

DIRECTRICES TÉCNICAS

Eficiencia de los recursos y cambio climático:
estrategias de eficiencia de los materiales para
un futuro con bajas emisiones de carbono
en el sector de la construcción en México



© 2024 United Nations Environment Programme

La presente publicación puede reproducirse en su totalidad o en parte por cualquier medio con fines educativos o sin ánimo de lucro, sin necesidad de contar con una autorización especial del titular de los derechos de autor, siempre que se cite expresamente la fuente. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente agradecería que se le envíe copia de toda publicación que utilice como fuente este documento.

La presente publicación no se puede revender ni podrá ser utilizada con ningún otro fin comercial sin la autorización previa por escrito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Las solicitudes para obtener tal autorización deberán enviarse al Director de la División de Comunicaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente a la dirección de correo electrónico unep-communication-director@un.org, junto con una declaración sobre el propósito y el alcance de la reproducción.

Descargo de responsabilidad

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que se presentan los datos no implican juicio alguno de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de una empresa o un producto comercial en este documento no implica que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente o los autores lo aprueben. No está permitido utilizar la información de este documento con fines publicitarios. Los nombres y símbolos registrados se utilizan con fines editoriales, sin intención de infringir el derecho de marcas o el derecho de autor.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente las del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Lamentamos cualquier error u omisión en los que se haya podido incurrir involuntariamente.

© Mapas, fotografías e ilustraciones indicados

Foto de la portada: Mexico City © Erich Sacco / AdobeStock

Cita propuesta: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2023).

Directrices técnicas – Eficiencia de los recursos y cambio climático: estrategias de eficiencia de los materiales para un futuro con bajas emisiones de carbono en el sector de la construcción de viviendas en México

Producción: kipconcept gmbh, Bonn, www.kippconcept.de

<https://www.resourcepanel.org/reports/technical-guidelines-resource-efficiency-and-climate-change-construction-sector>

Esta medida (Guía Técnica) está financiada por la Iniciativa Internacional del Clima (IKI) y cuenta con el apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). La IKI es una parte importante de los compromisos internacionales de financiamiento climático del Gobierno alemán y es ejecutada por el Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) en estrecha colaboración con el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor (BMUV) y el Ministerio Federal de Asuntos Exteriores (AA).

AGRADECIMIENTOS

Autores principales: Harshavardhan Jatkari, Fabio Carrer, Sara Amini, Carlos Alejandro Carrazco, Edgar Hertwich, Ian Hamilton.

Coordinación en el país: Bianca Sigrid Corona Martin, Liliana Campos Arriaga, Javier Enrique Penueles Hallal, Hector Manuel Montano Alba, Maria Lau from Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit México (GIZ México).

Entre los colegas que formularon valiosas observaciones sobre los borradores iniciales figuran los siguientes: Martha S. Niño Sulkowska (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), María Guadalupe Rojas Torres (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), Alfonso de la Torre Vega (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México), Lic. Caroline Verut (ITACA Proyectos Sustentables, México), Miguel Ángel Ramos Morga (SEDEMA Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México), Estefanía Arriaga (SEDEMA Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México), Arturo Cervera (INFONAVIT), Merlyn Van Voore (Secretaría del IRP, PNUMA) Jonathan Duwyn (PNUMA, la Alianza Mundial para los Edificios y la Construcción), Enrique Lendo Fuentes (PNUMA), Barrientos Dolores (PNUMA).

Reconocemos la valiosa aportación de los participantes en el primer taller (en línea) y el segundo taller (presencial) celebrado en Ciudad de México (México), a saber: Raúl Pacheco, Enrique Lozada, Xóchitl García García, Laura Chapa, Elena Tames, Juan Pablo, Chargoy Amador, Tamara Luengo, Caroline Verut, Alfonso de la Torre, Fairuz Loutfi Olivares, Karla Cedano, Evangelina Hirata Nagasako, Mario Bernal, Enrique Lozada, Marco Villalobos, Estefanía Arriaga, Miriam Flores, Marcela Lozano Luna, Ana Lepure, Naschielli Ayala, Alfredo Martin del Campo, Enrique Ortrgo Corrochano, Guillermo Casar Marcos, María Guadalupe Rojas Torres, Guillermo Fuentes, Emma Huizar Félix, Jorge Calderas, Lourdes Salinas, Caroline Verut, Manuel Arturo Alonso Zendejas, así como de otros colegas y colaboradores con los que los autores examinaron los informes. Deseamos expresar un agradecimiento especial a los ponentes del segundo taller (presencial): Luis Vega y Claudia Acuña y a Martha Sofía Niño Sulkowska por el mensaje inaugural por parte del SEMARNAT

Este trabajo pudo realizarse gracias al apoyo de un acuerdo de subvención entre la Agencia Alemana de Cooperación Internacional y el Panel Internacional de Recursos, financiado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección del Consumidor (BMUV) en el marco de su Iniciativa Internacional para el Clima.

