

GEO

CIENCIAS

Nº 9 | AGOSTO 2022

ENERGÍAS RENOVABLES

Una nueva era
para la energía que
mueve al mundo

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

La respuesta a
los principales
desafíos
socioambientales

ECONOMÍA CIRCULAR

Hacia un nuevo
paradigma de
producción

DESCARBONIZACIÓN

Un enfoque para
desintoxicar
nuestro planeta

Capital Natural

El mayor activo
de nuestra economía

sura 



COMITÉ EDITORIAL

Juana Francisca Llano Cadavid

Presidente Suramericana S. A.

Gloria María Estrada

Vicepresidente de Riesgos Suramericana S. A.

Elizabeth Cardona Rendón

Gerente de Geociencias Suramericana S. A.

FUENTES INTERNAS

Elizabeth Cardona Rendón

Gerente de Geociencias Suramericana S. A.

Equipo Suramericana S. A.

Andrea Milena Jaramillo Rivera

Catalina Bedoya Posada

David Alfredo Ochoa Lotero

Jeimmy Lizeth Rodríguez Moreno

Jorge Santiago Victoria Domínguez

Juan David Rendón Bedoya

Juan Pablo Restrepo Saldarriaga

Luisa Fernanda Vallejo Giraldo

María José Barrera Gutiérrez de Piñeres

Victoria Luz González Pérez

REDACCIÓN, EDICIÓN Y DISEÑO

Puntoaparte S. A.

Dirección editorial

Andrés Barragán, Juan Mikán

Dirección de arte

Mateo L. Zúñiga

Edición

Juan Mikán

Periodistas

Gina Peña

Diseñadores

Mónica Loaiza

Ilustraciones

Guillermo Torres

Imágenes

Getty, Shutterstock, GeoSURA

REVISTA GEOCIENCIAS SURA

Edición 9 | Agosto de 2022

Suramericana S. A., una compañía de seguros, tendencias y riesgos.

Contenido

01

Capital natural. El mayor activo de nuestra economía

06

02

Energías renovables. Una nueva era para la energía que mueve al mundo

14

03

Soluciones basadas en la naturaleza. La respuesta a los principales desafíos socioambientales

24

04

Economía circular. Hacia un nuevo paradigma de producción

32

05

Descarbonización. Un enfoque para desintoxicar nuestro planeta

42

06

Cambios de régimen y puntos de no retorno. Las huellas que ya no se podrán borrar

50

07

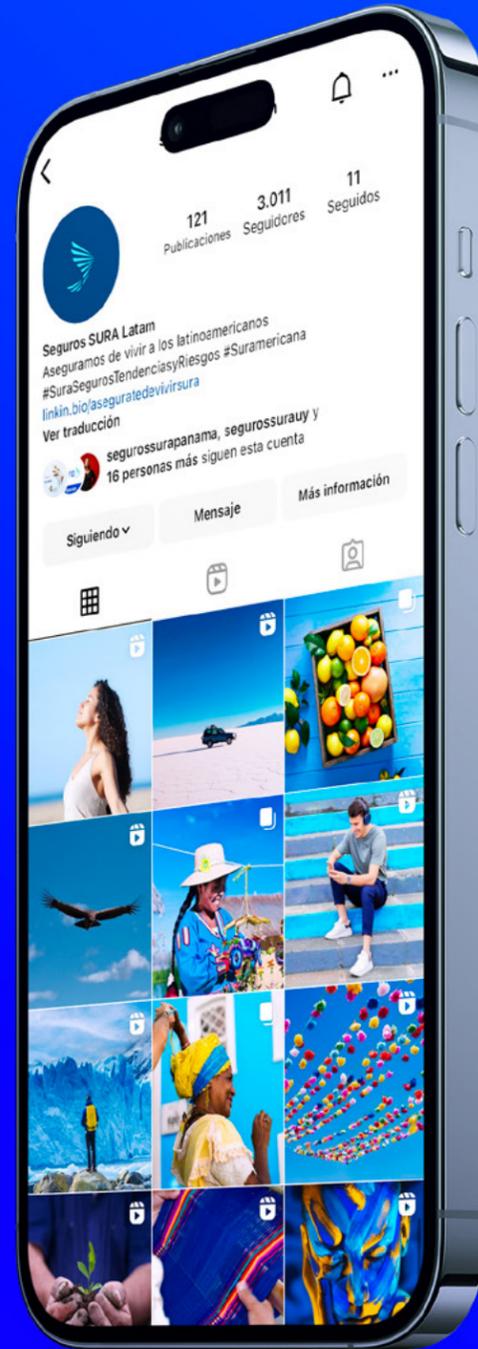
Polvo del Sahara. Fenómeno que no conoce fronteras

58



Síguenos en
@SegurosSuraLATAM

Aseguramos de
vivir a los
latinoamericanos



Preservar nuestro planeta y nuestro entorno

Ser sostenibles: nuestra responsabilidad

El modelo de desarrollo económico que se ha establecido durante siglos está basado en la explotación de los recursos naturales, sin tener en cuenta su finitud y las implicaciones que esto tiene en la vida del planeta y de los seres vivos. Por ejemplo, se ha documentado que aproximadamente 40.000 especies están en peligro de extinción y más del 85 % de los humedales han desaparecido en los últimos 300 años. Asimismo, más de 733 millones de personas viven en países con niveles críticos de estrés hídrico y el aumento de la temperatura global continúa sin cesar, lo que lleva a un clima más extremo. Las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la generación de energía aumentaron 6 % en el 2021, alcanzando los niveles más altos.

Estas estadísticas nos muestran una necesidad imperante de transición hacia un modelo de desarrollo sostenible con el que podamos satisfacer nuestras necesidades sin comprometer la estabilidad del planeta, garantizando así la calidad de vida de las futuras generaciones. Ahora bien, es preciso tener claro que la sostenibilidad no solo implica los recursos naturales; requiere un enfoque integrado que tenga en cuenta tanto las preocupaciones ambientales como las sociales y las económicas. Precisamente por esto, conocer, analizar y entender los fenómenos relacionados con la naturaleza, sus riesgos y oportunidades, así como las alternativas de mitigación y adaptación, es un compromiso activo y una apuesta explícita que deben tener en cuenta todas las empresas.

Una de nuestras prioridades hoy en SURA es impulsar la sostenibilidad poniendo a disposición herramientas y co-

nocimientos para enfrentar de forma responsable los retos de la salud planetaria y la salud humana. Con este propósito, en esta nueva edición de la revista *Geociencias* traemos a nuestros lectores una serie de temáticas clave que les permitirán conocer tanto las tendencias de la problemática ambiental como las posibles soluciones que se han identificado en diferentes ámbitos y casos de éxito.

Los invitamos a este recorrido por diferentes conceptos y los cambios por los que actualmente está pasando el planeta y a su vez la humanidad. La forma en la que todo está interconectado deja en evidencia la necesidad de integrar la sostenibilidad por medio de la gobernanza y la innovación en ciencia y tecnología. Para ese fin, será clave rediseñar el modelo de producción y consumo lineal actual y transitar hacia una economía circular, incorporar el capital natural en las finanzas e indicadores económicos, así como encaminar los diferentes sectores económicos hacia la descarbonización, empezando por la transición energética.

Esperamos que esta información sea de inspiración para fomentar la transición hacia la sostenibilidad, no solo de las empresas y sus cadenas de valor; también de las personas, las comunidades y los Gobiernos, **porque sanar nuestro planeta es una responsabilidad de todos.**

JUANA FRANCISCA LLANO CADAVID
Presidente Suramericana S. A.

01

CAPITAL NATURAL

El mayor activo de nuestra economía

La naturaleza es la locomotora de nuestro sistema productivo. Esta realidad invita a estimar la riqueza de los países de una forma distinta a la tradicional, contabilizando el valor de la naturaleza, adoptando una visión más integral del impacto que nuestra producción genera en la biodiversidad y teniendo en cuenta que la economía depende de esta riqueza natural. Es hora de hacer visible el valor de los servicios que los ecosistemas le prestan a la humanidad.

¿QUÉ ES CAPITAL NATURAL?

El indicador económico más usado en el mundo para cuantificar y comparar la economía de los países es el producto interno bruto (PIB). Este refleja el valor monetario de todos los bienes y servicios finales producidos en un territorio durante un periodo de tiempo determinado, por lo que se asume que los países que tienen un mayor PIB cuentan con una mayor capacidad económica. Sin embargo, este

parámetro no incluye los recursos naturales que se han empleado para apalancar el desarrollo económico. De esta manera, se dejan de estimar variables importantes para el sostenimiento de esa productividad y la pérdida de áreas naturales y de los beneficios que ellas proporcionan.

Debido a lo anterior, recientemente las iniciativas relacionadas con sostenibilidad han venido adoptando un concepto que ya se había propuesto hace más de cuatro décadas: el capital natural. Matías Piaggio, economista experto de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), indica que el sistema de contabilidad ambiental de Naciones Unidas define a los ecosistemas como activos que constituyen el ambiente biofísico y que pueden brindar beneficios a la humanidad a través de los servicios ecosistémicos. De tal forma, tenemos como ejemplos de capital natural la cobertura forestal, que brinda captura de carbono y regulación del clima, o el carbono contenido en el suelo, que incrementa la productividad de los cultivos. Así, cuantificar los cambios en su extensión y condición y asignarles un valor a estos beneficios (que puede ser económico) permite darles relevancia a estas variables en la toma de decisiones de Gobiernos y entidades multilaterales.

El Sistema de Contabilidad Ambiental de Ecosistemas de Naciones Unidas (SEEA EA) define un conjunto de estándares y principios estadísticos que caracterizan los atributos de la oferta de flujos de los servicios ecosistémicos, a partir de los cuales se puede entender mejor el capital natural. Estos atributos o indicadores pueden definirse en función de:

EXTENSIÓN: Es el tamaño del dominio espacial de los diferentes tipos de ecosistemas en un área determinada. Por ejemplo, los límites geográficos de un país, los límites administrativos de una región, una cuenca hídrica o un área protegida.

CONDICIÓN: Son las características de calidad de los ecosistemas, y su estado respecto a un punto específico de referencia. Por ejemplo, el contenido de carbono en el suelo es un indicador de la condición del suelo en bosques y áreas agrícolas.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Biofísicos: Beneficios que los seres humanos obtenemos de la naturaleza. Estos beneficios dependen de la extensión y de la condición de los servicios ecosistémicos.

Monetarios: Son la valoración de los beneficios de los servicios ecosistémicos en términos biofísicos, a un valor de intercambio.

VALORACIÓN MONETARIA DE ACTIVOS ECOSISTÉMICOS:

Es el valor monetario de los servicios ecosistémicos que serán provistos en el futuro. Estos representan los cambios en las condiciones presentes y futuras de las contribuciones de los ecosistemas a los beneficios para la sociedad.

LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los beneficios que proporciona la naturaleza a los seres humanos se conocen como servicios ecosistémicos. Algunos, como los alimentos, el agua y las materias primas para fabricar medicinas, se presentan de forma directa; otros, menos tangibles, se obtienen de manera indirecta, como por ejemplo la polinización de cultivos por los insectos o la regulación del clima realizada por los bosques.

Estos servicios se pueden clasificar en:



Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento

Permiten el abastecimiento de bienes que garantizan la subsistencia y el desarrollo de las personas, tales como alimentos o materiales de construcción.



Servicios ecosistémicos de regulación

Regulan el medio ambiente y lo hacen apto para la supervivencia humana. Este es el caso, por ejemplo, del ciclo del agua, que permite la disponibilidad de dicho recurso para consumo humano. También se incluyen aquí la captura de carbono de los bosques y océanos, o el control biológico de plagas, entre otros.



Servicios ecosistémicos culturales

Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la inspiración en la naturaleza (biomimética), identidad cultural, biofilia o sentido de conexión con la naturaleza, la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural, entre otros¹.

¹ Para más ejemplos de los diferentes servicios ecosistémicos, revisar <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/culturalservices/es/>

ENFOQUES DE VALORACIÓN

La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios Ecosistémicos (IPBES), órgano intergubernamental independiente encargado de proporcionar conocimientos relevantes sobre biodiversidad y servicios

ecosistémicos para la formulación de políticas y toma de decisiones en todos los niveles de gobierno, sector privado y sociedad civil, identifica los siguientes enfoques de valoración para el capital natural:

ENFOQUE DE VALOR

TIPOS DE VALOR

EJEMPLOS

Naturaleza (valor inherente de la naturaleza y sus componentes).

No antropocéntricos o intrínsecos (independientes de cualquier experiencia y evaluación humana. Este valor no es atribuido ni generado por agentes externos como los seres humanos).

- Derechos y bienestar de los animales.
- Evolución y procesos ecológicos.
- Diversidad genética, diversidad de especies.

Contribución de la naturaleza a las personas (engloba las interacciones entre seres humanos y naturaleza, los servicios ecosistémicos y relaciones tanto fundamentales como relacionales).

Antropocéntrico

Instrumental (valor atribuido a un medio para lograr un fin particular).

Creación y mantenimiento de hábitats, polinización y propagación de especies, regulación climática.

Alimentos, energía, materiales.

Buena calidad de vida (la naturaleza como componente esencial para la existencia humana y la buena calidad de vida).

Relacional (refleja las relaciones simbólicas con la naturaleza que hacen parte de la identidad y cotidianidad de las personas).

Interacción física y experimental con la naturaleza, inspiración, significado simbólico:

- Salud física, mental y emocional.
- Estilo de vida.
- Identidad cultural, sentido de lugar.
- Cohesión social.

EJEMPLOS DE VALORACIÓN MONETARIA DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS POR AÑO

Bosques

Un estudio sobre soluciones climáticas naturales identifica que por medio de estas se puede alcanzar el 37 % de mitigación de CO₂ requerida al 2030 de manera costo-efectiva. Esto brinda una probabilidad mayor al 66 % de mantener el calentamiento global por debajo de 2 °C. Entre estas soluciones climáticas se destaca la conservación de los bosques (con cobertura de árboles mayor al 25 %), ya que evitar la conversión de estos ecosistemas implica menores costos de mitigación en comparación con tecnologías emergentes, encontrándose por debajo de los USD 10 por tonelada de CO₂ eq² al año.

Bosques de manglar en Indonesia

Un estudio muestra que los bosques de manglares tienen un valor que oscila entre USD 19,42 a USD 1.687,24 por hectárea de explotación de madera y pesca entre otros usos. Sin embargo, si se dejan intactos, su valor para la protección contra inundaciones, captura de carbono y espacio fértil para los peces puede ascender a USD 24.000 por hectárea por año.

Océanos

El océano es el medio de sustento de miles de personas alrededor del mundo gracias a actividades como la pesca, el turismo y el transporte marítimo. El conjunto de bienes y servicios asociados a los entornos costeros y marinos en todo el mundo asciende a USD 2,5 billones al año, lo cual haría de los océanos la octava economía del mundo si se contabilizara en términos de PIB.

² El CO₂ equivalente (CO₂ eq) es la medida empleada para estimar las emisiones de gases efecto invernadero.

VENTAJAS DE CUANTIFICAR LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

De acuerdo con Conservación Internacional, organización no gubernamental que trabaja por conservar y destacar los servicios ecosistémicos en más de 30 países en los que tiene presencia, la riqueza de una nación o de una empresa va más allá de lo que su gente puede producir; también abarca el capital natural, que es igual de importante y por lo general se pasa por alto. Tanto el sector público como el privado se benefician de esta valoración.

Por una parte, al conocer el valor económico de los servicios ecosistémicos, los Gobiernos pueden identificar

la contribución de la naturaleza en la economía y en el bienestar humano, tanto para el suministro de materiales y servicios como para la absorción de desechos y de contaminación. De esta manera se tomarán decisiones inteligentes que integren al medio ambiente en los sistemas económicos y, así, garantizar la sostenibilidad de estos.

Por otra parte, mediante este ejercicio las empresas pueden lograr eficiencia, sostenibilidad y la gestión de riesgos en sus cadenas de suministro.

Actualmente, Gobiernos de todo el mundo adelantan la cuantificación de sus activos naturales de manera sistemática y a nivel empresarial. De hecho, la Coalición de Capital Natural, la cual es una asociación global colaborativa que reúne iniciativas y organizaciones líderes bajo la premisa de que las empresas conserven y mejoren el capital natural para salvaguardar sociedades y economías prósperas, propone una serie de etapas para llegar a tener un plan de acción que permita la integración del capital natural en las operacio-

nes cotidianas del negocio. Gracias a este instrumento, las compañías pueden realizar una gestión sostenible de los recursos que se requieren para el desarrollo de sus negocios, al mismo tiempo que reducen el riesgo de escasez de suministro de materiales, identifican cuáles son sus impactos y sus consumos más importantes, y cuáles son los insumos de los que dependen. En últimas, el protocolo representa un camino para asegurar la supervivencia de las empresas en el largo plazo, generando valor para el inversionista.

PRODUCCIÓN Y NATURALEZA: LAS DOS CARAS DE UN LAZO ESENCIAL

Cualquier empresa establece dos relaciones con respecto al capital natural: una de impactos y otra de dependencia. En ese sentido, es esencial identificar y medir la cadena de valor de un negocio a la luz de las dos rutas que plantea el Protocolo de Capital Natural:

RUTA DE IMPACTOS

Describe cómo se presentan cambios en el capital natural debido a los **impulsores de impactos**² producidos por una actividad específica del negocio y cómo se ven afectadas las diferentes partes interesadas.

RUTA DE DEPENDENCIAS

Muestra cómo una actividad específica del negocio depende de determinadas características del capital natural y cómo los cambios en este, tanto identificados como potenciales, afectan los costos o las ganancias del negocio.



² Los impulsores de impactos en el Protocolo son una cantidad medible de recurso natural usado como insumo en la producción de bienes (ej., volumen de gravilla usada en una construcción). También es el producto o el residuo medible no comercial de una actividad del negocio (ej., kilogramos de CO₂ emitidos por una industria manufacturera).

¿POR QUÉ INVERTIR EN EL CAPITAL NATURAL?

Matías Piaggio señala que actualmente se están implementando políticas basadas en mecanismos voluntarios que apoyan el marco regulatorio de los países para proteger el capital natural. Estas políticas van dirigidas al cambio hacia comportamientos que promueven la recuperación y conservación del capital natural, e involucran trabajo con ONG en educación, sensibilización y sistemas de gestión comunitaria que impulsen esta transformación.

Según el experto, en este nuevo escenario los mecanismos voluntarios van a tender a desarrollarse de forma más específica, mientras que los mecanismos basados en mercado (como el comercio de derechos de emisión³) se redireccionarán, fomentando así la creación de nuevos mercados. Se trata, entonces, de desarrollar más

³En este mecanismo los países y empresas que reducen sus emisiones de CO₂ por debajo del límite máximo fijado pueden vender su derecho de emisiones a los países y las empresas que no consiguen la reducción que se habían propuesto.

información del capital natural y monitorear sus cambios, con el fin de redireccionar las líneas de mercado. De tal forma, por ejemplo, los subsidios que actualmente tienen las empresas petroleras podrían pasar hacia empresas de sectores que favorezcan la conservación. Esto supone un cambio en el sistema actual de subsidios, enfocando los incentivos económicos para que las prácticas que afectan el capital natural ya no sean rentables, y fomentando a los medianos y pequeños empresarios, entre otros actores, para que consideren este activo dentro de su contabilidad.

