía el empoderamiento de las mujeres en áreas políticas, sociales y económicas, la fertilidad tiende a decrecer.<sup>8</sup> En todo el mundo, y durante periodos de tiempo prolongados, esto tiene un impacto sobre la población.*

En la actualidad los habitantes del planeta llegamos a 7.700 millones y las Naciones Unidas estiman que la gran familia de la humanidad estará formada por entre 9.400 y 10.100 millones de habitantes en 2050.<sup>9</sup> Cuando analizamos el futuro de las soluciones climáticas, debe contabilizarse cuánta gente comerá, se moverá, se conectará, construirá,

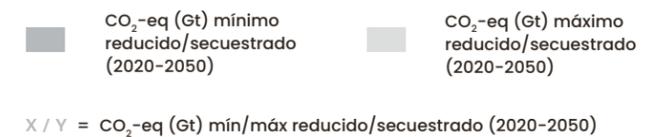
utilizará recursos, generará residuos, etc. La población interactúa con los elementos esenciales en la generación de emisiones: la producción y el consumo, en su mayoría alimentados por combustibles fósiles.

Es esencial tener en cuenta las enormes disparidades en emisiones entre los países con altos niveles de ingresos comparados con los de bajos ingresos, y entre los individuos más ricos y los que tienen menores ingresos. Por ejemplo, casi la mitad de las emisiones relativas con el consumo están generadas únicamente por el 10% de la población mundial.<sup>9</sup> El tema del número de habitantes también pone sobre la mesa la historia preocupante, a menudo racista, clasista y coercitiva del control de natalidad. Las decisiones sobre cuántos hijos tener debería pertenecer a cada persona y familia exclusivamente. Y dichos hijos deberían heredar un planeta habitable. Es esencial asegurar que los derechos humanos siempre estén en el centro, que la igualdad entre géneros sea el objetivo, y que los beneficios sobre el planeta se entiendan como efectos dominó positivos de acceso y organización.

En su más reciente informe acerca de las “previsiones demográficas mundiales”, las Naciones Unidas señalan que la comunidad internacional se ha comprometido a que todos los habitantes tengan acceso a la planificación familiar, en caso de querer hacer uso de la misma, y a poder decidir cuántos hijos quieren tener y cuando.<sup>8</sup> Esto puede significar cambios en todos los aspectos que van desde los métodos anticonceptivos hasta temas culturales. Estar a la altura de estos compromisos será un determinante principal en cuanto a qué posible trayectoria se convertirá en nuestro futuro camino.



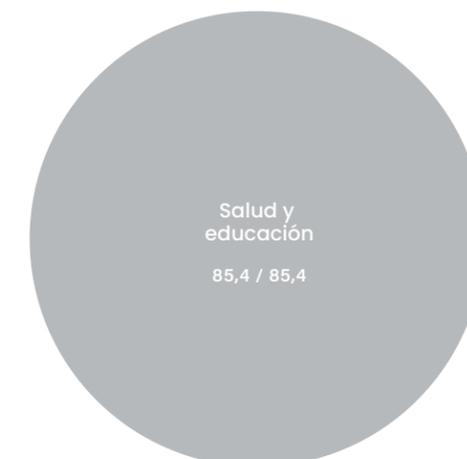
Aquí puede verse el impacto potencial de las emisiones de cada subgrupo de este sector, así como las soluciones individuales en el mismo. Las soluciones se muestran a escala relativa entre sí dentro de este sector. Cada sector está escalado individualmente para favorecer su legibilidad.



Impacto global

Salud y educación  MÍN 85,4 | MÁX 85,4

1  
Salud y educación



Arriba: Una estudiante asiste a clase en una escuela secundaria en la península de Absheron de Azerbaiyán.

## Soluciones *más allá* de la lista Drawdown

Project Drawdown ha analizado un conjunto extenso pero no exhaustivo de soluciones climáticas globales, tal como se presenta en este documento. Continuamos añadiendo contenido a medida que analizamos y cuantificamos el potencial de diversas soluciones para detener las emisiones y/o reforzar los sumideros, así como transformaciones más amplias a nivel social que pueden integrar igualmente beneficios relacionados con el cambio climático. Entre estos últimos están los que hemos calificado de “jóvenes promesas” en *Drawdown*: prácticas y tecnologías que están en fases iniciales pero que tienen gran potencial, y para las que se deben realizar más desarrollos e investigación. El análisis de soluciones por parte de Project Drawdown continuará y constituirá un proyecto vivo.

Nuestro análisis depende de la disponibilidad de contribuciones esenciales, específicamente datos fiables e investigación evaluada por homólogos. Algunas soluciones obtienen una elevada atención por parte de la comunidad investigadora, mientras que otras pueden ser subvaloradas o pasadas por alto. La síntesis sólo puede ser tan inclusiva y sólida como la información que se sintetiza. Somos conscientes de estas limitaciones y alentamos la investigación en un conjunto cada vez más amplio de soluciones, especialmente soluciones que emergen en comunidades impactadas o en primera línea.

Otras soluciones climáticas son claramente impactantes pero más sistémicas en su naturaleza y difíciles de cuantificar, tales como la resistencia ante el desarrollo de nuevas infraestructuras de combustibles fósiles, el aumento de la densidad urbana o la reducción en el consumo gracias a la compartición, reparación y reutilización. En Project Drawdown reconocemos igualmente en este caso los límites en el alcance de nuestro análisis. Una amplia apertura en la búsqueda de soluciones es vital, y continuamos haciendo evolucionar planteamientos que puedan respaldarla.

Un alce anda por el agua en el Parque nacional y reserva Denali, Alaska.



## Evaluación de soluciones

El análisis de Project Drawdown pretende determinar si alcanzar el punto Drawdown —*el momento futuro en el que los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera dejan de crecer e inician un descenso paulatino*— es posible utilizando soluciones climáticas existentes y probadas. Para desvelar la respuesta, examinamos y evaluamos el rendimiento potencial de distintas tecnologías que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y/o aumentan el secuestro de carbono de la atmósfera. Todas estas soluciones climáticas son viables financieramente y ya se encuentran en crecimiento, al menos en algunos lugares.\*

Los colaboradores de Project Drawdown analizan soluciones basándose en años de estudios avanzados, larga experiencia y un amplio rango de bagajes profesionales. Para cada tecnología o práctica revisamos una gran cantidad de estudios y datos que describen su escala, impacto y coste potenciales. Seguidamente construimos modelos analíticos para estimar cuantos gigatonnes de dióxido de carbono (o cantidades equivalentes de otros gases de efecto invernadero)\*\* puede evitar y/o eliminar una solución particular a lo largo del tiempo, así como los costes de implementación y operación relacionados. Nos basamos en estimaciones conservadoras de los costes financieros e impactos sobre las emisiones para cada solución. En otras palabras, las asunciones sobre costes se sitúan en la parte alta de la escala, mientras que las asunciones sobre las reducciones en emisiones o niveles de secuestro están en la parte baja.

En todo nuestro análisis, el total de CO<sub>2</sub>-eq reducido/secuestrado se basa en el número de “unidades de solución” (por ejemplo, el número de nuevas turbinas eólicas instaladas, o el número de nuevas hectáreas de bosque protegidas) activas entre 2020 y 2050. El “primer coste” se refiere al coste de adquisición e instalación de dichas unidades de solución; en otras palabras, el coste de implementación. El “coste de vida útil” es el coste de operación de dichas unidades durante toda su vida útil. (Para algunas soluciones, los datos financieros son insuficientes o no están disponibles).‡

Los impactos y costes de cada solución se comparan posteriormente con las prácticas o tecnologías actuales a las que sustituyen. A esto lo denominamos supuesto de base: un mundo en el que se

adoptan apenas o ninguna nueva solución climática. Por ejemplo, las reducciones de emisiones potenciales gracias a turbinas eólicas terrestres se basan en la comparación con centrales que utilizan combustibles fósiles para la generación de electricidad. Los costes de instalación y operación de dichas turbinas eólicas también se comparan con centrales que utilizan combustibles fósiles. La diferencia “neta” resulta de la comparación con las emisiones o costes del supuesto de base.