Las presentes directrices técnicas se redactaron bajo la supervisión del Panel Internacional de Recursos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Deseamos hacer extensivo nuestro agradecimiento a los copresidentes del Panel, y a sus miembros y su Comité Directivo.

Los autores agradecen a la Secretaría del Panel Internacional de Recursos, acogida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y a Vira Khoroshavina en particular, la coordinación y el apoyo técnico prestados para la elaboración de estas directrices técnicas..

Implemented by



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Supported by:



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation,
Nuclear Safety and Consumer Protection



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

based on a decision of
the German Bundestag

GLOSARIO

Término	Sigla, unidad	Definición
Baja demanda energética (hipótesis)		Hipótesis en la que se limita el aumento de la temperatura media mundial a 1,5 °C gracias a la aplicación de medidas radicales de reducción de la demanda energética y el uso de energías renovables, sin recurrir a la captura y el almacenamiento de CO ₂ .
Cartografía participativa de sistemas		Metodología de modelización participativa en la que un grupo de interesados colabora para elaborar un mapa causal sencillo de una cuestión en el marco de un taller.
Consumo y producción sostenibles	CPS	Marco que engloba todas y cada una de las cuestiones que pretenden mejorar la forma en que se obtienen, fabrican y comercializan los productos y materiales, así como la forma en que se compran, utilizan y desechan al final de su vida útil.
Contribuciones determinadas a nivel nacional	CDN	Esfuerzos que realiza cada país para reducir las emisiones nacionales y adaptarse a los efectos del cambio climático.
Diseño con una menor utilización de materiales		Estrategia de eficiencia de los materiales relativa a la reducción del tamaño o la masa sólida de los productos, que reduce la cantidad de materiales del producto y potencialmente también la energía necesaria para su explotación (por ejemplo, utilizando menos acero en la estructura portante de los edificios).
Economía circular		Economía en la que se conserva el valor de los productos, materiales y recursos durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduce al mínimo la generación de residuos.
Edificio de energía cero	EEC	Edificios con una demanda energética muy baja. Cuando están equipados con generadores fotovoltaicos, estos edificios producen tanta energía como la que consumen.
Eficiencia de los materiales		Aplicación de estrategias técnicas, modelos de negocio, preferencias de los consumidores e instrumentos políticos que permiten reducir considerablemente la producción de materiales de gran volumen y alto consumo energético necesarios para el bienestar humano. Se expresa como la relación entre la cantidad de producto o servicio obtenido por unidad de uso de material.
Eficiencia de los recursos		Uso eficiente de los recursos, incluidos los materiales, el agua, la energía, la biodiversidad, el suelo y, en el contexto del cambio climático, los recursos financieros.

Término	Sigla, unidad	Definición
Emisiones del ciclo de vida		Emisiones producidas a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, incluidas la producción de materiales, la construcción, la explotación y la eliminación. Incluye el crédito por la sustitución de materias primas al reciclar un producto al final de su vida útil, y por el almacenamiento de carbono en la madera. También se denominan emisiones “de todo el sistema”. En este caso, se refieren a las emisiones del conjunto del sistema asociadas a la producción, la explotación y la eliminación de todas las existencias de productos modelados.
Emisiones de gases de efecto invernadero	GEI, kg o Gt CO₂e	Emisiones de gases causantes del efecto invernadero. Se expresan en unidades de potencia equivalentes a las de un kilogramo, tonelada o gigatonelada de dióxido de carbono.
Estrategia de eficiencia de los materiales		Enfoque único para mejorar la eficiencia de los materiales. En este informe se modeliza una serie de estrategias y se analiza su aplicación por medio de las políticas.
Grupo de los 20	G20	El Grupo de los 20 es el principal foro de cooperación económica internacional. Está integrado por 19 países (Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos de América, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Reino Unido, República de Corea, Rusia, Sudáfrica y Türkiye) y la Unión Europea.
Ingreso nacional bruto	INB	Valor del PIB más los ingresos recibidos del extranjero en un periodo de tiempo determinado.
Intensidad de materiales	kg/m²	Cantidad de contenido de material por unidad o producto.
Intensidad energética	MJ/m²a o MJ/km	Demanda energética por unidad (y año).
Mapa sectorial dinámico		Representación de la dinámica de un sector formada por diversas partes interesadas y las relaciones e interdependencias entre ellas.
Mejora del índice de recuperación al final de la vida útil		Estrategia de eficiencia de los materiales que busca mejorar la recuperación y el reciclaje de materiales procedentes de productos que ya no se utilizan y se desechan, con el fin de aumentar la cantidad de materiales secundarios disponibles.
Mejora del rendimiento de la fabricación		Estrategia de eficiencia de los materiales que reduce la cantidad de material desechado en el proceso de fabricación, lo que permite disminuir la demanda de materias primas.
Modelado de información para la construcción	BIM (por sus siglas en inglés)	Modelado de un proyecto de construcción en un entorno tridimensional mediante una colaboración con arquitectos, ingenieros, contratistas y proveedores.