Piaggio también indica otro camino para incentivar a las empresas al cambio: que las marcas le den valor a la sostenibilidad y que sus políticas y prácticas ambientales sean sinceras y realmente tengan impacto positivo. Para este fin, puede partirse de la capacitación, sensibilización y certificación, facilitadas generalmente por organizaciones ambientales y Gobiernos. Enseguida se da una etapa de ayuda, donde los fondos de apoyo pueden asumir parte de los riesgos que implique esta transformación.

EJEMPLOS Y CASOS DE ÉXITO

Coca-Cola – Europa

The Coca-Cola Company inició una evaluación del capital natural para monetizar los servicios ecosistémicos, a fin de identificar oportunidades y maximizar el impacto de sus proyectos comunitarios. Los resultados mostraron que la restauración del agua puede mejorar una gama de diferentes servicios ecosistémicos, entre los que se encuentran la captura de carbono, la calidad del agua, la protección contra inundaciones, la recreación y el suministro de alimentos y materias primas. En este sentido se destacó un proyecto en Bielorrusia, con un valor de servicios ecosistémicos 40 veces mayor a su inversión inicial.

Este proceso de evaluación ayudó a la organización a mejorar en su responsabilidad social y ambiental, y ahora se encuentran explorando cómo integrar aún más el capital natural en los procesos de toma de decisiones.

Sistema de Contabilidad de Ecosistemas SEEA EA (Naciones Unidas)

Matías Piaggio destaca la adopción del Sistema de Contabilidad de Ecosistemas (SEEA EA) por parte de la Comisión de Estadísticas de Naciones Unidas marzo de 2021. El SEEA EA es un marco integrado para organizar la información de la extensión de los ecosistemas, su condición, y los beneficios que estos proveen en términos biofísicos y monetarios, así como los cambios a lo largo del tiempo.

La implementación de este marco a nivel internacional permite medir los cambios en los ecosistemas y sus servicios de forma consistente y comparable entre países y a lo largo del tiempo. También permite comparar directamente los beneficios del capital natural con otro tipo de activos (por ejemplo, con la infraestructura física) y así tomar decisiones de inversión costo-eficientes considerando los beneficios de la naturaleza. En la actualidad, el marco SEEA EA ha sido utilizado para el diseño de políticas en 34 países.

CAPITAL NATURAL EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE



Fuente: elaboración propia con datos del Banco Mundial de 2021 y Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Base de Datos Indicadores Objetivos de Desarrollo Sostenible (https://unstats.un.org/sdgs/dataportal/).

- R** Renovable (capital natural USD/per cápita)
- NR** No renovable (capital natural USD/per cápita)
- %CN** % Capital natural⁶
- KBA** KBA % Protegido de agua dulce⁷
- KBA** KBA % Protegido terrestre⁷
- ILR** Índice de Lista Roja⁸ (2020)

⁴ El capital renovable comprende los recursos maderables, servicios ecosistémicos, manglares, pesqueros, áreas protegidas, cultivos y pastizales.
⁵ El capital no renovable comprende los recursos de petróleo, gas, carbón, metales y minerales.
⁶ Porcentaje del capital natural respecto a la riqueza total del país.
⁷ Áreas clave para la conservación de la biodiversidad – por sus siglas en inglés KBA (herramienta IBAT). % promedio de KBA protegido (2019).
⁸ Mide la tendencia del estado de conservación de un conjunto de especies y varía de 1 a 0: 1 corresponde a las especies clasificadas en "preocupación menor", y 0 a las que se clasifican como "extintas".

HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias de este artículo.



FUENTES
Matías Piaggio
PhD de Economía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona. Actualmente trabaja para la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desarrollando proyectos de cuantificación de los servicios ecosistémicos, y en el diseño de instrumentos que apalanquen la conservación del hábitat y la evaluación del impacto de las políticas de conservación en la naturaleza y el bienestar humano.

Juan Pablo Restrepo
Ingeniero civil y especialista en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como director de Tendencias y Riesgos Hidrometeorológicos de Geociencias de Suramericana S. A.

02 ENERGÍAS RENOVABLES

Una nueva era para la energía que mueve al mundo

LA ENERGÍA A LO LARGO DE LA HISTORIA

770.000 A.C.

770.000 a. C.: La civilización humana descubre el uso del fuego para el confort doméstico y la alimentación.

2000 A.C.

2000 a. C.: En China empiezan a utilizar el carbón para cocinar y para calefacción.

1 d.C.

1 d. C.: En China se recolecta y refina el petróleo para ser empleado como combustible de lámparas.

1000

1000: En Persia, zona del actual Irán, se construye el primer molino de viento para generar energía.

1700

1780-1790: La minería de carbón a gran escala inicia en el Reino Unido a finales del siglo XVIII. Esta ha sido una de las fuentes más utilizadas, junto con el petróleo.

1800



1850

1860-1870: Se construye el primer generador de energía solar por medio de la reflexión de la luz en un espejo y la formación de vapor.



1880-1890: Gracias a los avances realizados con los molinos de agua, se originaron las centrales hidroeléctricas que permitieron a su vez el desarrollo del alumbrado en las ciudades.

1900

1910-1920: En Italia se construye la primera central geotérmica del mundo. Se utiliza no solo para calefacción; también para generar electricidad.



1950

1980-1990: Las energías renovables toman fuerza como alternativa por su disponibilidad y menor impacto ambiental.

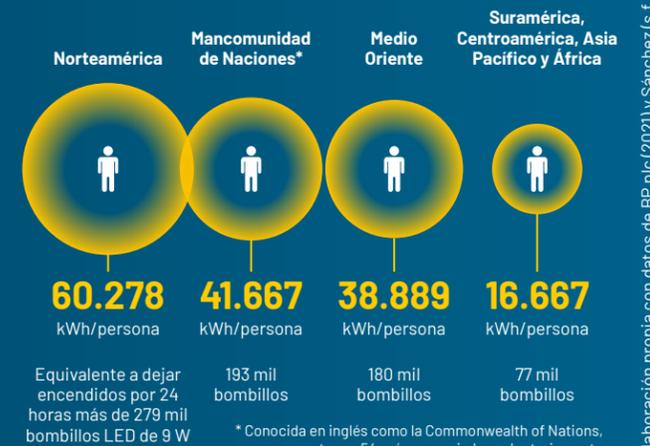


2000

Aunque la transición total hacia las energías renovables a nivel mundial se proyecta al 2050, gracias a los avances tecnológicos y la reducción en costos, se está más cerca de suplir la energía proporcionada por los combustibles fósiles. Por ejemplo, la tecnología de bombas de calor, utilizada en sistemas de calefacción, es capaz de generar de dos a cinco veces la cantidad de calor que se obtendría a partir de la combustión del petróleo, lo cual se traduce en una mayor eficiencia energética en términos de calefacción. Asimismo, en el sector de transporte se destaca la eficiencia de los motores eléctricos, que pueden convertir más del 85 % de la energía eléctrica en energía mecánica, en contraste con la conversión de menos del 40 % que logran los motores de combustión.

Las energías renovables son aquellas que provienen de fuentes o recursos naturales que se renuevan de forma natural como el sol, el agua, el viento, la materia orgánica como la biomasa, entre otros. Debido a su menor impacto ambiental frente a las energías convencionales, que provienen de combustibles fósiles como el carbón o el petróleo, las renovables representan una alternativa energética necesaria para controlar el calentamiento global que el mundo enfrenta actualmente.

Consumo total de energía per cápita en el mundo en 2020



* Conocida en inglés como la Commonwealth of Nations, compuesta por 54 países asociados voluntariamente y que tienen lazos históricos con el Reino Unido. Para conocer los países que la conforman puedes consultar: <https://thecommonwealth.org/>

Fuente: elaboración propia con datos de BP plc (2021) y Sánchez (s.f.).



1859: Perforación del primer pozo de petróleo localizado en Estados Unidos, impulsando la industria petrolera en el mundo.

1870-1880: El petróleo impulsa el desarrollo del motor de combustión interna.

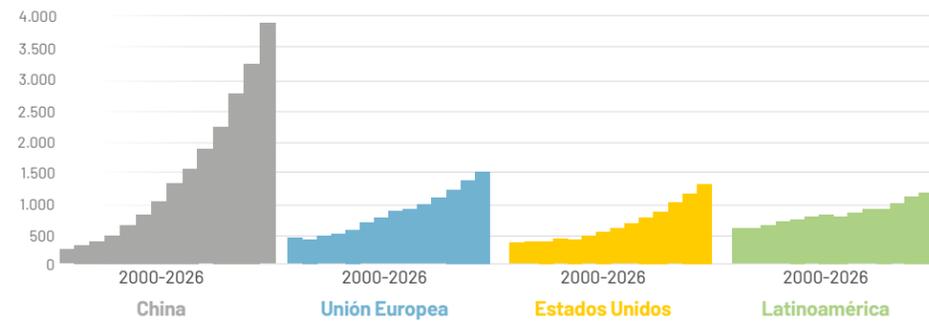
1890-1900: Primer uso de la energía geotérmica para calefacción residencial.

1954: Se construye la primera planta de energía nuclear del mundo en Rusia. Posteriormente, esta industria toma fuerza en Estados Unidos y Europa.

El crecimiento económico de los países ha estado ligado al consumo de energía, y a medida que la población mundial crece, la demanda de energía incrementa. Actualmente, se estima que más del 85 % de esta demanda es cubierta por combustibles fósiles, pero sus repercusiones en la estabilidad del planeta plantean el que es quizás el mayor reto energético de la historia de la humanidad: transitar a una generación de energía sostenible y limpia que sea capaz de cubrir los requerimientos de una población cada vez más numerosa.

La relevancia de las energías renovables para el desarrollo sostenible radica en sus beneficios sociales, económicos y ambientales, contribuyendo a la seguridad y la soberanía energética. En este orden de ideas, como parte de las soluciones para reducir la huella de carbono y mitigar el cambio climático, la transición a energías renovables es impulsada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados por las Naciones Unidas en 2015; en particular, con el ODS 7: Energía asequible y no contaminante y la meta 7.2 de la Agenda 2030: Aumentar el porcentaje global de energía renovable.

Total de generación de energía eléctrica con fuentes renovables (TWh)



Fuente: datos históricos y pronósticos para todos los sectores y tecnologías de energías renovables.

Los tipos de energías renovables más conocidos y empleados en el mundo

Hidráulica

o hidroeléctrica

La fuerza del agua mueve una turbina, y por medio de un generador eléctrico se transforma la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica.



- Colombia**
65,7 %¹ 45,8 TWh
- China**
15,4 %¹ 1.301,1 TWh
- Brasil**
58 %¹ 371,8 TWh
- Canadá**
60,7 %¹ 377,4 TWh

Eólica

Por medio de turbinas instaladas en tierra o mar, se convierte la energía cinética de las corrientes de aire en energía eléctrica. Es la que ha presentado mayor crecimiento entre las energías renovables a nivel global entre 2019 y 2021 (75 TWh², alrededor del 17 % de incremento).



- China**
7,7 %¹ 650,6 TWh
- Estados Unidos**
9,1 %¹ 379,8 TWh
- Unión Europea**
13,5 %¹ 388,2 TWh
- India**
4 %¹ 68,1 TWh
- Brasil**
11,3 %¹ 72,2 TWh

Solar

Se produce electricidad por medio de procesos fotovoltaicos o por concentración de calor en procesos térmicos:

Procesos fotovoltaicos:

Emplean paneles solares que absorben la radiación para transformarla en electricidad.

Procesos térmicos: Se utiliza la radiación solar para calentar un fluido (puede ser agua) y generar vapor que mueve una turbina, produciendo electricidad.

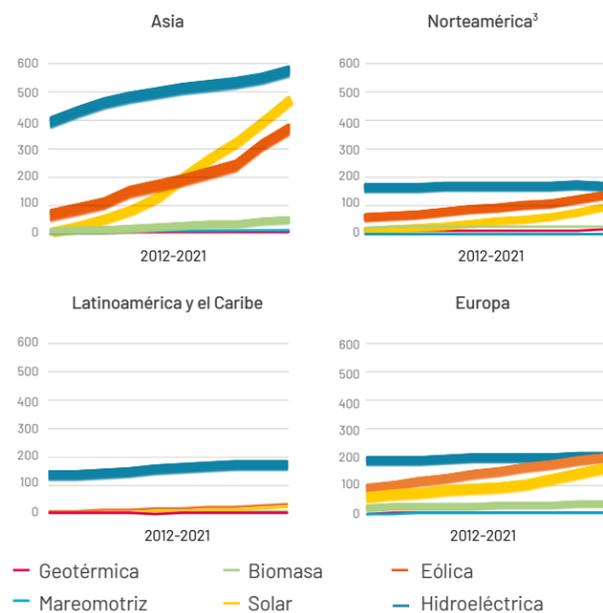


- China**
3,9 %¹ 329,8 TWh
- Estados Unidos**
3,9 %¹ 163,7 TWh
- Unión Europea**
5,53 %¹ 158,6 TWh
- India**
4 %¹ 68,3 TWh

Brasil también ha tenido un crecimiento importante en la adopción de esta tecnología, alcanzando 12,5 TWh, equivalentes al 2 % del total de energía eléctrica generada en este país en el 2021.

¹ Del total de energía eléctrica generada en el país en 2021.
² Teravatios hora (TWh) es igual a 1 billón de kWh.
³ Corresponde a Canadá y Estados Unidos. No incluye México, el cual se incorpora en Latinoamérica.

Capacidad de generación eléctrica con energías renovables (GW)



Fuente: IRENA, 2022. Renewable Energy Statistics 2022, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

La producción de hidrógeno verde

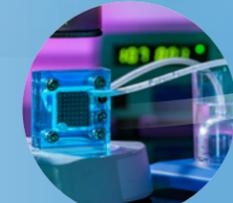
Una alternativa para descarbonizar el planeta y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero



1. Se usa el agua como materia prima.



2. Para separar el hidrógeno del agua se utiliza una fuente de energía limpia. Por esta razón se considera hidrógeno verde.



3. Mediante la aplicación de energía eléctrica, se lleva a cabo el proceso de electrólisis, el cual permite separar las moléculas de hidrógeno y oxígeno presentes en el agua.



4. El hidrógeno (H₂) se almacena en recipientes especiales.

Usos

Combustible, transporte, industria petroquímica, amoníaco y fertilizantes, acero y vidrio.

Biomasa

Por medio de diversos procesos, el material orgánico (de origen vegetal o animal) se puede aprovechar para producir energía eléctrica o calor, además de generar combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. Algunos ejemplos de materiales utilizados para producir la biomasa son: leña, aserrín, ramas y cortezas de árboles, estiércol de animal y diversidad de residuos orgánicos. Entre las distintas tecnologías que emplean la biomasa para generar energía se encuentran los biodigestores.



- China**
2 %¹ 165,4 TWh⁴
- Unión Europea**
5,9 %¹ 169,4 TWh⁴
- Brasil**
7,7 %¹ 49,1 TWh⁴

⁴ Generación de energía eléctrica por biomasa sólida y residuos orgánicos.
⁵ De total global de energía eléctrica generada en 2020.
⁶ Energía generada en el 2020.

Hidrógeno

El hidrógeno se obtiene a partir de una tecnología que permite separar este elemento del oxígeno presente en el agua y generar un combustible universal, ligero y muy reactivo. Si la fuente de energía usada para la obtención del hidrógeno es renovable, se trata de hidrógeno verde, que reduce las emisiones de GEI.



Mundo
90 millones toneladas de hidrógeno en 2020 menor al 2 %⁵

Geotérmica

Se extrae el calor de reservorios geotérmicos (generalmente volcánicos), aprovechando las altas temperaturas que se pueden encontrar allí (100-150 °C) y se transforma en energía eléctrica por medio de tecnologías térmicas de generación.



- Asia**
29,46 TWh/año⁶
- Europa**
12,68 TWh/año⁶
- Norteamérica**
23,35 TWh/año⁶

Mareomotriz

Este es uno de los tipos de energía que puede producir el océano. Las mareas causadas por la acción gravitatoria del Sol y la Luna y otras corrientes oceánicas se aprovechan para producir energía eléctrica utilizando algunas tecnologías como por ejemplo la implementación de generadores de corriente, que por medio de turbinas convierten la energía cinética del agua en movimiento.



- Corea del Sur**
0,457 TWh⁶
- Francia**
0,482 TWh⁶

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables tienen tanto ventajas como desventajas dependiendo de las condiciones del lugar donde se vayan a implementar. De acuerdo con la opinión del doctor en ingeniería eléctrica Paul Andrés Manrique Castillo, existen tecnologías aplicadas que favorecen la implementación de estas fuentes. Así mismo se abre una posibilidad a desarrollar distintos modelos de negocio, que pueden ser la entrada a nuevos mercados tanto para grandes empresas como para las pymes. Estas últimas, en particular, pueden acceder a distintos tipos de beneficios en su transición a la implementación y uso de este tipo de energías, tales como:

- Mejoras en los procesos productivos gracias a una mayor eficiencia energética.
- En Latinoamérica se cuenta con incentivos tributarios como deducciones de hasta el 50 % de la inversión,

exclusiones de IVA y aranceles y descuentos en renta de la inversión. Por ejemplo, en Argentina se hace devolución de hasta el 21 % del IVA por la adquisición de nuevos activos e infraestructura. En Brasil se tiene la reducción del 75 % del impuesto sobre sociedades (IRPJ), en Uruguay hay exención del IVA y aranceles para paneles fotovoltaicos, y en Colombia hay exención de IVA para las empresas que utilicen energías renovables.

- Apalancamientos para nuevos emprendimientos por medio de *fintech*.
- Apalancamiento con inversión extranjera.
- Generación de nuevos empleos.
- Flexibilidad para capacitar personal de forma rápida. En este sentido, se busca que la comunidad se integre en labores de mano de obra técnica no muy especializada y se transmita conocimiento para generar mayor interés en la implementación de estas tecnologías.

VENTAJAS

GEOTÉRMICA

- ✔ Tiene gran potencial energético.
- ✔ Fuente confiable de energía en comparación con otras renovables como la eólica y la solar. La fuente de energía siempre está disponible para ser aprovechada.
- ✔ Se puede predecir con un alto grado de precisión la producción de energía de una planta geotérmica.

- ✘ Alto costo de las instalaciones y la tecnología.
- ✘ Depende de la ubicación donde se encuentre el reservorio.
- ✘ Requiere excavaciones profundas que pueden liberar CO₂ a la atmósfera.
- ✘ Durante el proceso de excavación puede presentarse liberación de sustancias tóxicas como arsénico o amoníaco y contaminar los acuíferos cercanos. No obstante, esto puede pasar solo en el caso de fugas o de errores en el proceso de captación.

EÓLICA

- ✔ La generación de energía implica menores emisiones de GEI.
- ✔ El ciclo de vida de las turbinas eólicas es muy largo y los costos de mantenimiento son bajos.
- ✔ El área ocupada por los campos eólicos puede restaurarse fácilmente para renovar el territorio existente.
- ✔ Genera empleo local.
- ✔ El ciclo de vida es ajustable a un modelo de economía circular.

- ✘ La generación no es constante debido a las variaciones en las corrientes de viento, por lo que requiere sistemas de almacenamiento para garantizar suministro.
- ✘ Depende de ráfagas de viento entre los 10 y los 40 km/h para su correcto funcionamiento, por lo que no es apto para todas las regiones.
- ✘ Su implementación depende de las tecnologías de almacenamiento de energía, las cuales presentan inconvenientes de costo-eficiencia. Sin embargo, ya se están presentando avances en este tema.