Para establecer el supuesto base, utilizamos el trabajo desarrollado por el Proyecto AMPERE. Su supuesto base de futuro uso de energía, uso de tierras y emisiones de gases de efecto invernadero ilustra un futuro posible en el que no se toma ninguna nueva acción climática; un futuro con niveles de emisiones en aumento, altos niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera y un gran calentamiento continuado durante décadas. (Puede consultarse esta información en [www.ampere-h2020.eu](http://www.ampere-h2020.eu)).

Los modelos de solución “de abajo hacia arriba” individuales se pueden ejecutar en aislamiento, pero también integramos los modelos dentro de y entre múltiples sectores. Esto nos ayuda a considerar de qué modo puede funcionar conjuntamente el total de soluciones reduciendo emisiones, secuestrando carbono y llevando al mundo al punto Drawdown. La integración de modelos nos asegura que se tienen en cuenta las restricciones en recursos (por ejemplo, las tierras, bosques o cosechas disponibles), evita que se produzca un doble conteo de los impactos de soluciones solapadas (por ejemplo, distintos modos de transporte) y resuelve la interacción entre soluciones allí donde es posible (por ejemplo, el aumento de la demanda de electricidad por parte de vehículos eléctricos o bombas de calor eléctricas).

**Tras la integración, se calculan los totales de los resultados para determinar si y cuándo podemos llegar al punto Drawdown y con qué coste (o ahorros) para la implementación y operación.**

\* Es importante destacar que aunque evaluamos un amplio rango de soluciones en distintos sectores, no tomamos en consideración todas las soluciones climáticas. En función de los métodos utilizados, no podemos evaluar nuevas tecnologías prometedoras o soluciones emergentes para las cuales no hay disponibles suficientes datos.

\*\* El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no es el único gas de efecto invernadero. Otros gases que atrapan calor incluyen el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y los gases fluorados (por ejemplo, los HFC, que son los hidrofluorocarbonos). Cada uno de ellos produce impactos sobre el clima a largo plazo, en función de las cantidades presentes en la atmósfera, de cuánto tiempo permanezcan en ella y cuánto calor atrapen durante su presencia. Basándonos en estos factores, podemos calcular el potencial de calentamiento global de cada gas de efecto invernadero, lo cual hace posible tener una “divisa común” que permite traducir cualquiera de estos gases en su equivalente en dióxido de carbono durante un periodo de 100 años.

‡ Es importante mencionar que no evaluamos ahorros adicionales obtenidos a partir de los desastres naturales causados por el clima que podríamos evitar si llegamos al punto Drawdown. Esto podría representar ahorros extremadamente elevados y evitar impactos no monetarios incalculables.

Un inspector desciende por las aspas de una turbina eólica de 3 megavatios en Boulder, Colorado.

## Alcanzar el punto Drawdown

Project Drawdown utiliza distintos supuestos para determinar cómo deberían ser los esfuerzos globales para resolver el reto del cambio climático. Estos supuestos representan distintos niveles de ambición en la activación del conjunto de soluciones climáticas a escala mundial. Todos son plausibles y económicamente realistas, pero pueden variar de manera significativa en cuanto a cuándo podemos llegar al punto Drawdown, cómo pueden aumentar las concentraciones de gases de efecto invernadero antes de ese punto y cuáles pueden ser las implicaciones para el clima de la Tierra. En este informe se presentan dos supuestos.

El **Supuesto 1** de Drawdown es ambicioso, al menos comparado con los compromisos políticos actuales relativos a las acciones climáticas, pero no permite alcanzar el punto Drawdown dentro del periodo de estudio (2020-2050). El **Supuesto 1** podría conseguir llegar al punto Drawdown a mitad de la década de 2060. El **Supuesto 2** es más audaz, con una adopción más rápida y generalizada de soluciones para el cambio climático, permitiendo alcanzar el punto Drawdown a mitad de la década de 2040.

Trasladamos estos supuestos de emisiones en ilustraciones de futuras concentraciones de gases de efecto invernadero y temperaturas globales utilizando el modelo FAIR —un modelo simple del ciclo del carbono y el clima de la Tierra—. (Puede obtenerse más información en [tiny.cc/FAIRmodel](http://tiny.cc/FAIRmodel)). El supuesto de base (basado en AMPERE) y los dos supuestos Drawdown se introducen como entrada en el modelo FAIR, que estima la concentración resultante de CO<sub>2</sub>-eq en la atmósfera terrestre (medida en partes por millón) y la temperatura media global (medida en grados Celsius).

En la actualidad (principios de 2020) únicamente el dióxido de carbono en la atmósfera ya está por encima de 410 ppm; con los otros gases de efecto invernadero nos acercamos a 460 ppm CO<sub>2</sub>-eq. Bajo el **Supuesto 1** de Drawdown, las concentraciones de CO<sub>2</sub>-eq se elevarían a ~540 ppm en 2050. La temperatura media global se situaría en 1,74 °C por encima de los niveles preindustriales en 2050 y se elevaría hasta 1,85 °C en 2060, llegando a un calentamiento de 2 °C hacia el fin de siglo.

Bajo el más ambicioso **Supuesto 2** de Drawdown, las concentraciones de CO<sub>2</sub>-eq llegarían hasta ~490 ppm a mitad de los 2040 y caerían ligeramente a ~485 ppm hacia 2050. Debido a que hay un desfase entre las emisiones y el calentamiento del planeta, la temperatura media global continuaría aumentando tras el punto

Drawdown, con un punto máximo de calentamiento de alrededor de 1,52 °C durante la década de 2050.

El Acuerdo de París, esbozado a finales de 2015 y adoptado en 2016, estableció una aspiración global para mantener el calentamiento global claramente por debajo de los 2 °C y realizar esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. Tal como indica el informe especial del IPCC de 2018, *Calentamiento global de 1,5 °C*, un mundo con un calentamiento de 1,5 °C y uno con un calentamiento de 2 °C son radicalmente distintos en términos de calor extremo, aumento del nivel del mar, pérdida de especies, daños en los ecosistemas y otros efectos. (Puede obtenerse más información en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)).