Término	Sigla, unidad	Definición
Modelo abierto dinámico de sistemas de materiales		Modelo abierto para el análisis del flujo de materiales elaborado por Pauliuk y Heeren (2019).
Modelo abierto dinámico de sistemas de materiales para el proyecto de eficiencia de los recursos y mitigación del cambio climático	ODYM-RECC (por sus siglas en inglés)	Representación modular de las existencias de productos en los principales sectores de uso final y los ciclos de materiales conexos de los materiales a granel relacionados con el clima.
Panel Internacional de Recursos	IRP (por sus siglas en inglés)	Panel creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 2007 con el fin de profundizar y difundir los conocimientos necesarios para mejorar el uso que hacemos de los recursos en todo el mundo.
Producto interno bruto	PIB	Valor monetario de los bienes y servicios finales producidos en un país en un periodo de tiempo determinado.
Prolongación de la vida útil		Estrategia de eficiencia de los materiales para aumentar la vida útil de los productos gracias a un mejor diseño, una mayor reparación y la promoción de mercados secundarios.
Reducir, reutilizar y reciclar	3 erres	Indica un orden de prioridad para las estrategias de reducción y gestión de residuos.
Residuos de la construcción y la demolición		Residuos generados durante la construcción, renovación o demolición de un edificio o infraestructura.
Reutilización		Estrategia de eficiencia de los materiales que consiste en recuperar, refabricar y reutilizar componentes o productos, y que sustituye a la producción de piezas de repuesto o productos primarios.
Superficie per cápita	m²/cap	Superficie de uso residencial media disponible por persona.
Sustitución de materiales		Estrategia de eficiencia de los materiales en la que los materiales de los productos se sustituyen por otros (por ejemplo, sustitución del cemento y el acero por madera en los edificios).
Tasa compuesta de crecimiento anual	TCCA	Tasa de rentabilidad constante a lo largo de un periodo de tiempo.
Trayectoria socioeconómica compartida		Narrativas e hipótesis socioeconómicas utilizadas por los encargados de elaborar modelos para formular hipótesis globales sobre la energía y las emisiones de GEI.
Vivienda multifamiliar		Tipo de vivienda en el que múltiples viviendas están contenidas en uno o varios edificios dentro de un complejo (por ejemplo, apartamentos).
Vivienda unifamiliar		Vivienda con una estructura independiente y parcela propia destinada a una familia.

Índice

Agradecimientos	i
Glosario	ii
Índice	v
Lista de cuadros	vii
Lista de figuras	vii
Prólogo	8
1 Introducción	10
2 Objetivos	12
2.1 Objetivos globales	13
2.2 Objetivos específicos	14
3 Antecedentes	16
3.1 Perfil del país	17
3.1.1 Prácticas de construcción en el sector residencial en México	18
3.1.2 Iniciativas paralelas	19
3.1.3 Oportunidades para un futuro con bajas emisiones de carbono en los materiales para la vivienda en México	21
4 Métodos de investigación	22
5 Análisis del modelo	26
5.1 Modelización del sector residencial	27
5.2 Contabilidad de flujos de materiales y gases de efecto invernadero	27
5.2.1 Demanda de edificios	27
5.2.2 Parque de edificios existentes y arquetipos	27
5.2.3 De la recuperación de residuos a la producción primaria y las emisiones	28
5.3 Estrategias de eficiencia de los materiales en los edificios	29
5.3.1 Reducción de los residuos y reciclaje	29
5.3.2 Sustitución de materiales	29
5.3.3 Diseño con una menor utilización de materiales	29
5.3.4 Comportamiento de los usuarios	30
5.4 Conclusiones del análisis del modelo	31
5.4.1 Aplicación de todas las estrategias de eficiencia de los materiales	31
5.4.2 Descarbonización de los sistemas de producción	31
5.4.3 Debate sobre la modelización	32