MAREOMOTRIZ

- ✔ No genera emisiones atmosféricas.
- ✔ Energía más estable que la solar y la eólica al estar siempre disponible y abundante.
- ✔ No produce residuos.
- ✔ El comportamiento productivo de la energía es gestionable debido a que el ciclo de las mareas es predecible.

- ✘ Alto costo de las instalaciones y la tecnología.
- ✘ Las instalaciones y su construcción pueden ser invasivas para la flora y la fauna marina.
- ✘ Aún se desconocen los impactos que puede causar en el ecosistema marino.
- ✘ Su instalación no es apta para todas las regiones geográficas, ya que depende de la intensidad de las mareas.
- ✘ Alteración del paisaje natural sobre las costas.

VENTAJAS

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

- ✔ No produce emisiones de GEI en el proceso de generación de energía, ni ningún otro tipo de emisiones que puedan afectar la calidad del aire.
- ✔ Son sistemas muy silenciosos (menos ruido que una nevera).
- ✔ No genera residuos durante el proceso de generación de energía.
- ✔ Cuando se usa para autoconsumo, no afecta el uso del suelo pues la instalación se realiza sobre cubiertas o techos.
- ✔ No requiere consumo de agua.
- ✔ Los paneles solares son reciclables aproximadamente en un 90 %.

DESVENTAJAS

- ✘ Costo de inversión inicial elevado. Sin embargo, existen apoyos financieros e incentivos tributarios, dependiendo de las políticas establecidas en cada país.
- ✘ Su generación no es constante, por lo que depende del almacenamiento para que esté disponible durante la noche.
- ✘ Su rendimiento puede verse afectado por condiciones atmosféricas (ej., excesivo calor, humedad, nubes y niebla).
- ✘ Para satisfacer una alta demanda de energía se requieren grandes extensiones de terreno, ya que su capacidad de producción depende del área de la superficie fotovoltaica.
- ✘ Si se desarrollan plantas o huertas solares de gran extensión, la instalación puede afectar el uso del suelo, además de cambiar las dinámicas naturales de este recurso.
- ✘ Su eficiencia depende de la disponibilidad de luz, por lo que no es apto para todas las regiones.

HIDRÁULICA

- ✔ No genera emisiones atmosféricas.
- ✔ Energía más estable que la solar y la eólica.
- ✔ El almacenamiento de la energía por medio de embalses garantiza el suministro en épocas de sequía.
- ✔ En condiciones hidrológicas normales de operación, el sistema sirve como control de inundaciones.
- ✔ Los embalses pueden abastecer los ríos y regadíos en épocas de sequía, lo que también favorece el abastecimiento de agua de las comunidades aledañas.
- ✔ Fomentan el desarrollo económico de la región con el turismo ya que los embalses pueden tener usos recreativos.

- ✘ Alteración de los ciclos hidrológicos y biológicos de las corrientes de agua utilizadas para la generación de energía, pudiendo provocar disminución del caudal de los ríos y cambios en la altura del nivel freático y en la calidad del agua.
- ✘ Alteración del paisaje natural y de los ecosistemas tanto acuáticos como terrestres, afectando la biodiversidad de la región.
- ✘ Conflictos de uso del suelo que pueden conllevar al desplazamiento de comunidades.

BIOMASA

- ✔ Si bien genera algunas emisiones GEI, es un ciclo cerrado ya que la fuente de energía es materia orgánica de plantas que han capturado el CO₂.
- ✔ Evita la erosión y degradación del suelo al generar como subproducto abonos en el caso de los biodigestores.
- ✔ La producción de biogás por medio de biodigestores se puede implementar fácilmente en zonas rurales, suministrando energía descentralizada a partir de la materia orgánica disponible en la zona.
- ✔ Generación de empleo fomentando la agricultura.
- ✔ El biogás resultante es más económico comparado con el petróleo o carbón.
- ✔ Cierra el ciclo con el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

- ✘ Genera GEI al emplear combustión para producir la energía.
- ✘ La eficiencia energética es menor a las de los combustibles fósiles.
- ✘ Se requiere mayor consumo de recurso para generar la misma cantidad de energía que un combustible fósil; por lo tanto, las áreas y sistemas de almacenamiento son mayores.
- ✘ Incremento de los costos operacionales por generación de cenizas.
- ✘ Al manejar procesos de combustión, se necesitan mayores controles de seguridad que otras energías renovables.
- ✘ Conflicto de usos del suelo, en especial cuando se tienen cultivos exclusivos para generar biomasa como combustible en terrenos agrícolas con fines alimentarios.

HIDRÓGENO

- ✔ La generación de energía no produce emisiones.
- ✔ Es un combustible muy eficiente: un litro proporciona más energía que el gas o el diésel.
- ✔ Es una fuente abundante de energía.
- ✔ No requiere grandes extensiones de tierra para la generación de energía, a diferencia de otras energías renovables.
- ✔ Es una fuente de energía estable y autónoma que no es afectada por condiciones climáticas.
- ✔ No genera ruido.

- ✘ Es costoso obtener el hidrógeno.
- ✘ Su producción requiere el uso de otros tipos de energías, algunas de las cuales pueden producir GEI.
- ✘ Es altamente inflamable.
- ✘ Su almacenamiento y transporte es complicado: requiere alta presión y bajas temperaturas.
- ✘ El hidrógeno es un gas inoloro e incoloro, por lo que una fuga es difícil de detectar.

ALGUNOS CASOS DE ÉXITO, INICIATIVAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MUNDO

1

ESTADOS UNIDOS

Con la ayuda de la Iniciativa SunShot del Departamento de Energía de Estados Unidos y el programa de Sostenibilidad de la Universidad de la Ciudad de Nueva York (CUNY), se desarrolló un proyecto solar inteligente para generar energía cuando la red existente falle. En el 2016 se estableció un objetivo de almacenamiento de 100 MWh para 2020 (equivalente al consumo de 175 hogares en Nueva York). Se han implementado alrededor de 400 proyectos de almacenamiento solar en toda la ciudad, haciéndola más resiliente ante estados de emergencia.

3

COLOMBIA

Postobón, empresa de bebidas no alcohólicas, y Celsia, empresa de energía del Grupo Argos, instalaron una granja solar en la planta de producción de Postobón en Yumbo para abastecer el 40 % de la demanda eléctrica de la planta, equivalente a 6 MW de los 9,8 MWp que tiene de capacidad instalada. Los excedentes se entregan al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Huevos Kikes, empresa del sector avícola, cuenta con una planta de cofermentación que produce energía por medio de los excrementos de la gallina y agua usada en los procesos productivos, para completar una

2

MÉXICO

El proyecto Programa Luz en Casa, en Oaxaca, facilitó el acceso a sistemas solares caseros a más de 7.500 hogares (30.100 usuarios) entre 2012 y 2016. El éxito de esta iniciativa ha permitido instalar más de 1.000 sistemas solares adicionales.

capacidad total de 4,4 MW junto con sus otras granjas.

El aeropuerto El Dorado cuenta con 10.369 paneles solares que generarán 3.800.000 kWh al año, abasteciendo 12 % del consumo energético del lugar. Con este proyecto se dejan de emitir 1.375 toneladas de CO₂.

Alquería es la primera empresa colombiana de lácteos que tiene productos carbono neutro. Se destacan iniciativas enfocadas al uso eficiente de la energía eléctrica y térmica (10 % menos de consumo de energía en las plantas de producción) y a la transición a tecnologías limpias, reduciendo un 16 % su huella de carbono entre 2017 y 2020.

4

URUGUAY

En 2019 el 98 % del suministro de electricidad provino de energías renovables, entre estas la hidráulica, la fotovoltaica, la eólica, biomasa y la térmica. Esto lo sitúa como el mayor productor de energías renovables de Latinoamérica.

5

CHILE

La empresa chilena Arauco S. A. desarrolla productos forestales para la construcción y fabricación de muebles. A finales de la década de los ochenta creó la unidad de negocios Arauco Bioenergía, con la que actualmente genera energía a partir de la biomasa forestal para sus plantas de producción, y el excedente se comercializa integrándolo al sistema interconectado central de Chile (SIC), logrando un aporte en el 2021 de 219 MW. Adicionalmente, cuenta con plantas de generación en Argentina y Uruguay que aportan a la matriz energética de estos países 8 MW y 50 MW respectivamente.

6

BRASIL

La compañía de químicos DOW tiene el objetivo de obtener 750 MW de su demanda de energía con energías renovables para el 2025 y lograr ser carbono neutro para el 2050, evitando aproximadamente 35 mil toneladas de emisiones de CO₂

al año, el equivalente a retirar más de 36.000 carros de São Paulo. Para lograr esto, se está construyendo una planta que generará 440 GWh al año, suficiente para abastecer de energía a una ciudad de más de 750.000 habitantes.

7

BANGLADESH

18 millones de habitantes, más del 10 % de la población total, cuentan con electricidad gracias a los sistemas solares domésticos.

8

CHINA

Con el apoyo del Banco Mundial, en Beijing se desarrolló el proyecto "Escuelas Solares", en el que se transformaron 800 escuelas primarias y secundarias durante el periodo 2013-2019. El objetivo de este proyecto fue aumentar la electricidad generada por paneles solares distribuidos por la ciudad, mostrar su viabilidad y que las escuelas generaran su propia energía.

En cuanto al transporte, existen biocombustibles y una creciente flota de vehículos eléctricos que pueden ser alimentados por medio de energías renovables. El hidrógeno también puede utilizarse en este caso como electrocombustible, facilitando el transporte de larga distancia, la aviación y la navegación.

En la actualidad, son numerosos los casos de compañías de diferentes sectores que han implementado energías renovables para optimizar su operación, disminuir costos y mejorar la relación con sus consumidores al reducir su huella de carbono. Algunas industrias como la petrolera Shell, el gigante tecnológico Google o la mayorista Amazon son solo algunos de los ejemplos en los que grandes empresas han apostado por el uso de paneles solares, biomasa y otras alternativas para abastecer su cadena de producción en materia energética.

¿DÓNDE UTILIZAR ENERGÍAS RENOVABLES?

De acuerdo con cifras publicadas por la Comunidad Mundial de Energías Renovables REN21, aproximadamente el 51 % de la energía total a nivel mundial se destina para calefacción, refrigeración y procesos industriales; el 32 %, a transporte, y el 17 % restante, a suplir las necesidades energéticas como iluminación y uso de electrodomésticos. Para el año 2020, el uso de energías renovables alcanzó el 29 % de la electricidad total suministrada en el mundo.

La eficiencia energética y la reducción en el consumo de energía en edificios e industria es esencial para la transición hacia las energías renovables. En ese sentido, se destaca el procesamiento de alimentos y de pulpa de papel como un campo prometedor para la instalación de sistemas de calefacción y refrigeración basados en el aprovechamiento de energías renovables, como los calentadores solares térmicos de agua, las calderas de biomasa, las bombas de calor y la refrigeración natural. Asimismo, la implementación del uso del hidrógeno verde tiene gran potencial de aplicación en la industria química y siderúrgica debido a sus requerimientos de alta intensidad calorífica.



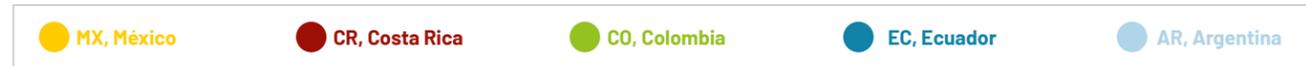
PROYECCIONES DE CONSUMO ENERGÉTICO

Las tendencias actuales del mercado están siendo dominadas por las energías renovables debido a su relación costo-beneficio. Así, en el 2020 se logró una capacidad de generación con energías renovables de

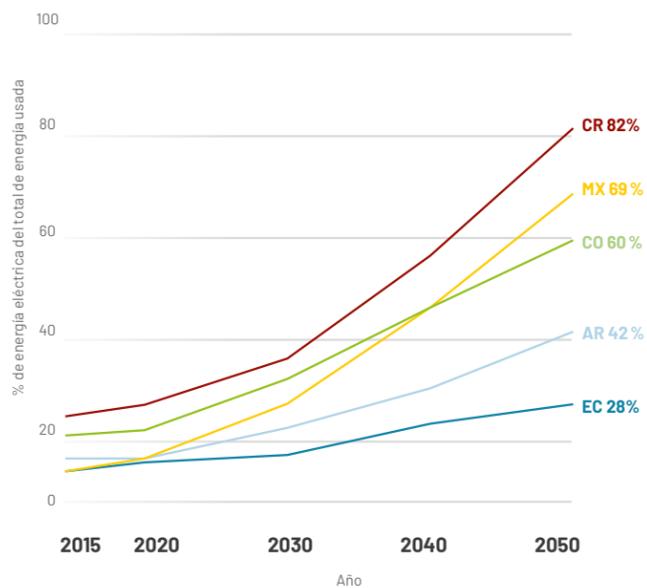
más de cuatro veces la capacidad añadida por otras fuentes, marcando un nuevo hito para la transición energética del sector eléctrico.

A nivel internacional, y con miras a asegurar la sostenibilidad de la vida en la Tierra, se ha identificado la necesidad de no sobrepasar la temperatura media glo-

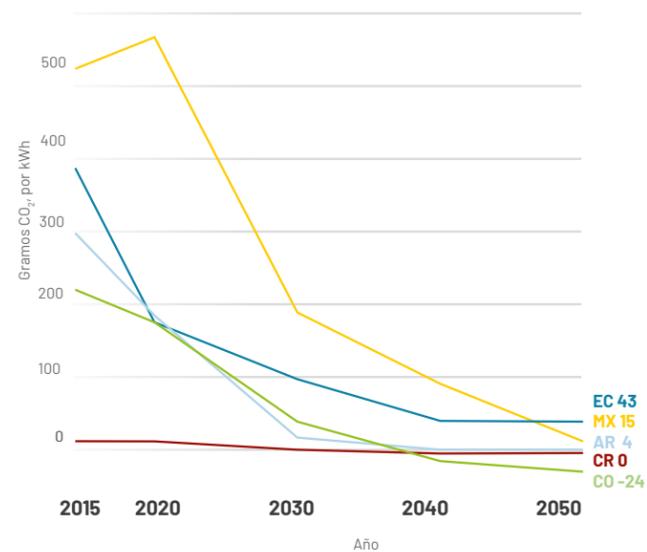
bal del planeta en 1,5 °C. Las proyecciones realizadas para el 2050 bajo este escenario estiman que la generación eléctrica será el principal factor energético, pasando de un 21 % del consumo total de energía en el 2018 a más del 50 % en el 2050 debido a la electrificación de los procesos de transporte y calefacción en la etapa final de la



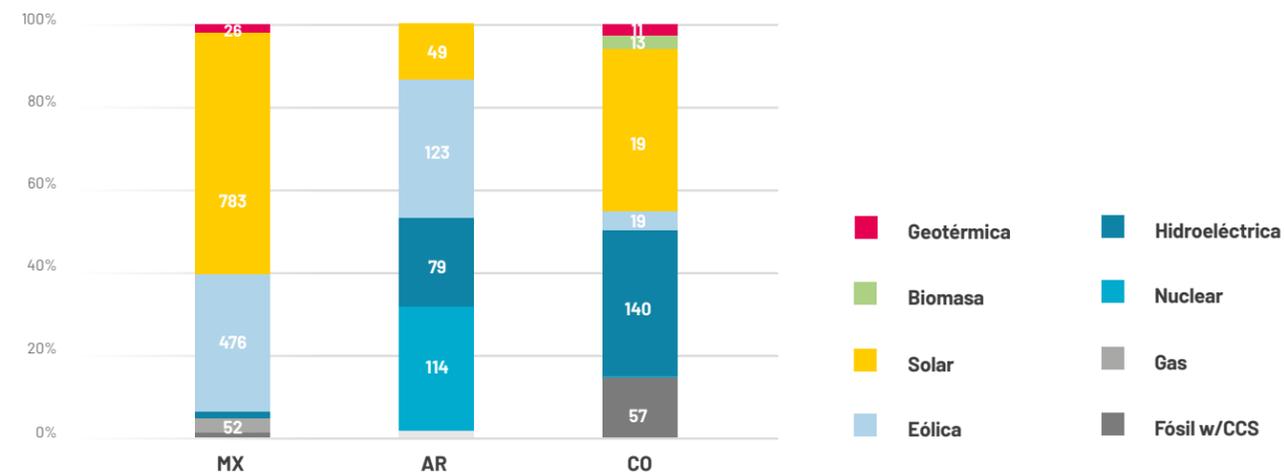
% de energía eléctrica del total de energía usada⁷



Intensidad de GEI en gramos CO₂/kWh



Fuentes de generación de energía eléctrica por país en 2050 (TWh)



Fuente: IDB, 2020.

⁷ Entre otras fuentes de energía usadas se encuentran los combustibles líquidos para el transporte de pasajeros y carga.

cadena productiva, reemplazando los combustibles fósiles. Según este panorama, al mismo tiempo que ocurre la transición se multiplica el crecimiento anual de las tecnologías renovables, impactando también en las dinámicas de otros sectores como el de transporte, electrificando la flota vehicular mundial en un 80 % para el 2050.

En cuanto al hidrógeno y sus derivados, se estima una participación del 12 % del uso final de la energía para el 2050, liderando los sectores con las demandas más grandes y difíciles de reducir como son la siderurgia, la producción de químicos y el transporte de larga distancia, marítimo y aéreo. Además, por sus capacidades en el almacenamiento de energía, el hidrógeno permitirá nivelar la oferta y la demanda energética a largo plazo. Así, para el 2050 se espera contar con 5.000 GW de capacidad en electrolizadores para la producción de hidrógeno, frente a los 0,3 GW actuales. Este crecimiento evidencia la importancia del desarrollo del hidrógeno bajo en carbono.

Por otra parte, la bioenergía corresponderá al 18 % del total de la producción energética para el 2050 de acuerdo a los modelos de proyección de emisiones cero, por lo que es importante trabajar en las mejoras en tecnología y producción para que el uso y la generación de la biomasa sea más sostenible. Este tipo de energía desempeñará un papel clave en los procesos de economía circular desde la generación de la biomasa como materia prima. Además, la implementación de procesos de captura y almacenamiento de carbono (CAC) en la generación de bioenergía logrará el objetivo de cero emisiones netas en el sector eléctrico y en algunos sectores industriales.

Ahora bien, debido al uso residual de los combustibles fósiles en algunos procesos industriales, persistirán algunas emisiones de CO₂ en el escenario 2050 que deberán ser manejadas con procesos de captura y secuestro. Entre estos se incluyen medidas basadas en la naturaleza como la reforestación y las antes mencionadas CAC, entre otros manejos que aún son experimentales.



SURA APOYA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS EMPRESAS

Los pilares de sostenibilidad implementados por SURA reflejan el apoyo a la transformación de las empresas. De ellos nacen las estrategias que ayudan en la transición energética de las organizaciones.

“Aportamos en el desarrollo económico y social considerando los límites de la salud humana y planetaria. Innovamos en tecnología, para transformar procesos productivos y lograr un crecimiento económico siendo sostenibles”. John Jairo Uribe Velázquez, vicepresidente de seguros Corporativo Suramericana S. A.

FUENTES

David Alfredo Ochoa Lotero. Ingeniero ambiental e ingeniero civil con más de siete años de experiencia en sostenibilidad aplicada al sector construcción y energía. Experto en certificaciones de construcción sostenible, con las validaciones de EDGE Expert y Profesional CASA Colombia. Cuenta con estudios en materia de sostenibilidad en temas como economía circular, inversión y riesgos ASG, y casos de negocio aplicados a la sostenibilidad empresarial.