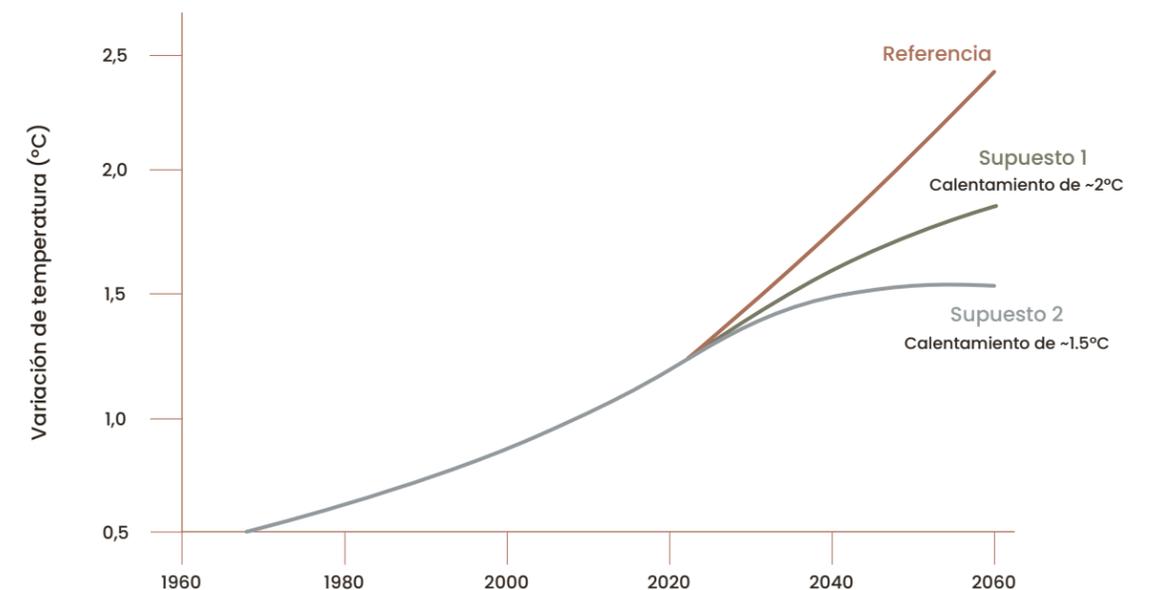
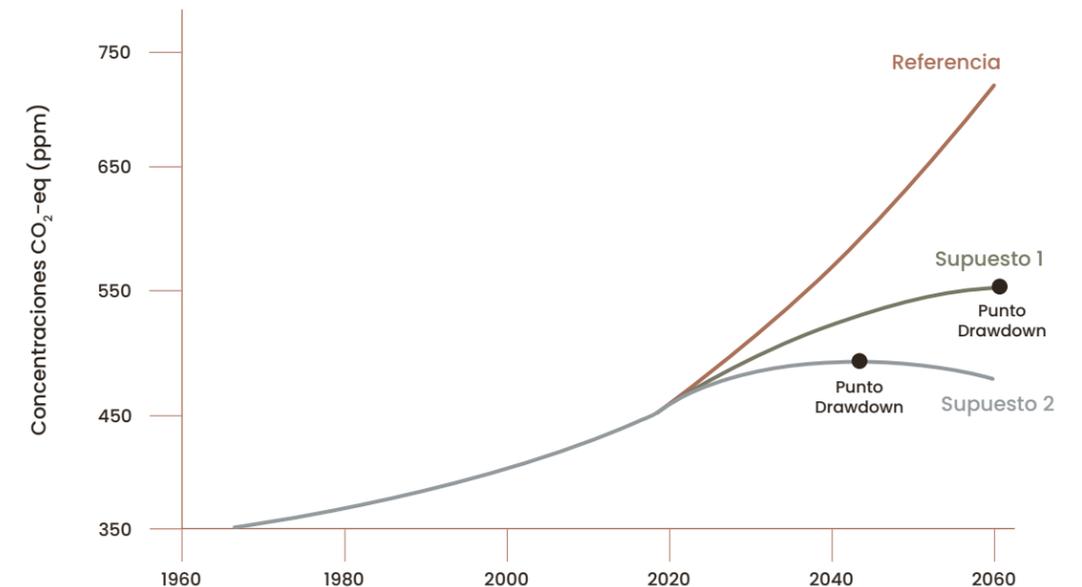
Resulta interesante comprobar que los supuestos de Drawdown están alineados, respectivamente, con conseguir un objetivo mínimo de 2 °C y un objetivo más ambicioso de 1,5 °C. El **Supuesto 1** de Drawdown está aproximadamente alineado con un aumento de temperatura de 2 °C en 2100, mientras que el **Supuesto 2** de Drawdown está aproximadamente alineado con un aumento de 1,5 °C para el final de siglo. En otras palabras, *podemos evitar un calentamiento catastrófico con las soluciones climáticas disponibles a día de hoy*. Es más, nuestro análisis no incluye todas las posibles soluciones climáticas ya disponibles. Con otras soluciones potenciales, tales como las que se centran en la reducción de emisiones industriales o la limitación del metano fugitivo, el mundo podría alcanzar el punto Drawdown todavía más deprisa.

### Podemos evitar un calentamiento catastrófico con las soluciones climáticas disponibles a día de hoy.

Los supuestos de Drawdown también muestran que el alcance de los objetivos climáticos puede conseguirse a la vez que se asegura una seguridad alimentaria global, se protegen y restauran los ecosistemas y se produce biomasa para los usos esenciales... todo sin deforestar ninguna superficie de tierra adicional. Ello requiere la adopción audaz de soluciones para reducir las demandas globales de comida, pienso y fibras (en la mayoría de casos solventando los desperdicios de alimentos y cambiando las dietas), junto con soluciones multifacéticas para el uso de la tierra que produzcan comida y biomasa al tiempo que secuestren carbono (incluyendo la agrosilvicultura, las cosechas perennes y la restauración de bosques degradados). En resumen, este análisis muestra que podemos alcanzar objetivos climáticos ambiciosos, alimentar al mundo y restaurar ecosistemas saludables sin consumir el planeta, siempre, claro está, que se persigan todas las soluciones posibles.

Evidentemente, los supuestos son historias de lo que podría ser, no de lo que será. ¿Y qué será? La respuesta estará en función de lo que decida nuestra ambición colectiva y nuestras acciones decididas durante esta década y las siguientes.

Para obtener más información en las soluciones, supuestos y metodología de investigación, puede visitarse la página [drawdown.org](http://drawdown.org).



NOTA: Los niveles totales de gases de efecto invernadero incluyen el dióxido de carbono, metano, óxido nítrico y gases fluorados, expresados en equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>-eq).

# Hacia el futuro

*El trabajo de Project Drawdown destaca dos realidades fundamentales: podemos alcanzar el punto Drawdown hacia mitad de siglo si implementamos soluciones climáticas ya existentes, y llevar esto a cabo requerirá una inmensa ambición y acciones audaces.*

Se trata de algún modo de una paradoja emocional que pone de manifiesto simultáneamente un sentido esperanzador por lo que es posible hacer y una sensación abrumadora acerca de todo lo que es preciso llevar a cabo. Esto es especialmente cierto si consideramos que, globalmente, los compromisos actuales y los planes para las acciones climáticas se quedan cortos en relación a los requisitos de acción.

Los dos supuestos de Drawdown pueden parecer poco realistas a día de hoy, especialmente el más ambicioso de los mismos (descrito anteriormente). Pero es importante destacar que lo que puede ser *políticamente poco realista* en la actualidad es *físicamente y económicamente realista*, de acuerdo con nuestro análisis. Existe un camino hacia adelante para el mundo. La cuestión es cómo alinear las posibilidades físicas, económicas y políticas.



Una vista aérea de Drakes Bay en la península de Point Reyes, California.

## Aceleración de soluciones

Project Drawdown define las “soluciones” como las prácticas y tecnologías que afectan materialmente a la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Su impacto es específico y medible. Pero las soluciones no se implementan ni escalan por sí solas. Precisamos de los medios para eliminar las barreras y acelerar la implementación y expansión de las mismas.

Los “aceleradores” crean las condiciones que permiten a las soluciones avanzar. Algunos son más cercanos y tienen impactos más directos, otros están más alejados y tienen un efecto más indirecto. Se solapan e interactúan y, como las soluciones, dependen del contexto político y social. Lo que puede funcionar correctamente en un momento o lugar determinado puede no funcionar en otro. Los aceleradores también funcionan a escalas diferentes, desde el nivel individual a grandes grupos o naciones enteras. Como las soluciones, ninguno de ellos es efectivo de una manera singular, y precisamos de todo el conjunto de los mismos.