Paul Andrés Manrique Castillo. Ingeniero Eléctrico, M. Sc. y doctor en Ingeniería Eléctrica de la Universidad del Valle (Cali-Colombia). Actualmente se desempeña como líder del equipo de Ingeniería de la empresa Celsia Colombia S. A. ESP y es docente de cátedra del Departamento de Energética y Mecánica e

Seguros SURA Colombia ha desarrollado dos soluciones enfocadas a apoyar la transición energética:

Eficiencia energética y generación de energía: Apalanca el desarrollo de proyectos de energía renovable y eficiencia energética en las empresas, asegurando el ahorro esperado del proyecto vs. el ahorro logrado. Esto permite desarrollar relaciones de confianza entre las partes y el inversionista a través del acompañamiento por parte de expertos durante las etapas de prefactibilidad y puesta en marcha del proyecto.

Energía solar: Solución que cubre los daños y hurto de los componentes del sistema de energía solar durante las etapas de transporte, montaje y operación de este. Adicionalmente, SURA tiene disponible para sus clientes un cotizador de proyectos solares.

integrante del Grupo de Investigación en Energías (GIEN) de la Universidad Autónoma de Occidente.

Victoria Luz González Pérez. Ingeniera civil de la Universidad de Medellín, especialista y M. Sc. en Ingeniería Sismorresistente de la Universidad Eafit. Desde 2015 trabaja para Suramericana S. A. participando en diversos proyectos como modelación de riesgos catastróficos, gestión de riesgos de la naturaleza, plan de atención postevento, economía circular, caracterización y cuantificación de riesgos climáticos, entre otros, y actualmente se desempeña como directora de riesgos geofísicos de la Gerencia de Geociencias.



HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias de este artículo.

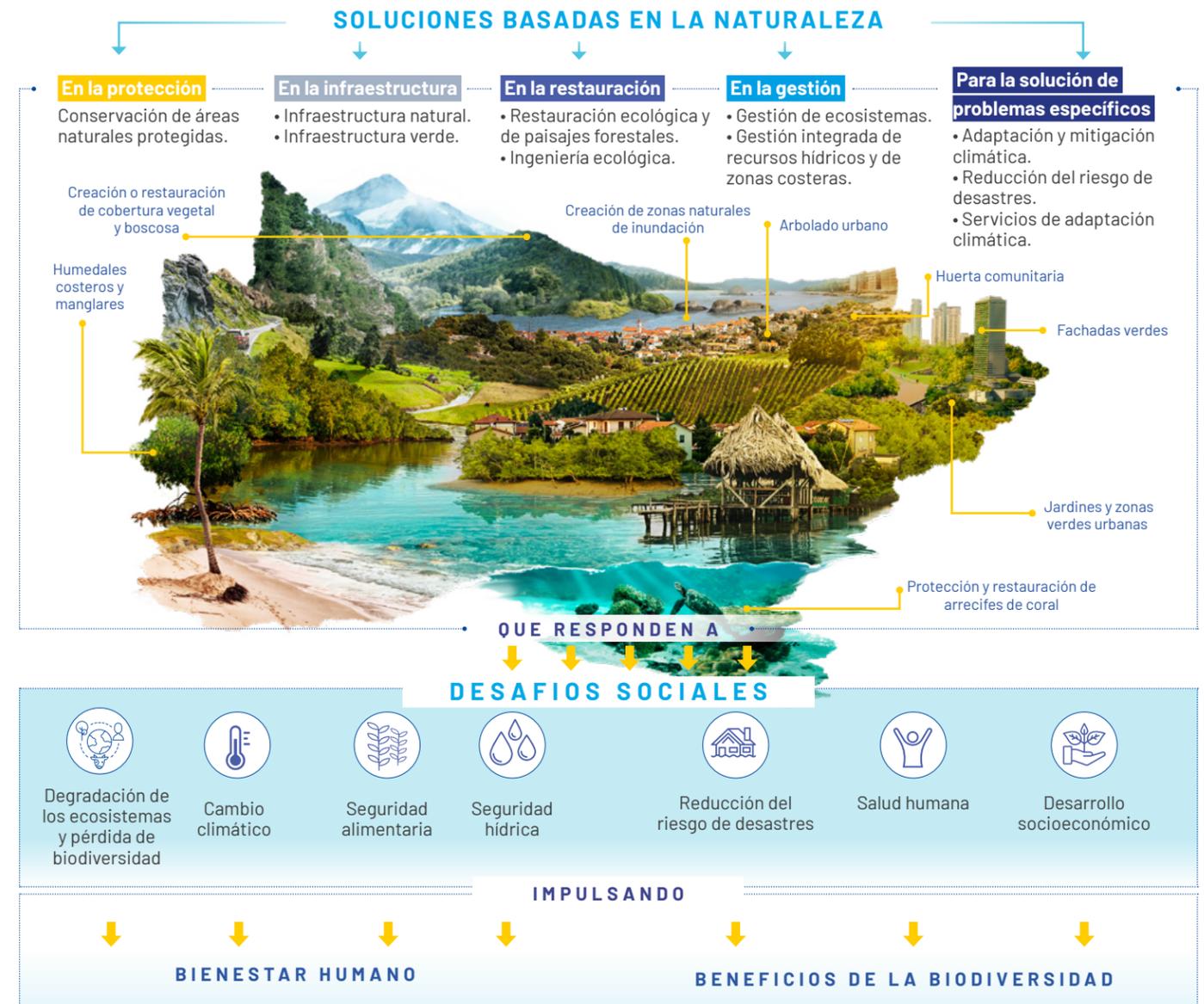
03

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

La respuesta a los principales desafíos socioambientales

En la búsqueda de alternativas para abordar los problemas ambientales y los retos sociales, la naturaleza se ha revelado como una fuente de soluciones clave.

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) son acciones que utilizan los servicios y las dinámicas de los ecosistemas como manglares, lagos, bosques y arrecifes coralinos para afrontar desafíos sociales como el cambio climático, la seguridad alimentaria, el acceso al agua, la calidad del aire o el riesgo de desastres. Este enfoque a su vez impulsa la gestión sostenible y la protección y restauración de estos ecosistemas, contribuyendo de forma sustancial al bienestar humano y brindando beneficios para la biodiversidad.



ALGUNOS CONCEPTOS ENMARCADOS DENTRO DE LAS SbN

Adaptación basada en ecosistemas (AbE): Se refiere a aquellas soluciones enfocadas específicamente a la adaptación al cambio climático que promueven el uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.

Infraestructura verde urbana (IVU): Este enfoque de planeación urbana integra espacios verdes a diferentes escalas dentro de las ciudades.

Servicios ecosistémicos: Los beneficios que proporcionan los ecosistemas a los seres humanos como el suministro de agua y de alimentos, la regulación de la calidad del aire y la fertilización de suelos.

LAS Sbn EN LA PRÁCTICA

La **naturaleza**, en esencia, es un gran ejemplo de resiliencia. Su versatilidad a la hora de enfrentar y adaptarse a condiciones desafiantes fue lo que inspiró la creación del concepto de Sbn. De este modo han surgido distintas prácticas con la noción de que los ecosistemas saludables proporcionan beneficios sociales, ambientales y económicos.

Sin embargo, cabe aclarar que el diseño y la implementación de estas soluciones deben estar **armonizados** con las condiciones y las particularidades de la naturaleza del territorio donde se aplican. En ese sentido, es valioso apoyar cualquier esfuerzo de esta índole en la ciencia, con estudios rigurosos de los posibles impactos para evitar efectos negativos. Puede darse el caso, por ejemplo, de siembra de árboles no nativos para compensar emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, esta introducción de especies foráneas puede alterar el balance del ecosistema, afectando la biodiversidad y la disponibilidad del recurso hídrico, generando un daño mayor al problema que se pensaba solucionar.

A continuación se exponen varios ejemplos de Sbn empleadas para enfrentar diferentes desafíos socioambientales.

HAZ CLIC AQUÍ

Para más ejemplos de Sbn, revisar el anexo 4 del documento de la Comisión Europea: *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities*



Siembra y restauración de la vegetación

Disponer de cobertura vegetal con sistemas de raíces que generen un tejido fuerte, lateral y profundo para lograr amarre del suelo en zonas de laderas o de pendientes elevadas **ayuda a disminuir el riesgo de erosión del suelo** y, por lo tanto, evita deslizamientos. Asimismo, su implementación en zonas urbanas permite la absorción de aguas lluvias, reduciendo el riesgo de inundación, además de regular la temperatura, contrarrestando el calentamiento generado por la infraestructura gris.



Protección y restauración de arrecifes de coral

Los arrecifes de coral mejoran la resiliencia para afrontar inundaciones, marejadas ciclónicas, erosión costera y el aumento del nivel del mar. Además, **disipan la energía de las olas** y actúan como una barrera de protección. Estos ecosistemas son más efectivos que las medidas de infraestructura gris como los rompeolas.



Sistemas de humedales (fitorremediación)

Los humedales naturales y los artificiales funcionan como filtros, mejorando

la calidad del agua, gracias a la función realizada por las plantas nativas del ecosistema que eliminan agentes contaminantes. Asimismo, tienen la función de esponjas, creando zonas de inundación natural de ríos y lagos, lo que evita el desbordamiento de estos cuerpos de agua. Los humedales también albergan una gran biodiversidad y sirven como hábitats de paso para aves migratorias.



Conservación y restauración de cuencas hidrográficas

Las Sbn para la conservación y restauración del recurso hídrico, tales como la reforestación de las zonas ribereñas, restauración de humedales y propagación de cobertura vegetal nativa en zonas erosionadas de la cuenca, aportan variedad de beneficios; entre estos, el incremento de la oferta hídrica y calidad del agua, y el control de inundaciones y desbordamientos.



Conservación y restauración de bosques

De los bosques depende la protección y conservación de la biodiversidad del planeta ya que albergan el 80 % de la biodiversidad terrestre. Además de brindar aire y agua

limpios, ayudan a regular el clima con los ciclos: hidrológico y de carbono y protegen el suelo de la erosión, evitando así deslizamientos.



Conservación de manglares

Estos ecosistemas son esenciales para mantener la población de peces, proporcionándoles refugio y protección, además de ser barreras naturales contra la erosión, las fuertes tormentas y los tsunamis cuando ocurren cerca de la costa. También funcionan como filtros de agua y almacenan grandes cantidades de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.



Creación de zonas naturales de inundación

Corresponde a las Sbn tales como humedales, reservorios o embalses, estanques y lagunas aplicadas para la adaptación al cambio climático, contribuyendo con la retención de agua en épocas de lluvias extremas y permitiendo el almacenamiento del recurso para épocas de sequía.

Sbn: UN NUEVO COLOR DE SOSTENIBILIDAD

Las Sbn representan una mejor alternativa que el tradicional enfoque gris (infraestructura basada en concreto y materiales inertes), del cual se pueden mencionar algunas desventajas como:

- Alta demanda de recursos finitos y consecuencias devastadoras para el entorno natural.
- Vida útil limitada.
- Elevado costo de construcción, operación y mantenimiento.
- Deben mejorarse o reemplazarse para hacer frente a la intensificación de los riesgos climáticos.

Por otro lado, algunas ventajas de las Sbn respecto al enfoque gris son:

- Ayudan a conservar el medio ambiente.
- Crean hábitats para todo tipo de especies.
- Contribuyen al cuidado y preservación de la biodiversidad.
- Capturan las emisiones de carbono.
- Garantizan los servicios ecosistémicos.
- Conservan la humedad de los ecosistemas.
- Evitan la degradación de los suelos.
- Favorecen el ciclo hidrológico, evitando la escasez de agua.

DESAFÍOS Y POSIBLES SOLUCIONES: SOLUCIONES GRISES VS. Sbn

Desafíos socioambientales	Solución con enfoque gris	Sbn
<p>INUNDACIONES COSTERAS, AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR Y MAREJADAS CICLÓNICAS</p>	<p>Construcción de barreras artificiales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diques, muros y barreras temporales de protección contra inundaciones. • Rompeolas. • Sistemas mejorados de drenaje. 	<p>Protección mediante la conservación, mantenimiento, restauración o creación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arrecifes de coral (incluidos los creados usando substratos artificiales). • Arrecifes de ostras. • Pastos marinos. • Humedales costeros, manglares y marismas salinas. • Dunas de arena y playa.
<p>DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y EROSIÓN DEL SUELO</p>	<p>Pretenden evitarse mediante la construcción de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras de contención como muros o gaviones. • Sistemas de anclajes. • Obras de drenajes. • Reducción de las pendientes del terreno. 	<p>La creación o restauración de cobertura vegetal y boscosa disminuye el riesgo de deslizamiento por su capacidad de absorber y controlar el nivel de agua infiltrada y por el anclaje natural que proporcionan sus raíces profundas al suelo.</p>
<p>CALOR EXTREMO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento con aire acondicionado. • Espacios con rociadores de agua. • Piscinas. • Plazoletas y quioscos cubiertos para proporcionar sombra en meses de alta insolación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Techos y azoteas verdes. • Jardines y zonas verdes urbanas. • Creación de sombra por medio del arbolado urbano.
<p>SEGURIDAD ALIMENTARIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de terrazas. • Monocultivos. • Fertilizantes químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agroecología con reforestación, manejo y restauración de la vegetación. • Huertas urbanas en fachadas y techos. • Huertas comunitarias.

SbN EN AMÉRICA LATINA

Más de 130 países en el mundo ya han empezado a implementar las SbN para la mitigación y adaptación al cambio climático por medio de los compromisos definidos por cada nación dentro del marco del Acuerdo de París.

América Latina no es la excepción a esta tendencia. Algunos casos ilustran cómo el continente ha implementado con efectividad estas estrategias.

COLOMBIA



Páramo Santurbán

miPáramo: iniciativa para proteger y restaurar el páramo de Santurbán y garantizar la seguridad hídrica

Los páramos ayudan a controlar el calentamiento global y producen el agua dulce que se requiere para la subsistencia de la vida. La degradación de estos ecosistemas provocada por la agricultura y otras acciones antrópicas hace necesario implementar acciones de conservación y restauración. miPáramo, una iniciativa público-privada, fue premiada por el Pacto Global de las Naciones Unidas por

la protección del páramo de Santurbán y por lograr, con la participación de la comunidad campesina, la conservación de más de 6.414 hectáreas y la siembra de 268.890 árboles nativos, garantizando una regulación hídrica de más de 6.575 m³ de agua. La conservación y restauración de bosques es una SbN que aporta a la seguridad hídrica, evita el calentamiento global y conserva la biodiversidad.

Más de
6.000
hectáreas conservadas.

Más de
1.000
familias de la región beneficiadas.

Más de
260.000
árboles sembrados.

Datos: junio 2021.

Imagen del páramo de Santurbán, Colombia

COSTA RICA

Costa Rica es considerado uno de los países líderes en la región en adoptar SbN como política pública para enfrentar el cambio climático. Dentro de su Plan Nacional de Descarbonización (PdD) 2018-2050, prioriza la gestión de territorios con SbN.

Un ejemplo de esto son los "Corredores Biológicos CB", en donde a través de la creación, extensión y conservación de superficies naturales se proporciona conectividad con diferentes ecosistemas silvestres tanto en áreas rurales como urbanas. Con esta política no solo se logra la restauración del medio ambiente; también los habitantes de estas zonas disfrutan de los beneficios ecosistémicos resultantes de los CB como la reducción de la contaminación, la regulación del clima y la contribución para la salud física y mental.

Fuente de la imagen: © GIZ



Corredor Biológico Interurbano en la Gran Área Metropolitana de San José, Costa Rica.



La sostenibilidad como eje de gobierno es una estrategia de Costa Rica para atraer inversión extranjera directa (IED). De esta manera, se considera el capital natural del país como un motor de crecimiento, y la implementación de SbN representa un mecanismo para conservarlo.

BRASIL



Cantareira

Infraestructura natural para manejo de sedimentos

La restauración de 4.000 hectáreas de bosque nativo de la sierra Cantareira ha reducido en un 36 % aproximadamente la erosión del suelo y los costos en el manejo de sedimentos en el sistema de suministro de agua potable de la ciudad de São Paulo, que alberga más de 22 millones de habitantes en su área metropolitana, siendo esta cuenca la principal fuente de abastecimiento de la ciudad más poblada del mundo.

Durante 30 años los operadores del sistema han tenido un rendimiento de la inversión del 28 % y una ganancia neta de USD 69M.

PLANEACIÓN DEL TERRITORIO URBANO CON SbN

La ciudad bosque de Liuzhou: Planeada para solucionar los principales desafíos sociales a nivel urbano

China, el país que más contribuye con la emisión de gases de efecto invernadero (33% de las emisiones globales de CO₂ en el 2021), ha planeado la construcción futura de una ciudad con miras a solucionar las principales problemáticas ambientales que afectan el bienestar y la calidad de vida en los centros urbanos. Esta gran ciudad verde permitirá a sus 30 mil habitantes disfrutar de aire de calidad, una confortable temperatura ambiental, un importante control del ruido y el uso de energía solar y geotérmica, que le garantizarán la autosuficiencia energética. Los casi 40 mil árboles y un millón de plantas serán regados por un sofisticado sistema de recolección de aguas lluvias y tendrán la capacidad de absorber alrededor de 10 mil toneladas de CO₂ y liberar 900 toneladas de oxígeno al año. Este gran bosque será además hábitat para aves y otras especies animales. Los habitantes de esta ciudad contarán con un sistema de transporte interconectado que tendrá una línea ferroviaria rápida y vías exclusivas para vehículos eléctricos.



*Plantación de arbolado a lo largo de calles y caminos.

Fuente de la imagen: ©Stefano Boeri Architetti

Instrumentos públicos para la implementación de SbN

A continuación, se describen algunos de los instrumentos públicos en el ámbito de la planeación del territorio y desarrollo urbano con los que se adoptan las SbN:

Herramientas informativas: Sistemas de monitoreo a la calidad del recurso (agua, aire, etc.) según el enfoque de las SbN.

Cooperación interinstitucional: Para el diseño e implementación de SbN intermunicipales o de nivel regional con financiación conjunta y alianzas público-privadas.

Procedimientos de planeación: Aquí se encuentran los planes de desarrollo y planeación territorial, esenciales para integrar las SbN en los lineamientos de desarrollo del territorio.

Financiación de SbN desde el sector público

Los principales recursos de donde pueden financiarse las SbN son básicamente:

1. Tarifas y cargos por bienes y servicios públicos.
2. Ingresos por impuestos de la ciudad o municipio o impuestos locales compartidos entre diferentes niveles de gobierno.
3. Ingresos fiscales.

Iniciativas privadas para la implementación de SbN

Las estrategias de financiación, en el caso del sector privado, pueden variar de acuerdo a cómo se captura la inversión según el enfoque de SbN y la escala (monto y longevidad) de la inversión. Las siguientes son diferentes estrategias de financiación para algunos tipos de SbN urbanas:

Edificaciones, fachadas y techos

La integración de cobertura vegetal en la infraestructura urbana puede lograrse compartiendo equitativamente los costos y los beneficios entre ciudadanos, Gobierno y las empresas o desarrolladores del negocio. Asimismo, con subsidios públicos y reducción de impuestos se puede potenciar la inversión en este tipo de proyectos.

Bosques urbanos, parques y zonas verdes

Son espacios que preservan la biodiversidad, mejoran la calidad del aire, contribuyen a la salud mental y física de la población y al desarrollo del ecoturismo urbano. Entre las estrategias de financiación, se evalúa la disposición a pagar de los ciudadanos por estos espacios para enfocar la inversión de los sectores interesados (público,

inmobiliario, construcción, entre otros) en el desarrollo y gestión de estos lugares.

Agricultura urbana y huertas comunitarias

Esta SbN consiste en fomentar la agricultura dentro de los espacios de la ciudad. Esencialmente, funciona a través de la acción colectiva utilizando estrategias de *crowdfunding* con fines de desarrollo urbano sostenible.

Integración de espacios verdes-azules

Otra alternativa interesante se basa en dotar a la ciudad de "nuevas capas" permeables en tejados y pavimentos que se comportan como esponjas naturales para regular el ciclo del agua. Para este tipo de SbN, existen mecanismos de financiación alternativos, resultantes de alianzas establecidas desde el diseño del proyecto, como la generación de ingresos por comercialización del espacio (ej., zonas de recreación y deporte), pago por servicios ecosistémicos, *crowdfunding*, donaciones, entre otros. Es importante además asegurar que la comunidad local se apropie de este esquema para realizar la transición hacia la infraestructura verde-azul, además de identificar y divulgar entre las partes interesadas los múltiples beneficios asociados con ella, como mejorar la calidad del aire y reducir los riesgos del cambio climático.

Cada vez más los ecosistemas están siendo reconocidos y promovidos como medio para lograr la resiliencia y la reducción del riesgo de desastres, tratando de reconciliar al ser humano con la naturaleza.

FUENTES

Ángela Andrade. Antropóloga de la Universidad de los Andes, especializada en Geografía y Estudios Rurales y M. Sc. en Ecología Terrestre del ITC de Holanda. Tiene más de 25 años de experiencia en investigación en ecología territorial, desarrollo social y políticas ambientales. Desde 2016 ejerce como presidenta de la Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN y además preside el Grupo de Trabajo sobre Cambio Climático en el Consejo de la UICN. A partir de 2009 también se ha desempeñado como directora de Política de Cambio Climático y Biodiversidad de Conservación Internacional en Colombia.

En los últimos años se ha dedicado a promover a nivel mundial los temas de adaptación basada en ecosistemas y soluciones basadas en la naturaleza ante la crisis de la biodiversidad y el cambio climático, entre otros.

Juan David Rendón Bedoya. Ingeniero civil, especialista en Estructuras de la Universidad Nacional de Colombia. En la actualidad trabaja en el área de Geociencias SURA, en la evaluación de riesgos de la naturaleza y cambio climático. En su experiencia ha diseñado estrategias de transformación hacia la operación sostenible en el ámbito empresarial y en el desarrollo de metodologías para la carbono neutralidad.



HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias de este artículo.

04

ECONOMÍA CIRCULAR

Hacia un nuevo paradigma de producción

La demanda de recursos naturales destinados a mantener el estilo de vida actual de las personas crece cada vez más, mientras que la capacidad del planeta para asimilar los desechos que esta demanda genera va disminuyendo. No obstante, ha surgido un camino alternativo al modelo tradicional de extracción, transformación y desecho de recursos: la economía circular. Bajo la premisa de diseñar y optimizar los materiales para mantenerlos en uso, es posible transformar la economía mediante la creatividad, la innovación y la unión empresarial.

LA ESENCIA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

El modelo económico actual (economía lineal) está diseñado para extraer materia prima, producir un bien, usarlo y luego desecharlo, mientras que la economía circular invita a que los recursos vuelvan a utilizarse, en un modelo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y/o reciclar los materiales y productos durante el mayor tiempo posible. Como su nombre lo indica, se trata de ver los procesos de forma circular y no lineal, buscando aprovechar al máximo todos los materiales, ya sea en el mismo proceso o en otros procesos, pero encontrándoles un servicio útil. Se trata, en suma, de reducir y reutilizar.

Este enfoque también propone que todas las empresas que conforman nuestra infraestructura de producción y economía se unan para contribuir al desarrollo económico sostenible, lo cual representa una oportunidad para generar soluciones creativas e innovadoras a las problemáticas de generación de residuos y extracción de recursos, rediseñando la cadena de producción y consumo actual para que los residuos y la contaminación no hagan parte de esta.

PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular se basa en tres principios, impulsados desde el diseño de los productos y materiales:

Eliminar los desechos y la contaminación:

- Se diseñan los productos de tal forma que se optimiza su ciclo de vida facilitando el desmontaje y reutilización.
- Se emplean productos y materiales que ya existen dentro de la economía y se limita el uso de materiales nuevos para evitar explotación de recursos naturales.

Hacer circular productos y materiales:

- Se crean productos y materiales que por sus características pueden volver a ser utilizados en un nuevo proceso de fabricación, restauración y/o reciclaje.
- Se crea valor para los clientes agregando valor económico a los productos y materiales existentes.
- Los componentes consumibles o perecederos son biodegradables, no tóxicos y posiblemente beneficiosos, por lo que se pueden incorporar a la biosfera de manera segura, ya sea por consumo directo o a través de una serie de usos consecutivos.

Regenerar el capital natural:

- Se evita el uso de recursos no renovables y se preservan o mejoran los renovables.
- Busca disminuir la dependencia de los recursos y aumentar la resiliencia de los sistemas tanto naturales como económicos.
- La economía no se detiene en el cliente. Esto quiere decir que, después de que un producto es usado, no debería convertirse en un desecho que represente costos para la sociedad y el medio ambiente.

Una forma de representar este sistema económico es por medio del diagrama de mariposa desarrollado por la Fundación Ellen MacArthur, el cual ilustra el flujo continuo de materiales en la economía a partir de dos ciclos principales: el técnico y el biológico. En el ciclo técnico, los productos se mantienen en circulación dentro del sistema económico por medio de la reutilización, la reparación, la remanufactura (restauración o modificación de un producto para que quede en un estado igual o mejor al producto original) y el reciclaje. De esta forma, los materiales se mantienen en uso y nunca se convierten en residuos. En el ciclo biológico, los nutrientes de los materiales biodegradables son devueltos a la Tierra a través de procesos como el compostaje o la digestión anaeróbica.

**CICLO BIOLÓGICO
MATERIALES QUE SE DEGRADAN**

**CICLO TÉCNICO
MATERIALES QUE NO SE DEGRADAN**

REGENERACIÓN

Utilizar los desechos para regenerar el sistema.

AGRICULTURA / CULTIVOS

Los residuos orgánicos pueden usarse como abono para el crecimiento de nuevos cultivos.

MATERIA PRIMA BIOQUÍMICA

USO MÚLTIPLE

BIOGÁS

El proceso de descomposición de material biodegradable genera diversos gases que pueden ser usados como combustible.

DIGESTIÓN ANAERÓBICA

Los microorganismos descomponen material biodegradable.

EXTRACCIÓN DE MATERIA PRIMA BIOQUÍMICA

Mantener en uso el recurso el mayor tiempo posible para conservar su valor.

RECURSOS RENOVABLES



RECURSOS NO RENOVABLES



FABRICACIÓN DE MATERIALES

FABRICACIÓN DE PRODUCTOS

PROVEEDOR DE SERVICIOS

CONSUMIDOR

USUARIO

RECOLECCIÓN

RECOLECCIÓN

MANTENIMIENTO/ COMPARTIR

REÚSO/ REDISTRIBUCIÓN/ COMPARTIR

RENOVACIÓN/ REFABRICACIÓN

RECICLAJE

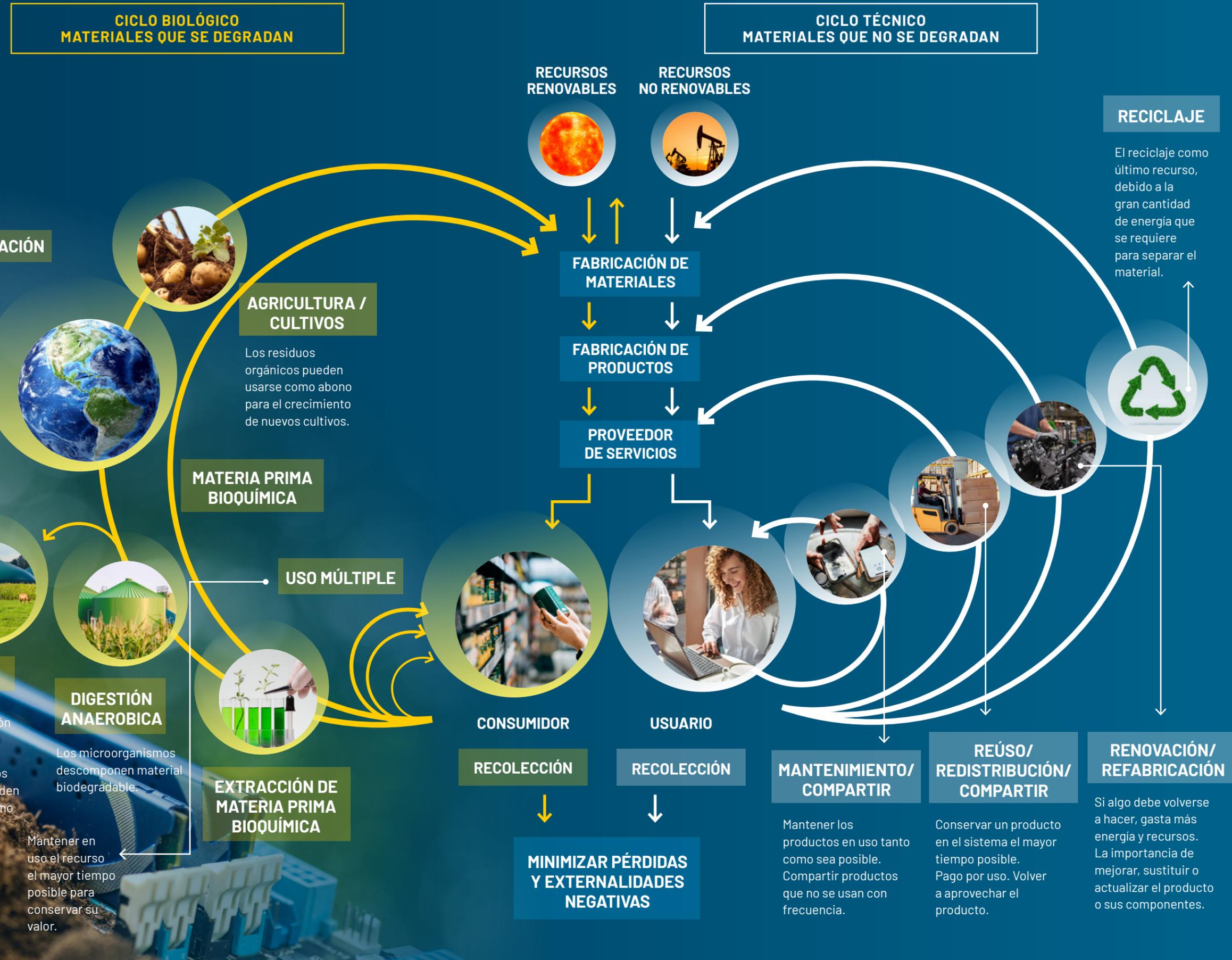
El reciclaje como último recurso, debido a la gran cantidad de energía que se requiere para separar el material.

MINIMIZAR PÉRDIDAS Y EXTERNALIDADES NEGATIVAS

Mantener los productos en uso tanto como sea posible. Compartir productos que no se usan con frecuencia.

Conservar un producto en el sistema el mayor tiempo posible. Pago por uso. Volver a aprovechar el producto.

Si algo debe volverse a hacer, gasta más energía y recursos. La importancia de mejorar, sustituir o actualizar el producto o sus componentes.



BENEFICIOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR



REDUCCIÓN DE COSTOS Y MAYOR SEGURIDAD DE SUMINISTRO

Por lo general, las materias primas vírgenes son un insumo de alto costo. Sin embargo, al recurrir a subproductos es posible disminuir los costos, y a su vez contar con un suministro de recursos más sólido y seguro.

REDUCCIÓN DE LA VOLATILIDAD Y OPORTUNIDADES DE GANANCIAS

El hecho de utilizar materias primas recicladas reduce la exposición a los precios cambiantes de las materias primas nuevas. Con esta estabilidad, una empresa puede realizar inversiones a largo plazo más favorables y específicas.



EL IMPULSO EMPRESARIAL

Las empresas son una piedra angular en la implementación y el desarrollo de la economía circular incorporándola en sus modelos de negocio. Desde mipymes y startups disruptivas hasta grandes corporaciones, todas pueden generar cambios internos para adoptar este esquema, enfocándose en las necesidades de los usuarios.

Existen cinco modelos de negocio principales para una economía más circular:



01 SUMINISTROS CIRCULARES

El objetivo es reducir la demanda de extracción de recursos naturales sustituyendo los insumos tradicionales por materiales recuperados, totalmente renovables, reciclables o biodegradables.



02 RECUPERACIÓN DE RECURSOS

Se trata de transformar residuos en materias primas secundarias, maximizando su valor ecológico y económico.



03 EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO

Esto se logra ofreciendo productos de alta calidad y duraderos, con la garantía dada por el diseño, los materiales y la capacidad de reparación, restauración, actualización, refabricación o incluso recomercialización de productos.



04 PLATAFORMAS PARA COMPARTIR

En este modelo se facilita el intercambio de productos que han sido poco utilizados, así como la colaboración entre productores y consumidores, ya sean individuos u organizaciones.



05 PRODUCTO COMO SERVICIO

Al comercializar servicios para satisfacer las necesidades de los usuarios en lugar de productos físicos, se promueve un menor uso de recursos naturales.

CRECIENTE DEMANDA DE SERVICIOS

La economía circular permite una demanda de nuevos servicios, fomentando nuevos empleos, oportunidades de trabajo y emprendimientos en áreas como:

Logística inversa: Empresas que recogen, transportan, reparan y redistribuyen productos después de su uso para ser reintroducidos en el mercado.

Comercializadores y plataformas de ventas: Facilitan una vida útil más larga del producto y tasas de utilización más altas.

Expertos en remanufactura y reparación de productos: Se encargan de recuperar, reutilizar y/o actualizar garantizando calidad.



MEJORES RELACIONES CON LOS CLIENTES

Los nuevos modelos de negocio como *leasing* y alquiler, o en los que el proveedor o fabricante tiene una responsabilidad compartida del producto, permiten una relación más amplia y de largo plazo entre el cliente/usuario con el proveedor porque hay más contacto durante la vida del producto.



UN ALIADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Adoptar una economía circular al mismo tiempo que se mantiene la rentabilidad supone grandes desafíos para las empresas. Por un lado, se espera que su crecimiento dependa cada vez menos de recursos naturales no renovables, reduciendo la incertidumbre de sus cadenas de suministro, desarrollando la capacidad de responder a los cambios del consumidor e implementando tecnología incipiente. Por otro lado, no hacer las transformaciones necesarias para responder a los cambios o hacerlas de manera inadecuada implica diversos riesgos tanto para los bienes tangibles como para los intangibles.

Suramericana ofrece acompañamiento en estos dos frentes. Así, un equipo especializado guía a las organizaciones interesadas para establecer una hoja de ruta que logre implementar, con responsabilidad social y ambiental, las transformaciones que se requieren de cara a los objetivos propuestos por la economía circular. De igual forma se habilitan, a través de un portafolio de tendencias y riesgos, diversos mecanismos para gestionar los riesgos de este proceso de cambio.

Implementar la economía circular es uno de los caminos para alcanzar el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social porque, en la medida que se cuiden los recursos y se les dé un uso más prolongado, estaremos contribuyendo a la sostenibilidad y a la preservación de todas las formas de vida del planeta.

ELIZABETH CARDONA RENDÓN
Gerente de Geociencias

EL IMPULSO NORMATIVO

De acuerdo con el Dr. Guillermo González Caballero, la economía circular exige un cambio de paradigma profundo para los Gobiernos. Estos tienen el reto de adaptar políticas que impulsen a los empresarios a la transición hacia la circularidad. A la luz de su trabajo con el Gobierno de Chile, el Dr. González propone los siguientes puntos claves de cara a esa transformación:

- **Es necesario hacer las cosas diferente.**
- **La transformación debe tener una regulación que la facilite.**
- **Cambio cultural, a nivel de los consumidores, de las empresas y de los Gobiernos.**
- **Se debe llegar a todos los territorios.**

Asimismo, se requiere que el Gobierno defina e involucre a todos los actores de la cadena económica de forma articulada, desarrollando capacidad de implementación para garantizar la alineación y coherencia entre las diferentes instituciones, áreas políticas y niveles de gobernanza.

En Latinoamérica existen varias hojas de ruta y estrategias nacionales enfocadas a la adopción de la circularidad. Entre los países que las han adoptado se encuentran Colombia (Estrategia Nacional de Economía Circular 2019), Uruguay (Plan de Acción de Economía Circular 2019), Perú (Hoja de ruta de la economía circular para la industria 2020), Chile (Hoja de ruta para un Chile Circular al 2040, 2021) y Ecuador (Ley para una Economía Circular Inclusiva 2021).

FUENTES

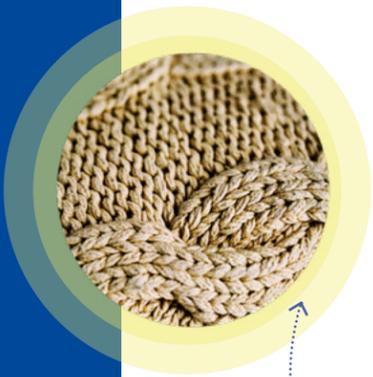
Guillermo González Caballero. Ingeniero civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, M. Sc. en Políticas Públicas y en Ingeniería Ambiental de la Universidad de California, Berkeley. Se desempeñó como jefe de la Oficina de Economía Circular del Ministerio de Medio Ambiente en Chile. Tiene amplia experiencia como consultor de los sectores público y privado abordando distintas dimensiones de la sustentabilidad.

Jeimmy Lizeth Rodríguez M. Ingeniera catastral y geodesta, especialista en sistemas de información geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Ha trabajado en proyectos de análisis de información geográfica para entidades de los sectores público y privado. Actualmente forma parte del equipo de Geociencias de Suramericana.



HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias de este artículo.

CASOS DE ÉXITO Y APLICACIÓN DE FILOSOFÍA DE ECONOMÍA CIRCULAR EN NUESTRA REGIÓN



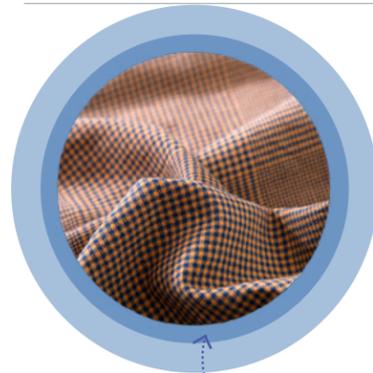
ENKA (COLOMBIA)
Producción textil

Enka es una de las compañías textiles más reconocidas de Colombia. Se dedica a la fabricación y comercialización de resinas y fibras sintéticas a partir del reciclaje de plásticos, especialmente botellas de PET posconsumo.



WARMGOOD (ARGENTINA)
Biocombustibles

Este proyecto transforma el residuo vegetal de más de 6.000 toneladas anuales de manzana, derivado de la industria de la sidra, en leña vegetal que es utilizada para calefacción o cocina.