**1 Cambios culturales** La cultura es un contexto esencial para las soluciones y acciones climáticas, indicándonos lo que está bien y lo que no, lo que es posible o imposible. Las historias, el arte, el diálogo y las visiones son algunos de los medios para (re)formar la cultura y las creencias colectivas acerca de cómo funciona el mundo, o de cómo debería funcionar. Los cambios culturales pueden parecer difusos, pero establecen el contexto para lo que hacemos como sociedad y pueden promover un sentido de coraje colectivo.

**2 Generación de poder** El poder es una condición previa para realizar cambios. Hasta ahora se ha desplegado demasiado poder contra las acciones climáticas, y muy poco para hacer avanzar las soluciones. Generamos poder construyendo comunidades, movimientos y liderazgos diversos. Cuando el poder concentrado y los intereses arraigados de la industria o gobiernos actúan en contra de la transformación, el poder de la gente presenta acciones correctivas.

**3 Establecimiento de objetivos** Los objetivos marcan la dirección. ¿Qué queremos alcanzar, y por qué? Respecto al clima, pero también de forma más genérica, los objetivos pueden ser específicos y numéricos (por ejemplo: “alcanzar la neutralidad en carbono en 2025”) o pueden ser ambiciones sistémicas de orden superior (por ejemplo: “un futuro justo en cuestiones climáticas”). A veces un nuevo objetivo puede cambiar radicalmente el punto al que nos dirigimos, así como las soluciones y propuestas que queremos llevar adelante.

**4 Alteración de reglas y políticas** Las reglas crean límites. Nos indican qué es deseable y tal vez incluso fomentado, o qué debe evitarse y por lo que tal vez es castigado. Las leyes, regulaciones, estándares, impuestos, subsidios e incentivos son maneras de cambiar el estado de las cosas en relación al clima pero dependen de quién escribe las reglas. Los cambios en las políticas pueden hacer avanzar las soluciones, al tiempo que detienen las fuentes del problema.

**5 Desplazamientos de capital** Teniendo en cuenta nuestro sistema económico, el dinero es necesario para realizar cambios. Las inversiones públicas y privadas y las donaciones filantrópicas pueden estimular y sostener las soluciones climáticas y los esfuerzos para hacerlas avanzar. Las desinversiones también tienen un fuerte impacto, al desplazar el capital y alejarlo de las fuentes del problema, de modo que se restringe por así decirlo su flujo sanguíneo.

**6 Cambios de comportamiento** Desde los meros individuos a las grandes corporaciones, el comportamiento define aquello que se hace y cómo. Todas las soluciones climáticas tienen dimensiones de comportamiento, y algunas dependen casi exclusivamente de los hábitos humanos. El conocimiento, las normas, los criterios y las motivaciones pueden modificar el comportamiento y crear nuevas maneras de operar. Si se agregan cambios de comportamiento, los resultados pueden variar de manera significativa.



Placas fotovoltaicas a escala industrial en el desierto de Atacama, Chile.

Miembros de una cooperativa rural de mujeres en Iles Tristao, Guinea.



**7 Mejoras en la tecnología** Para detener las fuentes de las emisiones, es preciso que nuestra tecnología evolucione. "Disponible es mejor que nuevo" puede aplicarse a las soluciones climáticas, pero mediante la innovación, investigación y desarrollo la tecnología puede continuar mejorando y añadiendo opciones a las soluciones disponibles. Esto es especialmente importante para los sectores más inabordables, como la industria pesada y la aviación.

Tanto para los aceleradores como para las soluciones, los esfuerzos se ampliarán conectándolos mediante la comunicación y colaboración, respaldando el aprendizaje continuo gracias a la educación, la generación de conocimiento y el prototipado, y centrando las experiencias, sabiduría y soluciones de las comunidades más impactadas. Necesitamos todo lo anterior: una amplia variedad de soluciones y aceleradores para llevar al mundo al punto Drawdown de modo rápido, seguro y justo.

Vivimos un momento de transformación sin parangón. La física, química y biología básicas de nuestro planeta lo convierten en algo no negociable, el inmovilismo no es una opción. La sociedad debe tomar una decisión acerca de cómo será dicha transformación. ¿Aunaremos nuestro coraje y determinación colectivos y la legión de soluciones existentes para alejar al mundo de una catástrofe climática global? ¿Llevaremos a cabo acciones climáticas de modo que eliminen a la vez las injusticias sistémicas y promuevan la resiliencia, bienestar e igualdad? ¿Quién elegimos ser en este momento determinante en la historia de la humanidad?

Una transformación que nos lleve al punto Drawdown es posible, tal como se demuestra aquí, pero requerirá mucho más que la disponibilidad de las tecnologías y prácticas adecuadas. Se precisa una auténtica evolución, una evolución en lo que valoramos, en cómo nos tratamos los unos a los otros, en quién lleva las riendas del poder, en el modo en el que operan las instituciones, y en los propios límites de nuestras economías. Este momento de transformación también demanda que aprendamos de las culturas y comunidades que han sustentado la simbiosis entre la humanidad y la naturaleza durante siglos, incluso milenios.

En algunos momentos todo esto puede parecer una tarea draconiana. Pero también se trata de una invitación a realizar un trabajo con un profundo significado. Nuestra finalidad como seres humanos en este momento es crear un futuro habitable, juntos; construir un puente desde donde estamos hoy hacia el mundo que queremos tener, para todas las formas de vida y para las generaciones que vendrán. Con compromiso, colaboración e ingenio podemos salir de la peligrosa senda en la que nos encontramos y volver al equilibrio con los sistemas vivos del planeta. Un mejor camino todavía es posible. Hagamos que esa posibilidad se convierta en realidad.

RESUMEN DE SOLUCIONES

# Soluciones por sector

Algunas de las soluciones aquí mostradas pueden parecer sorprendentes, por ejemplo las soluciones que tienen un impacto global beneficioso en cuanto a emisiones pero algún impacto negativo en algún sector (mostradas como CO<sub>2</sub>-eq negativo). Invitamos en este sentido a realizar un análisis más profundo acerca de las particularidades y matices de dichas soluciones, detalladas en los documentos compartidos en drawdown.org.



NOTA:

\* Indica que una solución está incluida en dos sectores; los resultados están prorrateados y asignados a cada sector.

\*\* Indica que una solución habilita o integra otras; las reducciones de emisiones están asignadas en otras secciones.

El total de CO<sub>2</sub>-eq reducido/secuestrado se basa en el número de unidades de solución activas entre 2020-2050, comparadas con las emisiones de un supuesto base.

"Primer coste" hace referencia al coste acumulado de instalar dichas unidades de solución. El "coste de vida útil" es el coste de operación de dichas unidades durante toda su vida útil. Cuando el coste es un número negativo, indica que se produce un ahorro.