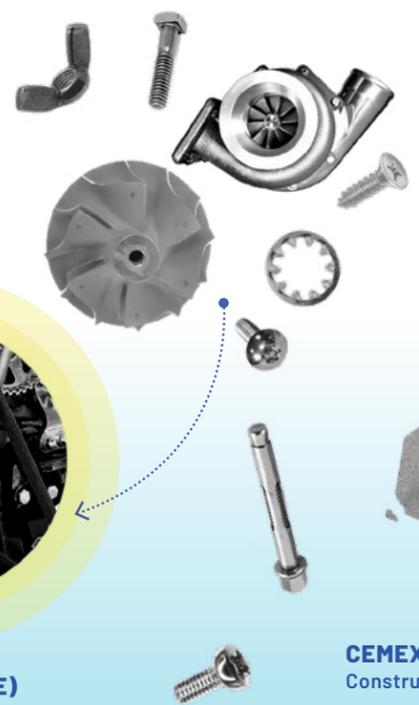
UPCYCLING BY JACQUELINE SEVERINO (REPÚBLICA DOMINICANA)
Moda

Esta iniciativa reutiliza prendas de segunda mano dándoles una nueva vida a partir de técnicas artesanales como bordado, teñido, pintura y aplicaciones en diversos tejidos.



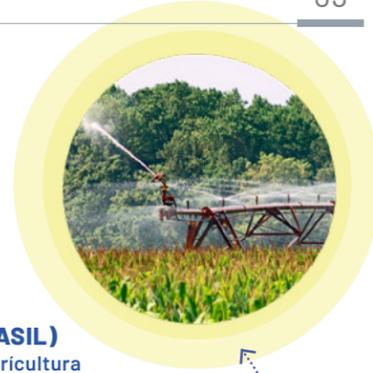
NEPTUNO PUMPS (CHILE)
Minería

Esta empresa rediseñó las bombas de gran tamaño y alto caudal utilizadas para la minería, a partir de la reutilización de partes de bombas desechadas.



CEMEX (MÉXICO)
Construcción

Los residuos producidos por Cemex son utilizados como combustibles de bajo impacto ambiental para el funcionamiento de sus plantas en México.



ENEL (BRASIL)
Energía y agricultura

La iniciativa Family Biowater permite la reutilización de aguas residuales de 60 viviendas de Morro do Chapéu, posterior a un tratamiento, para el riego de jardines y plantaciones.



05 DESCARBONIZACIÓN

Un enfoque para desintoxicar nuestro planeta

La emisión de gases de efecto invernadero (GEI), y en particular del dióxido de carbono (CO_2), es uno de los principales motores del aumento de temperatura en el planeta. Por lo tanto, la descarbonización surge como una medida fundamental para mantener el calentamiento global en $1,5^\circ\text{C}$, tal como lo estipula el Acuerdo de París¹.

¿QUÉ ES LA DESCARBONIZACIÓN Y POR QUÉ LA NECESITAMOS?

Es evidente que el impacto de las actividades humanas en el funcionamiento de los sistemas naturales del planeta se ha acelerado drásticamente desde la primera revolución industrial. Así, la emisión de más de 2.000 billones de toneladas de CO_2 ha contribuido al calentamiento global que estamos enfrentando en la actualidad y que deriva en el incremento de incendios forestales, sequías, aumento del nivel del mar, entre otras. En este orden de ideas, surge la necesidad de dejar de emitir CO_2 a la atmósfera, al tiempo que se remueve la mayor cantidad posible de este gas. Esto es lo que se denomina "descarbonización".

¹Para conocer más del Acuerdo de París y los países participantes [HAZ CLIC AQUÍ](#).

De cara a este compromiso de reducción de CO_2 , Dan Lashof, doctor en Energía y Recursos de la Universidad de California en Berkeley y director del Instituto de Recursos Mundiales (WRI por sus siglas en inglés) en Estados Unidos, señala la importancia de dejar de depender de los combustibles fósiles que predominan actualmente en el sistema energético mundial. Se trata, por lo tanto, de realizar una transición energética hacia fuentes de energías limpias que permitan consolidar economías con cero emisiones de carbono y alcanzar lo que se conoce como "cero neto".

Informes del IPCC indican que, para evitar los peores impactos climáticos, la totalidad de emisiones de GEI deberán reducirse a la mitad para el 2030 y llegar a cero neto para el 2050.

OTROS FRENTE POR ATENDER

Si bien la descarbonización se centra en la transición energética con la eliminación de los combustibles fósiles, también implica dos tareas importantes:

- **La eliminación o reducción en general de fuentes emisoras de GEI** que provienen de procesos diferentes al uso de estos combustibles, como las emisiones generadas por la calcinación de la piedra caliza en la producción de cemento, la digestión del ganado vacuno o el proceso de transformación del hierro en acero.
- **La captura y el almacenamiento de carbono.** Se ha observado que, mientras persistan las emisiones de CO_2 procedentes de combustibles fósiles, el gas seguirá acumulándose inevitablemente en la atmósfera y la Tierra seguirá calentándose. En consecuencia, es imperativo no solo reducir la tasa de emisión de carbono, sino también capturar el que ya se encuentra en la atmósfera.



EL ESCENARIO ACTUAL DE EMISIONES

Solo diez países contribuyen con más de dos tercios de las emisiones mundiales anuales de GEI. Esto corresponde a los territorios de mayor población y a las economías más grandes, **ya que en conjunto representan más del 50 % de la población mundial y el 75 % del PIB mundial.** Actualmente, **China es el mayor emisor, con un 32,9 %** de las emisiones mundiales, seguido de **Estados Unidos con 12,55 %, la Unión Europea con 7,33 % y la India con 7 %.**

Para el caso de los países en los que SURA tiene presencia, se encuentran Brasil y México como los mayores aportantes de emisiones de GEI. En contraste, Panamá y El Salvador son los de menor contribución. En la gráfica se puede apreciar el aporte de cada uno de estos países a nivel global y por sector productivo. El agrícola y el de transporte se destacan como los sectores de mayor contribución de emisiones.

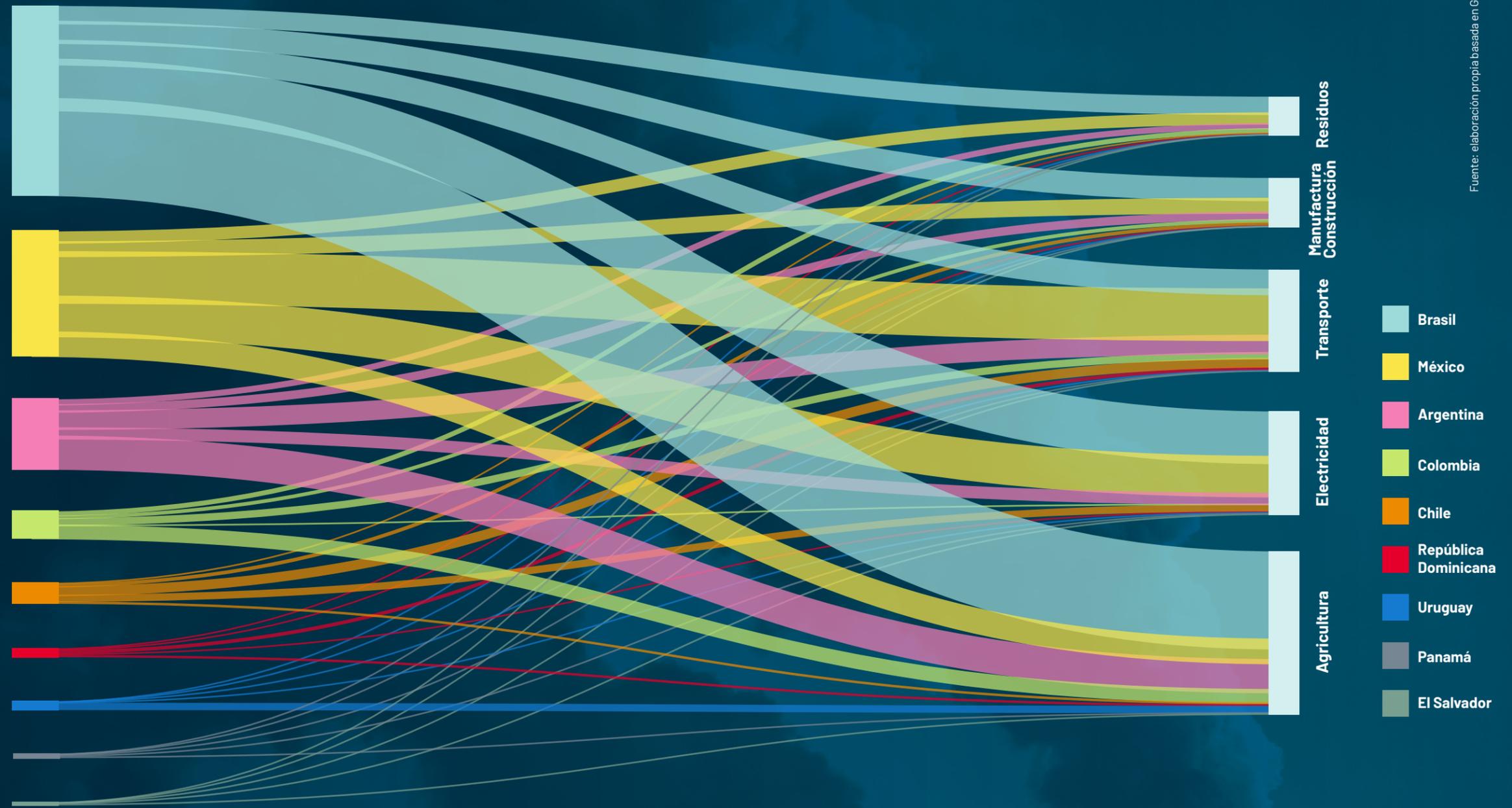
Contribución total global (%)

	China	32,9
	Estados Unidos	12,55
	Unión Europea	7,33
	India	7,00
	Brasil	1,29
	México	1,11
	Argentina	0,5
	Colombia	0,20
	Chile	0,23
	República Dominicana	0,07
	Panamá	0,03
	Uruguay	0,02
	El Salvador	0,02

Países con mayores emisiones a nivel global

Países SURA

Contribución por sector en cada país donde SURA tiene presencia con respecto a las emisiones globales



Fuente: elaboración propia basada en Ge et al. (2021).

Iniciativa First Movers Coalition

Es una nueva plataforma que surgió en la COP26² con el fin de crear mercados emergentes para tecnologías innovadoras de energía limpia. A través de *First Movers*

²La COP26 corresponde a la reunión número 26 de la Conferencias de las Partes (COP), órgano supremo de toma de decisiones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Coalition, las empresas se comprometen a comprar e implementar tecnologías emergentes una vez estén disponibles, creando así una demanda temprana que permite su desarrollo. El objetivo de esta plataforma es acelerar la innovación en ocho sectores que representan más de un tercio

de las emisiones globales de carbono: acero, transporte terrestre de carga, transporte marítimo, aviación, cemento, aluminio, productos químicos y captura directa de aire. Las tecnologías necesarias para descarbonizar estos sectores aún no están disponibles comercialmente ni son competitivas, pero es

esencial llevarlas al mercado para el 2030 de manera que se permita su rápida ampliación y lograr el cero neto en todas las economías para el 2050. Más de 25 miembros fundadores, empresas líderes de diferentes sectores industriales en todo el mundo, se han comprometido con esta iniciativa.

DESCARBONIZANDO LOS SECTORES

Las medidas de descarbonización pueden implementarse en muchos ámbitos: desde el energético hasta el industrial, cada sector tiene a su disposición iniciativas ya desarrolladas o en estudio que le permitirán contribuir al objetivo global de reducir carbono en la atmósfera.

ENERGÍA

Adoptar un portafolio de energías renovables apalancándose en los incentivos del Gobierno.

Construir sistemas de generación con la suficiente flexibilidad para **satisfacer la creciente demanda**.



Para mayor información, consulta el artículo 02 la presente edición de la revista Geociencias.

INDUSTRIAL

Implementar tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.

Utilizar combustibles alternativos renovables (como el hidrógeno verde) para reducir los combustibles fósiles.

Ejecutar programas de eficiencia para los hornos, incrementando el contenido de metal y **reduciendo el carbón y el uso de combustibles fósiles**.

Incrementar el porcentaje de **hornos eléctricos** para fundir y reciclar chatarra.

CONSTRUCCIÓN

Reducir la huella de carbono de los materiales de construcción. **La captura de carbono, la eficiencia en el uso de energía e iniciativas de cemento y acero verdes se están implementando en los procesos de producción de materiales.**

Mejorar la eficiencia energética de los edificios existentes, en especial cuando **hay necesidad de calefacción y aire acondicionado**.

Mayor eficiencia en el diseño de las edificaciones y en el **aprovechamiento de los materiales** de construcción que vayan en línea con normas de construcción sostenible.

Utilizar materiales alternativos donde el entorno lo permita. Por ejemplo, **considerar el uso de secciones estructurales de**

madera, como las vigas de madera laminada encolada o Glulam por sus siglas en inglés (*Glued Laminated Timber*) y madera contralaminada.

Crear mercados para nuevas tecnologías que permitan la descarbonización de los materiales de construcción. Para **fomentar este tipo de mercados, tanto de materiales como de tecnología, también es importante que los requerimientos o la regulación técnica** en materia de construcción avancen incorporando parámetros de sostenibilidad.

TRANSPORTE Y LOGÍSTICA

TERRESTRE

Implementar vehículos eléctricos. Esto exige avanzar rápidamente en la **infraestructura de recarga eléctrica para estos autos**.

Avanzar en el empleo de baterías o pilas que permiten el uso de **energía eléctrica o hidrógeno para vehículos pesados**.

MARINO

Desde el sector se han adquirido compromisos para el 2030 de utilizar combustibles de **cero emisiones en el 100 % de los buques nuevos y reacondicionados**.

Las empresas de carga fijaron el objetivo de que al menos el 10 % del volumen de sus mercancías transportadas internacionalmente se cargue en **barcos con combustibles de cero emisiones para 2030, una proporción que debería aumentar al 100 % para 2040**.

AÉREO

Usar tecnologías emergentes como:

- Los combustibles sostenibles avanzados (SAF por sus siglas en inglés). Ej. biojet (biocombustible avanzado) y e-jet (combustible sintético).
- Propulsión eléctrica y de hidrógeno.

AGROPECUARIO

Desarrollar aditivos comestibles para el ganado capaces de **reducir la generación de metano por parte de los animales**.

Implementar biodigestores que generen energía a partir de las **heces del ganado**.

Electrificar equipos agrícolas. Por ejemplo, los tractores de diésel **pueden pasar a ser eléctricos**.

Usar hidrógeno como combustible en la producción del fertilizante nitrógeno de amonio.

Disminuir la deforestación, sembrar árboles e incrementar la cobertura vegetal.

Emplear compost como fertilizante natural del suelo.

Emplear técnicas agropecuarias sostenibles como **sistemas silvopastoriles y policultivos**.

UN OBJETIVO AL ALCANCE DE LAS EMPRESAS

Como parte de las estrategias para lograr la descarbonización, Dan Lashof destaca la implementación de objetivos basados en la ciencia, una tarea que implica identificar la huella de carbono de una empresa y establecer el compromiso a reducirla. Según este experto, más de 2.000 empresas han seguido este camino, proponiéndose reducir sus propias emisiones y las de su cadena de suministro. En muchos casos esta labor se concentra en el consumo de electricidad ya que es la mayor fuente de emisiones de GEI para la mayoría de las empresas (excepto para aquellas

del sector agropecuario). Por esta razón, dependiendo del lugar donde estén ubicadas las operaciones, las compañías pueden adoptar como estrategia de reducción de emisiones la contratación de electricidad 100 % limpia.

Por otra parte, indica Dan Lashof, las empresas que emplean una flota de vehículos pueden contratar el reemplazo de estos con automóviles eléctricos en un plan de corto plazo, una transición que en efecto está comenzando a verse en algunas de las grandes empresas de logística, por lo que hay gran potencial en este sector.

A LA CAZA DEL CARBONO: ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS PARA REMOVER CO₂ DE LA ATMÓSFERA



AUMENTO DE COBERTURA DE BOSQUES

Los árboles utilizan el dióxido de carbono de forma natural por medio de la fotosíntesis, por lo que son una excelente alternativa para la captura de carbono. Ampliar, restaurar y gestionar los bosques fomenta una mayor absorción de carbono, convirtiendo el CO₂ en oxígeno para el ambiente y en carbono almacenado en la madera y los suelos. El éxito de la implementación de esta estrategia es garantizar que la expansión forestal en un área no se produzca a expensas de los bosques en otra área.



BIOENERGÍA CON CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO (BECCS)

Consiste en utilizar la biomasa para la producción de energía en los sectores industrial, energético y de transporte, capturando sus emisiones antes de que se liberen a la atmósfera y almacenando el carbono bajo tierra o en productos de larga duración como el hormigón.

CAPTURA DIRECTA

Esta tecnología consiste en depurar químicamente el CO₂ directamente de la atmósfera y almacenarlo bajo tierra o en productos de larga duración. La medición de la captura de carbono es sencilla en este caso, y su escala potencial de implementación es enorme. Sin embargo, es costosa y consume mucha energía.



MINERALIZACIÓN DE CARBÓN

Algunos minerales reaccionan naturalmente con el CO₂, convirtiéndolo de gas a sólido. Este proceso, conocido como mineralización, puede tomar cientos o miles de años; sin embargo, científicos están trabajando en acelerarlo aumentando la exposición de estos minerales al CO₂ de la atmósfera o el océano. No obstante, aún queda investigación y desarrollo por realizar para que su implementación a gran escala sea rentable y segura.



USO DE CULTIVOS DE COBERTURA

Los suelos almacenan carbono de forma natural, algo que aumenta sus nutrientes y, asimismo, el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, los suelos agrícolas, precisamente, tienen un gran déficit debido al uso intensivo.

Existen varias formas de capturar el carbono en los suelos, como por ejemplo:

- La plantación de cultivos de cobertura en suelos que no cuentan con capa vegetal. De esta forma se puede extender la fotosíntesis durante todo el año, capturando alrededor de una tonelada de CO₂ por hectárea por año.
- El uso de compost como fertilizante.
- El desarrollo de cultivos con raíces más profundas, que hacen que se deposite más carbono en el suelo. Sin embargo, la complejidad para la medición y el seguimiento a la captura de carbono constituyen un desafío para la implementación de esta estrategia.



ALMACENAMIENTO OCEÁNICO

El objetivo de esta estrategia es acelerar los ciclos naturales del carbono en el océano, contemplando soluciones basadas en la naturaleza como el aprovechamiento de la fotosíntesis en plantas costeras, algas marinas o fitoplancton o emplear minerales para aumentar el almacenamiento de CO₂ disuelto, entre otras. Ahora bien, se requiere una exhaustiva investigación para identificar si esta es una alternativa apropiada debido a los posibles impactos ecológicos, sociales y de gobernanza que pueda generar.

FUENTES

Dan Lashof. Físico y matemático de la Universidad de Harvard y doctor en Energía y Recursos de la Universidad de California en Berkeley. Es el director del World Resources Institute, donde coordina el trabajo de esta entidad en temas de clima, energía y alimentos, y el programa de ciudades sostenibles. Además, supervisa el trabajo del equipo climático, cuyo objetivo es catalizar y apoyar la acción climática de los estados, ciudades y empresas, al mismo tiempo que sienta las bases para la acción federal en los próximos años.

María José Barrera Gutiérrez de Piñeres. Ingeniera civil de la Universidad Estatal de Nueva York en Buffalo y M. Sc. en Ingeniería Sísmica del Instituto de Estudios Superiores de Pavia, Italia. Tiene seis años de experiencia en modelación de riesgos catastróficos y diseño estructural sismorresistente. Desde agosto del 2019 se unió al equipo de Geociencias como especialista en estructuras, liderando las modelaciones de riesgos geofísicos.



HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias
de este artículo.

06

CAMBIOS DE RÉGIMEN Y PUNTOS DE NO RETORNO

Las huellas que ya no se podrán borrar

Vivimos en un mundo hiperconectado, donde los cambios en el sistema climático afectan a los ecosistemas y, a su vez, a la salud humana, la economía y el desarrollo en general. En esa medida, llama la atención el acelerado ritmo al que los sistemas naturales se están dirigiendo a transformaciones irreversibles que, en algunos casos, podrían impactar de forma definitiva el bienestar del planeta y, como consecuencia, el de la humanidad.

¿QUÉ SON LOS PUNTOS DE NO RETORNO?

Los puntos de no retorno (PnR) se refieren a umbrales críticos que, cuando se superan, pueden provocar un cambio significativo, a menudo irreversible, en la función y en la estructura fundamental de un sistema terrestre. Así pues, los PnR marcan el paso de un conjunto de condiciones o escenario específico, conocido como régimen, a otro diferente. Cruzar un PnR es

transformar totalmente un escenario sin la posibilidad de volver a su estado previo, antes de su transformación.

Es claro que todos los componentes del sistema terrestre y la resiliencia natural del planeta son esenciales para las economías, los negocios y las comunidades en el mundo. El estrecho vínculo entre los sistemas naturales y los socioeconómicos se hace cada vez más evidente en casos como el del río Magdalena en Colombia, donde los

pescadores se han visto obligados a buscar otras formas de sustento debido a la escasez de peces. Asimismo, la migración de millones de granjeros sirios hacia las ciudades, forzada por una extensa sequía apenas dos años antes de la guerra civil en el país, sugiere cómo los cambios sociales podrían tener relación con la ocurrencia de cambios ecológicos. En este orden de ideas, el concepto de PnR está ligado tanto a cambios ecológicos como a cambios e implicaciones sociales.

TIPOS DE PnR

Existen varios tipos de PnR:

01 PnR CLIMÁTICO

Se da cuando grandes componentes del sistema climático cambian de patrones, lo que deriva en la ocurrencia de fenómenos climáticos más intensos y frecuentes como inundaciones, sequías u olas de calor.

02 PnR ECOLÓGICO

Se alteran los sistemas biológicos y ecológicos. Este es el caso del blanqueamiento de corales por aumento de la temperatura o la desertificación del suelo relacionada con actividades humanas.

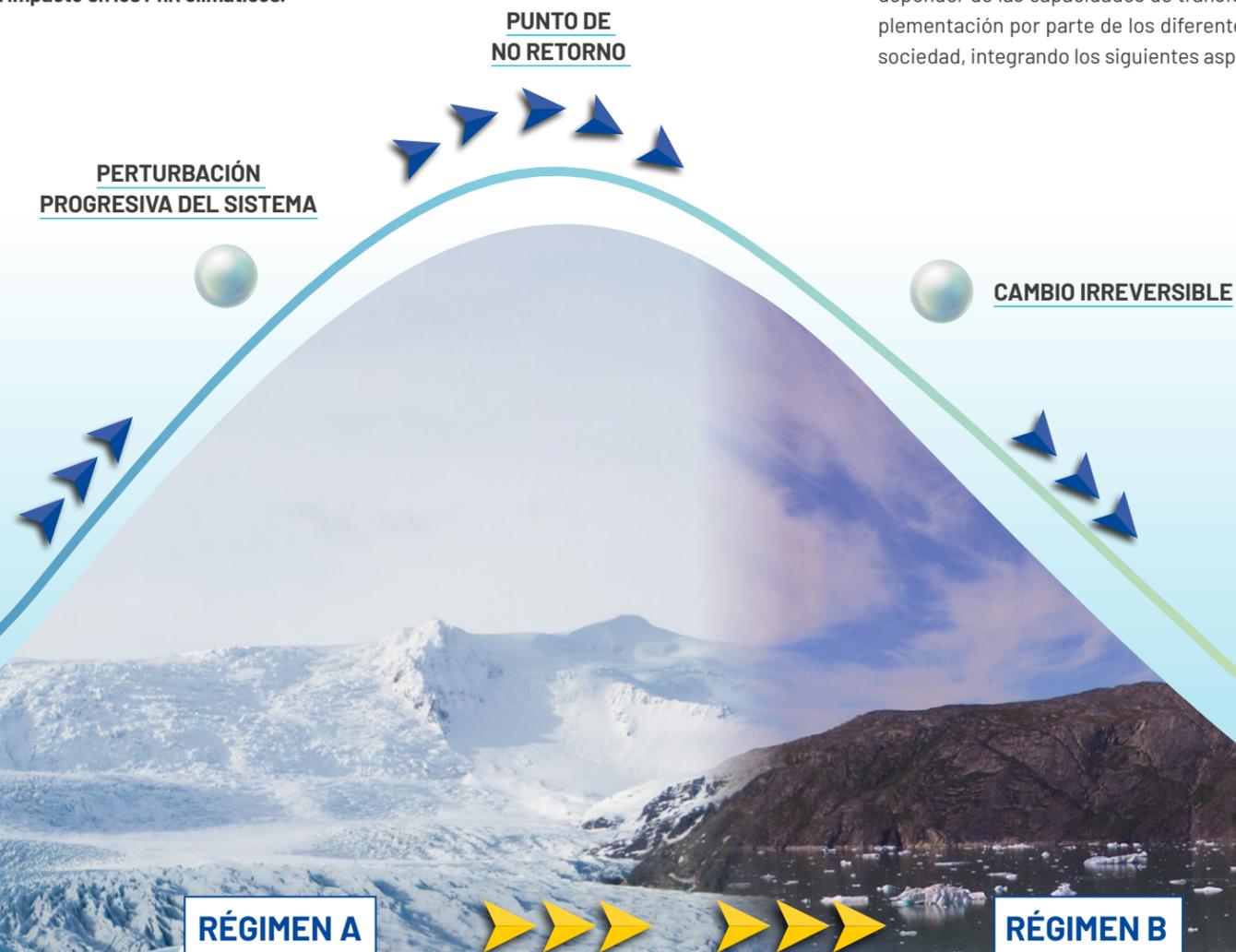
03 PnR DE TRANSFORMACIÓN

Basado en la teoría de la innovación y el cambio. Se enfoca en cómo se propagan las ideas y las tendencias y se refiere al punto en el que una estrategia, idea, comportamiento o tecnología pasa de ser adoptada por pocos a ser adoptada por la mayoría.

04 PnR DE ADAPTACIÓN

Indica los umbrales para los que la magnitud del cambio climático hace que una acción de adaptación propuesta no cumpla su objetivo. Por ejemplo, un nuevo escenario climático puede afectar a una estrategia de adaptación ya implementada por un Gobierno a tal punto que las metas establecidas para esta estrategia ya no se logran.

Todos estos tipos de PnR pueden estar conectados entre sí: un PnR climático puede llevar a un PnR ecológico, y desencadenan un impacto social que origina un PnR de transformación y adaptación, los cuales, a su vez, tienen un impacto en los PnR climáticos.



NO TODA ALTERACIÓN ES NEGATIVA

Los PnR también pueden ser positivos. Un ejemplo de esto es la transición energética mediante la implementación de energías renovables para descarbonizar la industria. Asimismo, ya hay varios indicios de que estamos alcanzando PnR tecnológicos y financieros que son una buena noticia para el clima. También se han identificado y caracterizado PnR positivos en las dinámicas socioecológicas de comunidades que tienen mayor resiliencia social y reducen las amenazas del cambio climático por medio de estrategias de mitigación y adaptación.

La generación de estos PnR positivos puede depender de las capacidades de transformación y de implementación por parte de los diferentes actores en una sociedad, integrando los siguientes aspectos:

- **Los sistemas energéticos:** Un cambio total a las energías renovables y un avance hacia la autosuficiencia energética.
- **La gobernanza:** participación activa, coordinada y justa de la comunidad y las organizaciones con las diferentes instituciones en la estructuración de las políticas y toma de decisiones enfocadas a la sostenibilidad.
- **Ámbito sociocultural:** Compromiso de la sociedad a adoptar comportamientos sostenibles, de aprendizaje continuo y reflexión.
- **Los sistemas tecnológicos:** Implementación e integración de infraestructura y tecnología verde.
- **Los sistemas de recursos:** Enfoque de economía circular, innovación de materiales sostenibles y agricultura orgánica.
- **La economía:** Integración de los servicios ecosistémicos, calidad de vida y el bienestar social con la actividad económica central.

Las regiones polares son áreas blancas que reflejan hacia el espacio casi el 90 % del calor que entra del sol; son aires acondicionados para el planeta. Cuando el hielo se derrite y la superficie cambia de color hacia azul (agua), ese solo cambio de color significa que ya ese sistema no refleja el calor, sino que lo absorbe, convirtiéndose en otro sistema estable que calienta el planeta e impulsa con más vigor el derretimiento.

ALERTAS DE PUNTOS DE NO RETORNO GLOBALES

Cada vez hay más evidencias científicas sobre la fuerte interconexión entre la pérdida de diferentes ecosistemas, como la selva amazónica o la capa de hielo de la Antártida. Potencialmente, esta relación compromete al mundo a cambios irreversibles a largo plazo. En ese sentido, se ha llamado la atención sobre nueve PnR potenciales alrededor del mundo:

01 PÉRDIDA DE LA SELVA AMAZÓNICA

La selva más grande del mundo ha perdido un 17 % de cobertura de bosque. Si esto continúa, el ecosistema se transformará en una sabana.

02 DEGRADACIÓN DE LOS ARRECIFES DE CORAL

Los arrecifes de coral del planeta podrían desaparecer antes del próximo siglo debido a la contaminación, la caza furtiva, el calentamiento del agua y su acidificación. Esto podría afectar a más de 4.000 especies de peces y a casi un 25 % de seres marinos.

03 PÉRDIDA DEL BOSQUE BOREAL¹

Estos bosques almacenan más de 180 millones de toneladas de carbono, según datos de

¹Bosque boreal: Bosque nativo de las regiones templadas del hemisferio norte, con temperatura media en invierno de -30°C. Son bosques conformados en su mayoría de especies resistentes al frío como pinos, abetos y alerces, entre otros.



Greenpeace. El cambio climático y la deforestación están llevando a los últimos bosques vírgenes de la Tierra a un punto en el que su regeneración será imposible.

04 DERRETIMIENTO DEL HIELO DEL OCEANO ÁRTICO

El océano del Polo Norte se está calentando el doble de rápido que el promedio del planeta. Al absorber más energía de la radiación solar, acelera el calentamiento global.

05 LA CAPA DE HIELO DE GROENLANDIA

Varios estudios recientes confirman que esta masa de hielo ha estado desapareciendo desde mediados del siglo XIX, y ahora se estima que se están derritiendo 9 billones de toneladas de masa de hielo y nieve cada año: el equivalente a unos 110 millones de piscinas olímpicas que se vierten en el Atlántico norte.



06 EL DESHIELO DEL PERMAFROST

Según el IPCC, la capa de suelo congelado en zonas árticas contiene casi el doble del carbono que hay actualmente en la atmósfera. Su derretimiento ha liberado gran cantidad de gases de efecto invernadero.

07 ALTERACIÓN DE LA CIRCULACIÓN MERIDIONAL DEL OCEANO ATLÁNTICO

Este sistema de corrientes intercambia aguas cálidas del trópico con aguas frías del Polo Norte. Su desestabilización podría provocar cambios irreversibles en el ciclo del agua, secando el bosque amazónico.

08 DISMINUCIÓN DE LA CAPA DE HIELO EN LA ANTÁRTIDA OCCIDENTAL

Desde principios de la década de 1990, la Antártida ha perdido casi tres billones de toneladas de hielo y podría traspasar un umbral crítico en 40 años. De no reducir drásticamente las emisiones globales de gases efecto invernadero, sería irreversible el deshielo de gran parte del continente antártico y de Groenlandia, causando que las generaciones futuras tengan que vivir con un aumento aproximado de 10 metros del nivel del mar durante miles de años.

09 PÉRDIDA DE HIELO EN EL ESTE DE LA ANTÁRTIDA ORIENTAL

Se han perdido en promedio 2.055 millones de toneladas de hielo en 25 años, correspondiente a un aumento medio del nivel del mar de 5,75 milímetros.

ALGUNOS CASOS DE PUNTOS DE NO RETORNO EN AMÉRICA LATINA

BOSQUE HÚMEDO TROPICAL DEL CHOCÓ

Este sistema pasó de un uso diversificado de los ecosistemas, orientado principalmente a la subsistencia y basado en instituciones cooperativas (régimen 1), a uno centrado en la extracción de madera, dirigido sobre todo al mercado y sustentado en trabajo remunerado (régimen 2). Con esto, se ha fomentado una alta dependencia de los precios de la madera y se ha reducido la soberanía alimentaria al priorizar los cultivos para madera sobre los de alimentos.

ARRECIFES DE CORAL

Los corales del Caribe se han reducido a la mitad desde 1970, pasando de ser arrecifes dominados por corales a arrecifes dominados por algas. Estos ecosistemas se ven amenazados por la sobreexplotación generalizada de peces, el fuerte desarrollo en las zonas costeras, los eventos de blanqueamiento de corales más frecuentes e intensos, entre otros fenómenos.

ARGENTINA



ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA

La deficiencia de oxígeno en el estuario del río La Plata ha provocado cambios en los ecosistemas claves de la zona (marinos, costeros, lagos y ríos).

COLOMBIA



LAGUNA BOJÓRQUEZ (NICHUPTÉ)

Bojórquez es una sección de la laguna Nichupté impactada altamente por las actividades humanas, en especial por la descarga de aguas residuales de la ciudad de Cancún, que hacen que el agua no contenga oxígeno.

MÉXICO



BRASIL BAHÍA DE GUANABARA

Los cambios en la concentración de oxígeno en el agua de la bahía han llevado al colapso total del ecosistema del fondo costero y a la incorporación de metales pesados. Lo anterior se da principalmente por la descarga de aguas residuales domésticas e industriales.

MAR CARIBE



IMPACTOS Y MITIGACIÓN DE CAMBIOS DE RÉGIMEN

ARRECIFE DE CORAL

RÉGIMEN 1

IMPACTOS

- ✘ Menor regulación de la erosión costera.
- ✘ Menor producción de peces.
- ✘ Mayor desempleo.
- ✘ Reducción en la producción de alimentos.
- ✘ Disminución de servicios recreativos y turismo (principalmente, el buceo y el esnórquel).



PÉRDIDA DEL ARRECIFE DE CORAL

RÉGIMEN 2

CONDICIONES NORMALES DE OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA

RÉGIMEN 1

- ✘ Deterioro en la pesca, la producción de alimentos y los ciclos de nutrientes.
- ✘ Reducción de los rendimientos de acuacultivos y el consiguiente impacto en el empleo en las comunidades.
- ✘ Pérdida de valores recreativos, estéticos y turísticos.
- ✘ Problemas de salud pública debido a la materia en descomposición después de eventos de mortalidad masiva de ecosistemas acuáticos y a la proliferación de plagas.



AUSENCIA DE OXÍGENO EN EL AGUA

RÉGIMEN 2

ECOSISTEMA DE BOSQUE

RÉGIMEN 1

- ✘ Pérdida de biodiversidad y aumento de erosión del suelo en áreas deforestadas.
- ✘ Menor regulación del ciclo hidrológico, lo que aumenta la exposición a deslizamientos, inundaciones y sequías.
- ✘ Menor abastecimiento de agua y de recursos como alimentos, fibras y combustible.



ECOSISTEMA DE SABANA

RÉGIMEN 2

MITIGACIÓN

- ✔ Gestión local para evitar la excesiva proliferación de algas.
- ✔ Reducir la escorrentía en las zonas costeras, así como el vertimiento de residuos de los barcos, mediante barreras vivas (ej. con vegetación) o infraestructura hidráulica (ej. canales, tanques de almacenamiento, entre otros).
- ✔ Prohibir el uso de artes de pesca destructivas (arpones, redes de enmalle, trampas para peces, trasmallos).
- ✔ Implementar estrategias que mejoren la calidad del agua y la presión sobre la pesca.

- ✔ Desarrollar buenas prácticas agropecuarias para gestionar el aporte de nutrientes (encontrados por ejemplo en fertilizantes y materia orgánica) y evitar su drenaje a las fuentes de agua.
- ✔ Mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- ✔ Implementar políticas de reducción de uso de fertilizantes.

- ✔ Controlar la tala ilegal.
- ✔ Implementar planes de silvicultura sostenible, teniendo en cuenta la reducción de la fragmentación del bosque y permitiendo que los parches deforestados vuelvan a crecer.
- ✔ Controlar la expansión de la frontera agrícola y las áreas de pastoreo.



Claramente, siempre hemos estado preocupados por las condiciones locales, dada la importancia para los medios y las buenas condiciones de vida. Sin embargo, con todo lo analizado en torno a los PnR, es evidente que debemos conectar lo local con la escala regional y con la escala planetaria. Se trata de reconocer la necesidad de administrar todos los sistemas colectivamente, desde el hogar hasta la empresa, abarcando incluso a la nación, porque el conjunto de ellos es lo que determina nuestra capacidad de ser resilientes y sostenibles en el tiempo.

FUENTES

Luisa Fernanda Vallejo. Ingeniera civil de la Escuela de Ingeniería de Antioquia y M. Sc. en Recursos Hidráulicos de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene experiencia en proyectos de investigación relacionados con transporte de humedad atmosférica llevados a cabo en el Instituto Nacional de Investigación Espacial de Brasil. Actualmente hace parte del equipo de Geociencias de Suramericana, donde se desarrolla como especialista en recursos hídricos y aborda temas relacionados con riesgos hidrometeorológicos y cambio climático.



HAZ CLICK AQUÍ
Para conocer las referencias de este artículo.

07

POLVO DEL SAHARA

Fenómeno que no conoce fronteras

Debido a diversos factores ambientales, algunas partículas del desierto del Sahara pueden llegar hasta Latinoamérica. Este es un fenómeno que tiene impactos positivos, como el enriquecimiento de los suelos por el material transportado, y al mismo tiempo negativos, como el afloramiento de organismos nocivos para las personas y los ecosistemas. Por esta razón, es importante conocer un poco más sobre la naturaleza de este impensado lazo de nuestra región con el mayor generador de tormentas de polvo en el mundo.

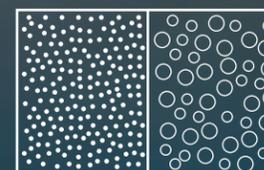
LA GÉNESIS DE LAS TORMENTAS

En el desierto del Sahara es frecuente que se presenten tormentas de arena y polvo cuando las condiciones meteorológicas y del suelo son adecuadas. En algunos casos las nubes de polvo son transportadas por el aire fuera del continente africano a través del océano Atlántico hasta Latinoamérica.

NO TODAS LAS TORMENTAS SON IGUALES

De polvo

Conformadas por partículas **inferiores a 100 μm ¹** (tamaño similar o menor al grosor de un cabello humano).



De arena

Partículas de tamaño **superior a 100 μm** .



La visibilidad horizontal se reduce a **menos de 1 km**.

La visibilidad se **reduce prácticamente a cero**.

Ascienden entre 5 y 7 km, por su menor tamaño y peso pueden recorrer enormes distancias al ser arrastradas por las corrientes de aire.