## Reducción de las fuentes con el objetivo de emisiones cero

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	SUPUESTO 2 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Electricidad	Mejoras en la eficiencia	Termostatos inteligentes *	3,1	3,3
		Sistemas de automatización en edificios *	4,9	7,9
		Iluminación mediante LED	16,1	17,5
		Aislamiento *	3,8	4,3
		Cristales dinámicos *	0,2	0,3
		Cristales de alto rendimiento *	2,0	2,4
		Tejados verdes y fríos *	0,7	1,3
		Calefacción centralizada *	4,6	7,2
		Bombas de calor de gran eficiencia *	-1,7	-3,0
		Agua caliente solar *	0,8	3,2
		Electrodomésticos de flujo reducido *	0,2	0,4
		Eficiencia en la distribución de agua	0,7	0,9
		Readaptación de edificios * **	N/A	N/A
		Mejoras en la eficiencia + Cambios en la producción	Edificios de energía neta nula * **	N/A
	Cambios en la producción	Energía solar concentrada	18,6	24,0
		Placas fotovoltaicas distribuidas	28,0	68,6
		Placas fotovoltaicas a escala industrial	42,3	119,1
		Microturbinas eólicas	0,1	0,1
		Turbinas eólicas terrestres	47,2	147,7
		Turbinas eólicas marinas	10,4	11,4
Energía geotérmica		6,2	9,8	
Sistemas de energía hidroeléctrica pequeños		1,7	3,3	
Energía oceánica		1,4	1,4	
Energía de la biomasa		2,5	3,6	
Energía nuclear		2,7	3,2	
Energía a partir de residuos *		0,5	0,9	
Mejoras en el sistema	Captura de metano de vertederos *	0,2	-0,1	
	Digestores de metano *	3,6	2,3	
	Flexibilidad en la red de distribución **	N/A	N/A	
	Microredes **	N/A	N/A	
	Almacenamiento de energía distribuido **	N/A	N/A	
	Almacenamiento de energía a escala industrial **	N/A	N/A	
<b>ELECTRICIDAD - TOTAL</b>			<b>200,6</b>	<b>441,1</b>

## Reducción de las fuentes con el objetivo de emisiones cero

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	SUPUESTO 2 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Alimentación, agricultura y explotación del suelo	Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas	Dietas ricas en vegetales *	64,8	91,5
		Reducción en los desperdicios de alimentos *	86,7	93,8
	Protección de ecosistemas	Protección de los bosques *	4,4	6,8
		Tenencia forestal de los pueblos indígenas *	7,0	10,3
		Protección de praderas *	3,2	4,0
		Protección y rehidratación de turberas *	25,5	40,9
		Protección de humedales costeros *	0,7	1,0
	Protección de ecosistemas + Cambio en prácticas agrícolas	Intensificación sostenible para pequeños propietarios *	0,1	0,1
	Cambio en prácticas agrícolas	Agricultura de conservación *	1,5	1,1
		Producción regenerativa de cultivos anuales *	1,0	1,5
		Gestión de nutrientes	2,3	12,1
		Eficiencia en la irrigación de cultivos	1,1	2,1
		Mejoras en la producción de arroz *	4,0	5,9
		Sistema intensivo de cultivo del arroz *	2,0	3,0
<b>ALIMENTACIÓN, AGRICULTURA Y EXPLOTACIÓN DEL SUELO - TOTAL</b>			<b>204,2</b>	<b>273,9</b>
Industria	Mejoras en materiales	Cemento alternativo	8,0	16,1
		Bioplásticos	1,0	3,8
	Uso de residuos	Compostaje	2,1	3,1
		Reciclado	5,5	6,0
		Papel reciclado	1,1	1,9
		Energía a partir de residuos *	1,6	2,1
		Captura de metano de vertederos *	2,0	-1,5
	Digestores de metano *	6,2	3,8	
	Soluciones para los refrigerantes	Gestión de los refrigerantes *	57,7	57,7
		Refrigerantes alternativos *	43,5	50,5
<b>INDUSTRIA - TOTAL</b>			<b>128,7</b>	<b>143,7</b>

## Reducción de las fuentes con el objetivo de emisiones cero

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	SUPUESTO 2 Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Transporte	Cambio a alternativas de movilidad	Ciudades transitables a pie	1,4	5,5
		Infraestructuras ciclables	2,6	6,6
		Bicicletas eléctricas	1,3	4,1
		Vehículos compartidos	7,7	4,2
		Transporte público	7,5	23,4
		Tren de gran velocidad	1,3	3,8
	Telepresencia	1,0	3,8	
	Mejoras en la eficiencia	Coches híbridos	7,9	4,6
		Camiones eficientes	4,6	9,7
		Aviación eficiente	6,3	9,2
Electrificación de vehículos	Transporte marítimo eficiente	4,4	6,3	
	Coches eléctricos	11,9	15,7	
Trenes eléctricos	0,1	0,6		
<b>TRANSPORTE - TOTAL</b>			<b>58,0</b>	<b>97,4</b>
Edificios y edificación	Mejoras en la eficiencia	Termostatos inteligentes *	3,9	4,1
		Sistemas de automatización en edificios *	1,6	2,6
		Aislamiento *	13,2	14,8
		Cristales dinámicos *	0,1	0,1
		Cristales de alto rendimiento *	8,1	10,3
		Tejados verdes y fríos *	-0,1	-0,2
	Mejoras en la eficiencia + Cambios en las fuentes de energía	Electrodomésticos de flujo reducido *	0,7	1,2
		Readaptación de edificios ***	N/A	N/A
		Edificios de energía neta nula ***	N/A	N/A
	Cambios en las fuentes de energía	Calefacción centralizada *	1,7	2,7
		Bombas de calor de gran eficiencia *	5,8	12,3
		Agua caliente solar *	2,8	11,1
		Biogás para cocinar	4,6	9,7
		Cocinas limpias mejoradas	31,3	72,6
Soluciones para los refrigerantes	Gestión de los refrigerantes *	N/A	N/A	
	Refrigerantes alternativos *	N/A	N/A	
<b>EDIFICIOS Y EDIFICACIÓN - TOTAL</b>			<b>73,7</b>	<b>141,2</b>
<b>REDUCCIÓN DE LAS FUENTES - TOTAL</b>			<b>665,3</b>	<b>1.097,4</b>

## Refuerzo de los sumideros para estimular el ciclo natural del carbono

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1	SUPUESTO 2
			Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Sumideros terrestres	Soluciones para el problema de los desperdicios y mejoras en las dietas	Dietas ricas en vegetales *	0,2	0,2
		Reducción en los desperdicios de alimentos *	0,8	0,8
	Protección y restauración de ecosistemas	Protección de los bosques *	1,1	1,9
		Tenencia forestal de los pueblos indígenas *	1,7	2,6
		Restauración de bosques templados	19,4	27,8
		Restauración de selvas tropicales	54,5	85,1
		Protección de praderas *	0,2	0,2
		Protección y rehidratación de turberas *	0,6	1,0
	Protección de ecosistemas + Cambios en prácticas agrícolas	Intensificación sostenible para pequeños propietarios *	1,2	0,6
	Cambios en prácticas agrícolas	Agricultura de conservación *	11,9	8,3
		Producción regenerativa de cultivos anuales *	13,6	20,8
		Pastoreo controlado	16,4	26,0
		Sistemas silvopastoriles	26,6	42,3
		Agroforestería en estratos	11,3	20,4
		Intercalación de cultivos de árboles	15,0	24,4
		Cultivos básicos perennes	15,5	31,3
		Producción de biomasa perenne	4,0	7,0
		Mejoras en la producción de arroz *	5,4	8,0
		Sistema intensivo de cultivo del arroz *	0,8	1,2
	Uso de tierras degradadas	Restauración de terrenos de cultivo abandonados	12,5	20,3
Plantaciones de árboles (en tierras degradadas)		22,2	35,9	
Producción de bambú		8,3	21,3	
<b>SUMIDEROS TERRESTRES - TOTAL</b>			<b>243,1</b>	<b>387,8</b>
Sumideros en zonas costeras y océanos	Protección y restauración de ecosistemas	Protección de humedales costeros *	0,3	0,5
		Restauración de humedales costeros	0,8	1,0
	<b>SUMIDEROS EN ZONAS COSTERAS Y OCÉANOS - TOTAL</b>			<b>1,1</b>

## Refuerzo de los sumideros para estimular el ciclo natural del carbono

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1	SUPUESTO 2
			Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Sumideros artificiales	Eliminación y captura de carbono	Producción de carbón vegetal	2,2	4,4
	<b>SUMIDEROS ARTIFICIALES - TOTAL</b>			<b>2,2</b>
<b>REFUERZO DE LOS SUMIDEROS - TOTAL</b>			<b>246,4</b>	<b>393,7</b>

## Mejoras en la sociedad fomentando la igualdad para todo el mundo

Sector	Subgrupo	Solución	SUPUESTO 1	SUPUESTO 2
			Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)
Salud y educación	N/A	Salud y educación	85,4	85,4
	<b>SALUD Y EDUCACIÓN - TOTAL</b>			<b>85,4</b>
<b>MEJORAS EN LA SOCIEDAD - TOTAL</b>			<b>85,4</b>	<b>85,4</b>



Dos chamanes que viven en la comunidad selvática de Cashiboya, Loreto, Perú.

## RESUMEN DE SOLUCIONES

## Soluciones individuales

Las clasificaciones que se muestran en esta sección se basan en la proyección del impacto sobre las emisiones a escala global. La importancia relativa de una solución determinada puede diferir significativamente dependiendo del contexto y de las condiciones ecológicas, económicas, políticas o sociales particulares.

## Supuesto 1

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
1	Reducción en los desperdicios de alimentos	87,4	-	-	-
2	Salud y educación	85,4	-	-	-
3	Dietas ricas en vegetales	65,0	-	-	-
4	Gestión de los refrigerantes	57,7	-	600	-
5	Restauración de selvas tropicales	54,5	-	-	-
6	Turbinas eólicas terrestres	47,2	800	-3.800	-
7	Refrigerantes alternativos	43,5	-	-	-
8	Placas fotovoltaicas a escala industrial	42,3	-200	-12.900	-
9	Cocinas limpias mejoradas	31,3	100	1.900	-
10	Placas fotovoltaicas distribuidas	28,0	400	-7.800	-
11	Sistemas silvopastoriles	26,6	200	2.300	1.700
12	Protección y rehidratación de turberas	26,0	-	-	-
13	Plantaciones de árboles (en tierras degradadas)	22,2	16	100	2.100
14	Restauración de bosques templados	19,4	-	-	-
15	Energía solar concentrada	18,6	400	800	-
16	Aislamiento	17,0	700	-21.700	-
17	Pastoreo controlado	16,4	33	-600	2.100
18	Iluminación mediante LED	16,1	-1.700	-4.500	-
19	Cultivos básicos perennes	15,5	83	800	1.400
20	Intercalación de cultivos de árboles	15,0	100	600	200
21	Producción regenerativa de cultivos anuales	14,5	77	-2.300	100
22	Agricultura de conservación	13,4	91	-2.800	100
23	Restauración de terrenos de cultivo abandonados	12,5	98	3.200	2.600

NOTA: Cuando el coste es un número negativo, indica que se produce un ahorro. Si se muestra un simple guión, significa que no hay resultados disponibles.

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
24	Coches eléctricos	11,9	4.400	-15.200	-
25	Agroforestería en estratos	11,3	54	100	1.700
26	Turbinas eólicas marinas	10,4	600	-600	-
27	Cristales de alto rendimiento	10,0	9.000	-3.300	-
28	Digestores de metano	9,8	200	2	-
29	Mejoras en la producción de arroz	9,4	-	-400	200
30	Tenencia forestal de los pueblos indígenas	8,7	-	-	-
31	Producción de bambú	8,3	52	500	1.700
32	Cemento alternativo	8,0	-63	-	-
33	Coches híbridos	7,9	3.400	-6.100	-
34	Vehículos compartidos	7,7	-	-5.300	-
35	Transporte público	7,5	-	-2.100	-
36	Termostatos inteligentes	7,0	100	-1.800	-
37	Sistemas de automatización en edificios	6,5	200	-1.700	-
38	Calefacción centralizada	6,3	200	-1.500	-
39	Aviación eficiente	6,3	800	-2.400	-
40	Energía geotérmica	6,2	80	-800	-
41	Protección de los bosques	5,5	-	-	-
42	Reciclado	5,5	10	-200	-
43	Biogás para cocinar	4,6	23	100	-
44	Camiones eficientes	4,6	400	-3.400	-
45	Transporte marítimo eficiente	4,4	500	-600	-
46	Bombas de calor de gran eficiencia	4,2	76	-1.000	-
47	Producción de biomasa perenne	4,0	200	1.500	900
48	Agua caliente solar	3,6	700	-200	-
49	Protección de praderas	3,3	-	-	-
50	Sistema intensivo de cultivo del arroz	2,8	-	-14	500
51	Energía nuclear	2,7	100	-300	-
52	Infraestructuras ciclables	2,6	-2.600	-800	-
53	Energía de la biomasa	2,5	51	-200	-
54	Gestión de nutrientes	2,3	-	-23	-
55	Producción de carbón vegetal	2,2	100	700	-
56	Captura de metano de vertederos	2,2	-4	6	-
57	Compostaje	2,1	-60	100	-
58	Energía a partir de residuos	2,0	100	96	-
59	Sistemas de energía hidroeléctrica pequeños	1,7	49	-300	-

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
60	Ciudades transitables a pie	1,4	-	-1.600	-
61	Energía oceánica	1,4	200	1.000	-
62	Intensificación sostenible para pequeños propietarios	1,4	-	-100	300
63	Bicicletas eléctricas	1,3	-300	-600	-
64	Tren de gran velocidad	1,3	600	800	-
65	Eficiencia en la irrigación de cultivos	1,1	200	-500	-
66	Papel reciclado	1,1	400	-	-
67	Telepresencia	1,0	86	-1.200	-
68	Protección de humedales costeros	1,0	-	-	-
69	Bioplásticos	1,0	88	-	-
70	Electrodomésticos de flujo reducido	0,9	1	-400	-
71	Restauración de humedales costeros	0,8	-	-	-
72	Eficiencia en la distribución de agua	0,7	17	-200	-
73	Tejados verdes y fríos	0,6	600	-300	-
74	Cristales dinámicos	0,3	69	-98	-
75	Trenes eléctricos	0,1	600	-700	-
76	Microturbinas eólicas	0,1	52	19	-
<b>Sin clasificar*</b>	Readaptación de edificios	N/A	-	-	-
	Almacenamiento de energía distribuido	N/A	-	-	-
	Flexibilidad en la red de distribución	N/A	-	-	-
	Microredes	N/A	-	-	-
	Edificios de energía neta nula	N/A	-	-	-
	Almacenamiento de energía a escala industrial	N/A	-	-	-
<b>SUPUESTO 1 - TOTAL</b>		<b>997,2</b>	<b>22.479</b>	<b>-95.112</b>	<b>15.600</b>

\* Los impactos de las emisiones incluidos o habilitados por estas soluciones están contabilizados en otras secciones.