Se generan más localmente y **pueden alcanzar alturas de 15 m**. Debido a que su peso es mayor, su desplazamiento y su duración son limitados.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) la exposición a las partículas de polvo representa riesgos para la salud humana al exceder los siguientes niveles de concentración media diaria:
Partículas $\leq 2.5\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$)
No deben sobrepasar = $15\mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas 2.5- $10\mu\text{m}$ (PM_{10})
No deben sobrepasar = $45\mu\text{g}/\text{m}^3$

PARTICULARIDADES DEL POLVO SAHARIANO

Las partículas de polvo provenientes del desierto del Sahara varían en forma, tamaño y composición química. Son ricas en minerales; particularmente, abundan los silicatos, los feldspatos y los carbonatos, así como el hierro (Fe), el aluminio (Al), el silicio (Si) y el magnesio (Mg). Todos estos pueden representar nutrientes beneficiosos para los ecosistemas tanto marinos como terrestres. Sin embargo, dependiendo de las cantidades ya presentes en las zonas a donde llegan (bosques, océanos, ciudades), pueden ocasionar efectos adversos en los ecosistemas y en la salud de las personas y los animales, lo que finalmente repercute en la economía y las comunidades que dependen de estos ambientes.

Según indica Luis Antonio Ladino Moreno, investigador del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la masa de polvo y aire que sale del desierto es seca, mientras que el aire de una playa es húmedo. Por esta razón, una de las formas en las que se identifica que las arenas del Sahara han cruzado el océano es midiendo la diferencia de humedad relativa entre los 2 y 5 km de altura. Un descenso considerable en este parámetro puede asociarse al aire seco que proviene de África.

¹Micras: equivalente a la millonésima parte de un metro.

CONDICIONES EN LAS QUE SE FORMAN LAS TORMENTAS DE POLVO

El doctor Ladino comenta que existen dos tipos de condiciones para que se generen las tormentas de polvo: meteorológicas y de suelo, ya que se requiere que las partículas sean transportadas desde la superficie del desierto a la atmósfera.

Meteorológicas

- 🌡️ Aire caliente en la superficie del suelo.
- 🌡️🌡️ Diferencias marcadas de temperatura entre el aire en contacto con el suelo y el aire atmosférico.

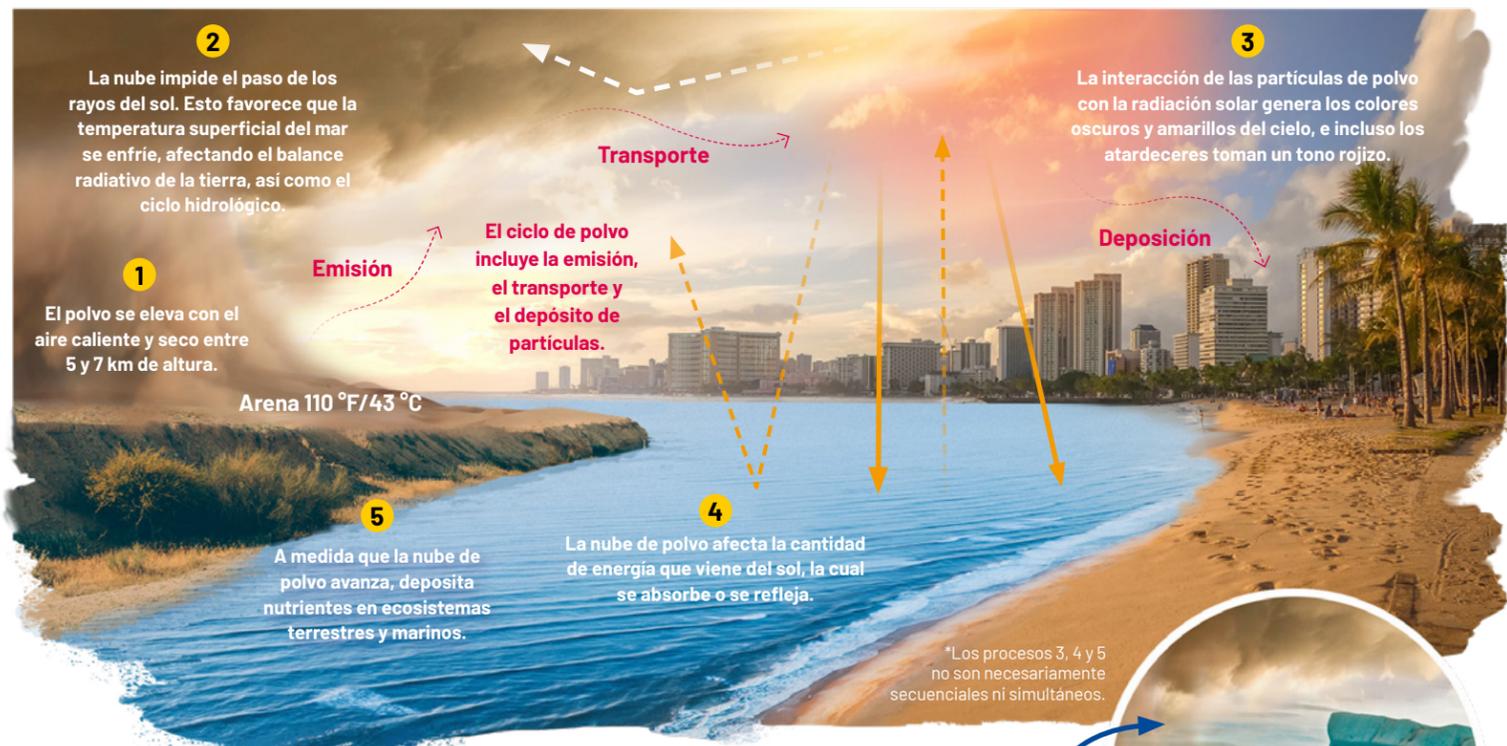
- 🌀 Alta velocidad del viento en permanente contacto con la superficie del suelo.
- 🌀 Formación de turbulencia entre el viento y el suelo.

Suelo

Desierto grande, con partículas compuestas en gran medida por roca triturada muy fina y expuesta a nivel superficial:

- 🌍 Suelo granulado, suelto.
- 🌍 Suelo muy seco y caliente.

DINÁMICAS DE LAS TORMENTAS DE POLVO



Este fenómeno se presenta durante todo el año, aunque su intensidad varía dependiendo de las condiciones en las corrientes de aire que transportan las nubes de polvo. Una vez están en la atmósfera, se mueven en diferentes direcciones: llegan a Europa, al sur de África y a Latinoamérica a través del océano Atlántico debido a las ondas del este² y los vientos alisios, que soplan en la dirección de África hacia el Caribe, según comenta el doctor Ladino Moreno.

“Qué tanto ascienda el polvo indica cuán lejos puede llegar: mientras más arriba se encuentre, podrá ser transportado una mayor distancia” Luis Ladino

² Las ondas del este son perturbaciones en la corriente de los vientos alisios que se desplazan de este a oeste desde las costas de África.

El polvo depositado sobre las capas de hielo o nieve reduce su capacidad de reflejar la radiación solar, aumentando el calor en la superficie y haciendo que se acelere su derretimiento.

DINÁMICAS DE LAS TORMENTAS DE POLVO ENTRE EL SAHARA Y EL CONTINENTE AMERICANO

Los movimientos de aire, en diferentes formas (ondas, chorros y vientos), conectan una parte del planeta con otra.

- 🌊 ONDAS
- 🌀 VIENTOS
- 🌀 CHORROS
- 📍

Una nube de polvo puede recorrer alrededor de **7.500 km**

Las partículas tardan 6 días en llegar al mar Caribe.



MARZO
Con el inicio de la primavera en el hemisferio norte se incrementa la ocurrencia de tormentas sobre el desierto del Sahara y la zona subsahariana, por lo que en el mes de marzo aparecen las primeras nubes de polvo sobre el Caribe.

ABRIL-JULIO
En abril, el régimen de vientos moviliza estas partículas hacia el sur, impactando a Suramérica. La actividad máxima de este evento se observa más tarde, en los meses de junio y julio.

AGOSTO-SEPTIEMBRE
Los niveles de polvo se mantienen altos hasta el mes de agosto, cuando comienzan a disminuir la frecuencia de llegadas y la cantidad de polvo, alcanzando niveles cercanos a cero en el mes de septiembre.

Los vientos alisios del noreste transportan el polvo hacia el Caribe, América Central y la mitad norte de Suramérica. La mayor parte del polvo se asienta en el Atlántico tropical, al este de América Central.

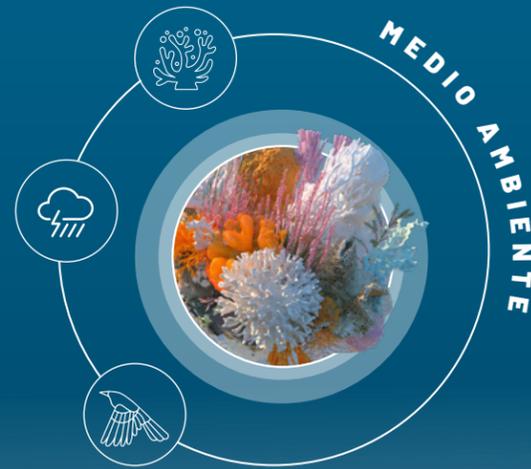
La circulación atmosférica es la vitalidad de la Tierra. Distribuye calor y humedad por todo el planeta e influye en el océano, la geología y la vida.

El polvo puede permanecer en la atmósfera **durante días o semanas**, dependiendo de las condiciones meteorológicas.

LOS RIESGOS QUE LLEGAN DEL DESIERTO

Las tormentas de polvo impactan el clima, los ecosistemas, la salud humana y de animales, y hasta pueden generar consecuencias en la economía. Algunos de los riesgos identificados son los siguientes:

- Los nutrientes que llegan al océano con las tormentas de polvo se han relacionado con la floración de algas tóxicas como el sargazo y la *Karenia brevis*, una de las causantes de la llamada marea roja, encontradas en el golfo de México y en las costas del sur de la Florida. Al llegar a las playas, impactan negativamente al turismo, la fauna marina, la pesca y, en algunos casos, la salud humana.
- Alteraciones en la temperatura y en los ciclos de lluvia, lo que genera riesgos para la vida de los ecosistemas.
- Puede transportar patógenos y/o sustancias químicas como pesticidas que afectan a los arrecifes, así como algunas especies de flora y fauna terrestre.
- Salinización de suelos y aguas subterráneas por transporte de partículas de sal marina. Estas también pueden afectar la termodinámica atmosférica.
- Puede alterar el proceso de fotosíntesis y causar daños en las plantas y árboles.



- Deterioro de la calidad del aire, lo que ocasiona enfermedades cerebrales, respiratorias, cardiovasculares, o cutáneas.
- Afectaciones a personas que ya padecen enfermedades respiratorias crónicas.
- Transporte de bacterias, hongos, virus, esporas, hierro, mercurio y pesticidas. Por esta vía podrían llegar, por ejemplo, enfermedades como la meningitis y la fiebre del valle (Estados Unidos y México) debido al transporte de esporas del hongo *Coccidioides*.
- Gastroenteritis aguda por consumo de agua contaminada.

- Afecta el sector transporte por reducción de la visibilidad para la navegación marina y aérea.
- Al alterar la vida marina, se disminuye la productividad del sector pesquero.
- El turismo tiene perjuicios debido a las alteraciones climáticas y los riesgos para la salud.
- Se perturban actividades humanas como la educación, la industria, la logística y el transporte; por ejemplo, con la interrupción de operación de las cadenas de abastecimiento.
- La agricultura y la ganadería podrían verse impactadas por los microorganismos presentes en el polvo. Se han identificado bacterias patógenas en algunos granos y cereales, frutas, caña de azúcar, plátano y especies de árboles.



BENEFICIOS DEL POLVO SAHARIANO

Entre los impactos positivos que traen las nubes de polvo del Sahara, se encuentran los siguientes:



Aporte de minerales útiles para diferentes ciclos bioquímicos. Un ejemplo de esto es que puede favorecer el fitoplancton, el cual por medio de la fotosíntesis captura CO₂, **contribuyendo a la mitigación del cambio climático.**



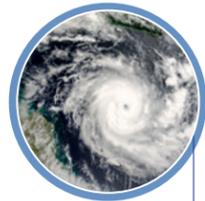
Transporte de nutrientes, que mejoran las propiedades de los suelos en los que se depositan, en especial si estos han sido degradados o erosionados.



Como fuente de nitrógeno, fósforo y hierro, el polvo del Sahara puede **desempeñar un papel importante en la productividad de los suelos y el océano.** Entre estos elementos, el hierro es particularmente importante ya que su presencia en el océano es limitada y es un elemento vital para la vida marina. Este es esencial para el crecimiento del fitoplancton, base de la cadena alimenticia del océano.



El transporte de sustancias y partículas del océano Atlántico **puede contribuir a la conformación de las playas del Caribe y a la fertilización del suelo en la Amazonia.**



Reducción en la formación de huracanes, ya sea cuando la nube de polvo impide que la radiación solar caliente la superficie del océano o cuando la masa seca de la nube de polvo se encuentra con la masa húmeda del huracán, haciéndole perder energía.



Incremento en lluvias: beneficioso para los cultivos.

IDENTIFICACIÓN DE LAS TORMENTAS EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Actualmente, el transporte de polvo del Sahara es un fenómeno bastante conocido. Sin embargo, de acuerdo con el doctor Ladino Moreno, solo desde finales de la década de los cincuenta se tiene información de que estas tormentas alcanzan a impactar a Latinoamérica y el Caribe. Esto no quiere decir que no ocurriera antes; es posible que simplemente no se reportara, algo que empezó a suceder en los años sesenta.

Siendo las islas del Caribe las primeras en Latinoamérica en recibir las nubes de polvo del Sahara, Barbados se ha posicionado como el país pionero en realizar los registros de estos eventos y han desarrollado estudios detallados del fenómeno. Las primeras mediciones, realizadas en 1965, fueron cualitativas y se tomaron por medio de procesos de observación. Luego, gracias a los avances tecnológicos, se

empezaron a llevar a cabo registros *in situ* mediante métodos de gravimetría, con los que se puede identificar el tamaño de las partículas que viajan desde el Sahara.



Asimismo, gracias a instrumentos de monitoreo como MODIS instalados en satélites, ya se cuenta con información disponible en tiempo real sobre los movimientos de las masas de aire y el tiempo que tardan en movilizarse. Sin embargo, falta implementar alertas tempranas para que las comunidades tomen las medidas de mitigación y adaptación correspondientes. Esto depende de la planeación de los gobiernos locales y del apoyo de las empresas privadas para generar estrategias para afrontar este fenómeno.

En el Caribe existe una red de trabajo, patrocinada por la Organización de Naciones Unidas, dedicada a entender este fenómeno y realizar mediciones simultáneamente para identificar cómo llegan las nubes de polvo a las islas Guadalupe, Barbados, Miami, México, Belice, entre otros. Esta red de trabajo está enfocada en unir esfuerzos de manera articulada para afrontar los impactos que generan las nubes de polvo, además de compartir el conocimiento del fenómeno.

Para conocer las funciones que ofrece el sensor satelital MODIS, [CONSULTA AQUÍ.](#)

PARTÍCULAS A LA MEDIDA AL AÑO

182 Millones de toneladas de polvo transportadas cada año, que representan el 25 % de las emisiones totales del desierto del Sahara.

112 Millones de toneladas permanecen en el aire.

43 Millones de toneladas viajan hasta sedimentarse en el mar Caribe.

27 Toneladas se depositan en la cuenca del Amazonas.

ALGUNAS RECOMENDACIONES PARA AFRONTAR ESTE FENÓMENO

Según el doctor Ladino Moreno, en Suramérica falta aún mucho conocimiento entorno a este transporte de material desde el Sahara. En esa medida, es importante entender y respetar el fenómeno con miras a generar estrategias de prevención y cuidado. Para ello, es clave que los tomadores de decisiones tengan acceso a datos como por ejemplo las mediciones de material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀, partículas iguales o menores a 2,5 y 10 micras), uno de los principales contaminantes que determinan la calidad del aire. Su peligrosidad se establece de acuerdo al tamaño de las partículas: cuanto menor sea su diámetro, más nocivas resultan para la salud humana. De tal forma, las partículas iguales o menores a 10 micras (PM₁₀) contribuyen a enfermedades respiratorias como el asma, la neumonía, la rinitis alérgica, entre otras, y las menores o iguales a 2,5 micras (PM_{2,5}), pueden pasar de los pulmones al torrente sanguíneo, afectando órganos internos y causando trastornos cardiovasculares.

La medición de material particulado brinda un panorama de pronósticos y realidades de la cantidad de partículas que se generan en diferentes sitios, de manera que sea posible identificar fuentes y correlacionar fenómenos que puedan afectar la calidad del aire. Para esto también es importante la colaboración internacional, porque así se podrá formar una mirada regional de los efectos de este fenómeno.

Asimismo, es importante implementar un sistema de monitoreo de alerta temprana que identifique la posible trayectoria de estas nubes de polvo y la fecha de ocurrencia. Esto facilitaría tomar acciones preventivas en distintos sectores económicos.

Si quieres contribuir a mejorar la calidad del aire que respiras, estas iniciativas podrían ser de interés:

- **Siembra de árboles.**
- **Reverdecimiento de espacios. Realizar huertas comunitarias y caseras.**
- **Pacas digestoras, compostaje y lombricultivos.**
- **Implementa proyectos de soluciones basadas en la naturaleza.**



Para mayor información sobre esta última iniciativa, consulta el artículo 03 de la presente edición de la revista *Geociencias*.

En el hogar y actividades cotidianas:

- ✓ Tomar más agua de lo habitual para estar bien hidratado.
- ✓ Realizar seguimiento al desarrollo de la navegación aérea del país y tomar las medidas necesarias en caso de planear un viaje.
- ✓ Evitar exponerse a zonas de alta contaminación como vías sin pavimentar y de alto flujo vehicular, obras en construcción, áreas industriales, con escombros o canteras.

En el sector productivo:

- ✓ Medir la calidad de agua antes de utilizarla en sistemas de riego o elaboración de productos.
- ✓ Cubrir los productos terminados que no han sido embalados y que están en una zona abierta para evitar su posible deterioro.
- ✓ Proteger maquinaria o equipos, en especial si se encuentran al aire libre.
- ✓ Limpiar con mayor frecuencia techos y canoas para evitar la deposición de las partículas.

En el sector salud:

- ✓ Realizar un monitoreo continuo sobre la disponibilidad de salas de enfermedad respiratoria aguda. Además, hacer seguimiento a la capacidad instalada de los servicios de salud.
- ✓ Fortalecer estrategias destinadas a la atención de la población con procesos de infección respiratoria aguda.
- ✓ Garantizar insumos como inhala-cámaras, inhaladores y suministro de oxígeno a los pacientes que lo requieran.

FUENTES

Elizabeth Cardona Rendón. Gerente de Geociencias Suramericana S. A. Ingeniera civil y especialista en Ingeniería Sismorresistente de la Universidad EAFIT con estudios en sostenibilidad de riesgos y oportunidades en el MIT.

Luis Antonio Ladino Moreno. Químico de la Universidad del Valle, M. Sc. en Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y doctor en Ciencias Ambientales del Swiss Federal Institute of Technology. Actualmente trabaja para el Departamento de Ciencias Atmosféricas en el grupo de Interacción Micro y Mesoescala, del Instituto de Ciencias de la Atmosfera y Cambio Climático de la UNAM.



HAZ CLICK AQUÍ

Para conocer las referencias de este artículo.



Ricardo Gómez Campuzano

Atardecer en la sabana,
Óleo / Tela
1970