## Supuesto 2

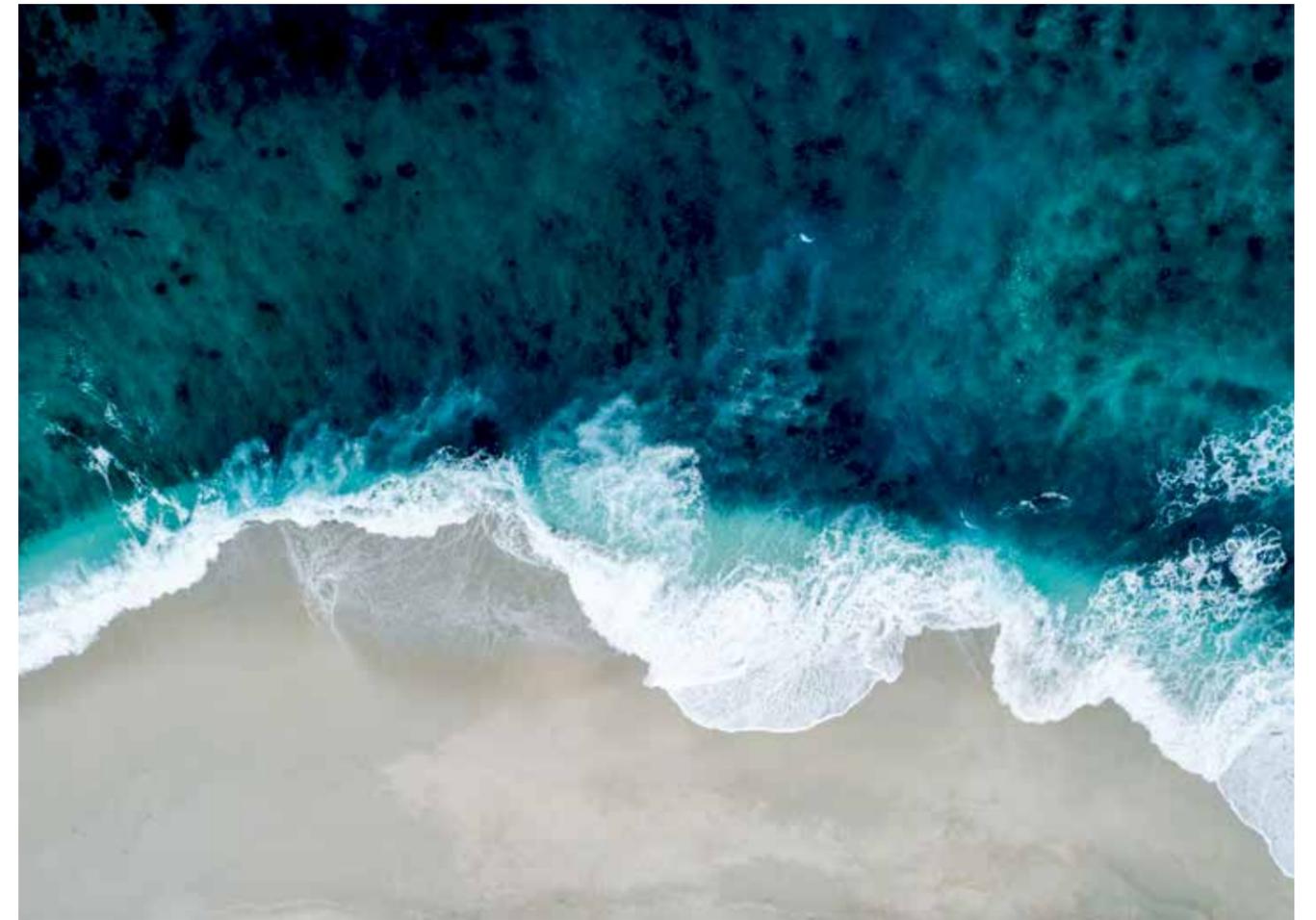
Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
1	Turbinas eólicas terrestres	147,7	1.700	-10.200	-
2	Placas fotovoltaicas a escala industrial	119,1	-1.528	-26.500	-
3	Reducción en los desperdicios de alimentos	94,6	-	-	-
4	Dietas ricas en vegetales	91,7	-	-	-

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
5	Salud y educación	85,4	-	-	-
6	Restauración de selvas tropicales	85,1	-	-	-
7	Cocinas limpias mejoradas	72,6	300	4.191	-
8	Placas fotovoltaicas distribuidas	68,6	300	-13.600	-
9	Gestión de los refrigerantes	57,7	-	630	-
10	Refrigerantes alternativos	50,5	-	-	-
11	Sistemas silvopastoriles	42,3	300	3.120	2.400
12	Protección y rehidratación de turberas	41,9	-	-	-
13	Plantaciones de árboles (en tierras degradadas)	35,9	100	260	3.400
14	Cultivos básicos perennes	31,3	200	1.922	3.400
15	Restauración de bosques templados	27,8	-	-	-
16	Pastoreo controlado	26,0	100	-1.100	3.500
17	Intercalación de cultivos de árboles	24,4	300	1.080	500
18	Energía solar concentrada	24,0	600	1.116	-
19	Transporte público	23,4	-	-6.600	-
20	Producción regenerativa de cultivos anuales	22,3	200	-3.600	300
21	Producción de bambú	21,3	200	1.444	4.400
22	Agroforestería en estratos	20,4	100	246	3.100
23	Restauración de terrenos de cultivo abandonados	20,3	200	5.272	4.400
24	Aislamiento	19,0	900	-24.200	-
25	Iluminación mediante LED	17,5	-2.036	-5.000	-
26	Cemento alternativo	16,1	-64	-	-
27	Coches eléctricos	15,7	5.800	-21.900	-
28	Agua caliente solar	14,3	2.700	-1.200	-
29	Mejoras en la producción de arroz	13,8	-	-700	400
30	Tenencia forestal de los pueblos indígenas	12,9	-	-	-
31	Cristales de alto rendimiento	12,6	10.800	-4.000	-
32	Gestión de nutrientes	12,1	-	-100	-
33	Turbinas eólicas marinas	11,4	800	-800	-
34	Sistemas de automatización en edificios	10,5	300	-3.100	-
35	Calefacción centralizada	9,9	400	-2.500	-
36	Energía geotérmica	9,8	100	-1.300	-
37	Camiones eficientes	9,7	800	-6.100	-
38	Biogás para cocinar	9,7	100	210	-

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
39	Agricultura de conservación	9,4	100	-2.000	100
40	Bombas de calor de gran eficiencia	9,3	200	-2.600	-
41	Aviación eficiente	9,2	900	-3.700	-
42	Protección de los bosques	8,7	-	-	-
43	Termostatos inteligentes	7,4	200	-2.100	-
44	Producción de biomasa perenne	7,0	400	2.751	1.700
45	Infraestructuras ciclables	6,6	-7.539	-2.400	-
46	Transporte marítimo eficiente	6,3	800	-900	-
47	Digestores de metano	6,2	200	2	-
48	Reciclado	6,0	100	-300	-
49	Ciudades transitables a pie	5,5	-	-6.500	-
50	Coches híbridos	4,6	1.700	-3.000	-
51	Producción de carbón vegetal	4,4	400	1.437	-
52	Sistema intensivo de cultivo del arroz	4,3	-	-100	900
53	Protección de praderas	4,3	-	-	-
54	Vehículos compartidos	4,2	-	-2.800	-
55	Bicicletas eléctricas	4,1	-1.155	-1.900	-
56	Telepresencia	3,8	400	-4.400	-
57	Bioplásticos	3,8	100	-	-
58	Tren de gran velocidad	3,8	1.300	2.164	-
59	Energía de biomasa	3,6	100	-300	-
60	Sistemas de energía hidroeléctrica pequeños	3,3	100	-600	-
61	Energía nuclear	3,2	200	-400	-
62	Compostaje	3,1	-84	174	-
63	Energía a partir de residuos	3,0	200	-1	-
64	Eficiencia en la irrigación de cultivos	2,1	400	-1.000	-
65	Papel reciclado	1,9	1.000	-	-
66	Electrodomésticos de flujo reducido	1,6	100	-800	-
67	Protección de humedales costeros	1,5	-	-	-
68	Energía oceánica	1,4	300	1.440	-
69	Tejados verdes y fríos	1,1	1.000	-600	-
70	Restauración de humedales costeros	1,0	-	-	-
71	Eficiencia en la distribución de agua	0,9	100	-400	-
72	Intensificación sostenible para pequeños propietarios	0,7	-	-100	200
73	Trenes eléctricos	0,6	2.900	-3.400	-

Clasificación global	Solución	Total de CO <sub>2</sub> -eq (Gt) Reducido / Secuestrado (2020-2050)	Primer coste neto para implementar la solución (Miles de millones de USD)	Coste de vida útil neto para operar la solución (Miles de millones de USD)	Beneficio de vida útil neto tras la implementación y operación (Miles de millones de USD)
74	Cristales dinámicos	0,5	200	-200	-
75	Microturbinas eólicas	0,1	100	28	-
76	Captura de metano de vertederos	-1,6	-	22	-
<b>Sin clasificar*</b>	Readaptación de edificios	N/A	-	-	-
	Almacenamiento de energía distribuido	N/A	-	-	-
	Flexibilidad en la red de distribución	N/A	-	-	-
	Microredes	N/A	-	-	-
	Edificios de energía neta nula	N/A	-	-	-
	Almacenamiento de energía a escala industria	N/A	-	-	-
<b>SUPUESTO 2 - TOTAL</b>		<b>1.576,5</b>	<b>28.394</b>	<b>-145.492</b>	<b>28.700</b>

\* Los impactos de las emisiones incluidos o habilitados por estas soluciones están contabilizados en otras secciones.



El océano Índico baña la costa en las Maldivas, un archipiélago de islas y atolones de bajo relieve que pertenece al grupo de pequeñas naciones cuya existencia se encuentra amenazada por el cambio climático.

# REFERENCIAS

---

1. IPCC (2018). Resumen para responsables de políticas. En: *Calentamiento global de 1,5 °C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. Organización Meteorológica Mundial.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
2. IPCC (2014). *Cambio climático 2014: Mitigación del cambio climático. Contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Cambridge University Press.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIIAR5\\_SPM\\_TS\\_Volume\\_es-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume_es-1.pdf)
3. Thunberg, G. (2019). *No one is too small to make a difference*. Penguin Books.
4. Global Carbon Project (2019). *Carbon budget and trends 2019*.  
<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
5. AIE, IRENA, UNSD, BM, OMS (2019). *Seguimiento del ODS 7: Informe sobre los avances en materia de energía 2019*. El Banco Mundial.  
<https://trackingsdg7.esmap.org/data/files/download-documents/2019-Tracking%20SDG7-Full%20Report.pdf>
6. AIE (2017). *Energy technology perspectives 2017*. Agencia Internacional de la Energía.  
<https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2017>
7. IPCC (2019). Resumen para responsables de políticas. En: *Informe especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. El océano y la criosfera en un clima cambiante*. En prensa.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC\\_SPM\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC_SPM_es.pdf)
8. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales NU, División de Población (2019). *World population prospects 2019: Highlights*. Naciones Unidas.  
[https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)
9. Gore, T. (22 diciembre 2015). *La desigualdad extrema de las emisiones de carbono: Por qué el acuerdo sobre el clima de París debe anteponer los intereses de las personas más pobres, vulnerables y que generan menos emisiones de carbono*. Oxfam.  
[https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file\\_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-es.pdf](https://oi-files-d8-prod.s3.eu-west-2.amazonaws.com/s3fs-public/file_attachments/mb-extreme-carbon-inequality-021215-es.pdf)

---

Pueden encontrarse referencias adicionales para cada solución y sector en [drawdown.org](https://drawdown.org).

## Principales donantes

---

Desde Project Drawdown deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a las personas e instituciones que respaldan nuestro trabajo. Desde la publicación de *Drawdown* en 2017, la generosidad de los siguientes principales donantes nos ha permitido continuar desarrollando un recurso de referencia para las soluciones climáticas:

Ann and Gordon Getty Foundation | Caldera Foundation

Caldwell Fisher Family Foundation | craigslist Charitable Fund

Hopewell Fund | Jamie Wolf | Michael and Jena King Family Fund

Newman's Own Foundation | Ray C. Anderson Foundation

Rockefeller Brothers Fund | The Heinz Endowments | Trailsend Foundation

# CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

---

**Portada** Energía solar concentrada por Dennis Schroeder/NREL **Páginas iniciales** Miel silvestre por Nanang Sujana/CIFOR • Tren en Tokio por Simon Launay (Unsplash) • Restauración de bosques por Axel Fassio/CIFOR • Meseta Kaas por Raju GPK (Unsplash) **Prólogo** Humedales costeros por Richard Sagredo (Unsplash) **10 reflexiones clave** Sistema silvopastoril por Neil Palmer/CIAT • Obtención de agua por Ollivier Girard/CIFOR • Edificio viviente por Jonathan Hillyer • Kilimanjaro por Ray in Manila • Bioplásticos por Jürgen Grünwald • Techo solar por Stephen Yang/The Solutions Project • Investigación sobre el arroz por Leo Sebastian/IRRI-CCAFS • Trabajadoras sanitarias por Rob Tinworth • Huelga por el clima por Markus Spiske (Unsplash)

**Reducción de las fuentes** Líneas de alta tensión por Charlotte Venema (Unsplash) **Electricidad** Windsurfistas y turbinas por Ronaldo Lourenço (Unsplash) • Paneles solares distribuidos por Abbie Trayler-Smith/Panos Pictures/DFID **Alimentación, agricultura y explotación del suelo** Turberas por Nanang Sujana/CIFOR • Marcha das Mulheres por Natalia Gomes/Cobertura Colaborativa • Berenjenas asadas por Stijn Nieuwendijk **Industria** CopenHill por Kristoffer Dahl/News Øresund • Compost por Will Parson/Chesapeake Bay Program • Electrodomésticos por Janaya Dasiuk (Unsplash) • Reciclado por Rwanda Green Fund **Transporte** El "L" por Sawyer Bengtson (Unsplash) • Carguero por Sergio Souza (Unsplash) **Edificios y edificación** Techo verde por Bernard Hermant (Unsplash) • Cocina con biogás por Vidura Jang Bahadur • Aislamiento por Charles Deluvio (Unsplash) **Otros** Combustión de gases por WildEarth Guardians

**Refuerzo de los sumideros** Desfiladero de Snoqualmie por Dave Hoefler (Unsplash) **Sumideros terrestres** Granja en Yangambi por Axel Fassio/CIFOR • Bambú por kazuend (Unsplash) • Pruebas en el suelo por Georgina Smith/CIAT **Sumideros en zonas costeras y océanos** Plantación de manglares por Rob Barnes/AGEDI/Blue Forests • Algas por Shane Stagner (Unsplash) • Bosque de manglares por Joel Vodell (Unsplash) **Sumideros artificiales** Carbón vegetal por Tracy Robillard/NRCS

**Mejoras en la sociedad** Paso de peatones por Ryoji Iwata (Unsplash) **Salud y educación** Estudiante por Allison Kwesell/Banco Mundial

**Soluciones más allá de la lista Drawdown** Alce por Kent Miller/NPS **Evaluación de soluciones** Inspector de turbinas por Dennis Schroeder/NREL **Hacia el futuro** Drakes Bay por Brian Cluer/NOAA WCR • Planta de generación solar por Antonio Garcia (Unsplash) • Mujeres en Guinea por Joe Saade/ONU Mujeres **Páginas finales** Desfiladero de San Gorgonio por Ian D. Keating • Chamanes en Perú por Marlon del Aguila Guerrero/CIFOR • Maldivas por Shifaaz Shamoon (Unsplash)

**PROJECT  
DRAWDOWN.**

*El principal recurso mundial para las soluciones climáticas*