6	Dinámica sectorial	34
6.1	Gobernanza y planificación	37
6.2	Regulación financiera	39
6.3	Cadena de suministro de materiales	40
6.4	Sectores de la construcción y el diseño	40
6.5	Sociedad civil y mundo académico	41
6.6	Viviendas autoproducidas	41
7	Marco de acción prioritaria	42
	OBJETIVO 1: Utilización de materiales con bajas emisiones de carbono	43
	OBJETIVO 2: Diseño con una menor utilización de materiales	44
	OBJETIVO 3: Descarbonización y sustitución de materiales	44
	OBJETIVO 4: Descarbonización de los procesos de fabricación	45
	OBJETIVO 5: Reducción de los residuos y aumento de la reutilización y el reciclaje	45
8	Medidas para acelerar la descarbonización de los materiales	52
9	Recomendaciones de la hoja de ruta	56
10	Otros aspectos	58
	Anexos	60
	Anexo I: Marco de acción detallado	61
	Anexo II: Mapa sectorial dinámico	64
	Bibliografía	66

Lista de cuadros

Cuadro 1:	Programas e iniciativas generales relacionados con edificios sostenibles en México	17
Cuadro 2:	Programas nacionales de vivienda social con criterios sostenibles en México	18
Cuadro 3:	Herramientas, aplicaciones y fuentes de información para la vivienda sostenible en México	19
Cuadro 4:	Combinación de políticas vigentes que rigen el uso de materiales y energía en México	20
Cuadro 5:	Número de participantes en los talleres	24
Cuadro 6:	Características de los arquetipos	28
Cuadro 7:	Huella material de los arquetipos de edificios. Los valores se expresan en kg/m ²	30
Cuadro 8:	Resumen de las estrategias de eficiencia de los materiales	33
Cuadro 9:	Agentes que participan en el sector de la construcción de edificios residenciales en México	37
Cuadro 10:	Marco de acción prioritaria para el Objetivo 1	46
Cuadro 11:	Marco de acción prioritaria para el Objetivo 2	47
Cuadro 12:	Marco de acción prioritaria para el Objetivo 3	48
Cuadro 13:	Marco de acción prioritaria para el Objetivo 4	50
Cuadro 14:	Marco de acción prioritaria para el Objetivo 5	51
Cuadro 15:	Hoja de ruta para acelerar el proceso de descarbonización	54

Lista de figuras

Figura 1:	Proceso de investigación que guía el proyecto	23
Figura 2:	Partes interesadas clave cuya participación es fundamental para la descarbonización de los edificios en las distintas fases de su vida útil. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2023, p. 13)	35



© JuanCarlos / Adobe Stock

PRÓLOGO

En un contexto de cambio climático, la eficiencia de la gestión de los recursos es una cuestión fundamental para la articulación de las agendas climáticas, la producción y el consumo sostenibles, la regulación ambiental en materia industrial y las iniciativas para mejorar el rendimiento de las ciudades y promover edificios sostenibles sobre la base de una economía circular.

El documento “Directrices técnicas - Eficiencia de los recursos y cambio climático: estrategias de eficiencia de los materiales para un futuro con bajas emisiones de carbono en el sector de la construcción residencial en México” propone una serie de orientaciones para avanzar de manera más decidida y sinérgica hacia la consolidación de una política ambiental integral que aborde los retos globales y locales del desarrollo, e incida en diversos objetivos de desarrollo sostenible adoptados por México; en este sentido, el papel del sector de la construcción y la edificación, así como de la industria cementera y siderúrgica, es fundamental para contribuir a desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental, incrementar la eficiencia de los recursos y promover estilos de vida sostenibles.

Cabe señalar que estas directrices técnicas nacionales se enmarcan en el programa especial de cambio climático, que establece como línea estratégica de acción, “promover el uso eficiente de los recursos en los sectores residencial y comercial, y contribuir al desarrollo de asentamientos humanos incluyentes y resilientes al clima”. Para reforzar estos compromisos, la actualización de la contribución determinada a nivel nacional en 2022 por México fija nuevos objetivos más ambiciosos para mitigar los gases de efecto invernadero mediante medidas que inciden en el conjunto de la economía nacional, incluido el sector doméstico.

Los instrumentos de promoción y regulación ambiental destinados a proteger los recursos naturales y conservar los ecosistemas suponen un reto que requiere duplicar esfuerzos, concentrar medidas y consolidar la concertación social, la coordinación interinstitucional y la cooperación internacional necesarias para transformar la compleja realidad ambiental a escala local y global.

Para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), las directrices técnicas nacionales representan el fruto de una valiosa labor de colaboración en la que han participado los diferentes agentes interesados en la cadena de valor y se han analizado los hallazgos, oportunidades y barreras para lograr la eficiencia de los materiales en el sector de la vivienda en nuestro país.

A través de los acuerdos alcanzados sobre el modelado, la cartografía de agentes, las propuestas de medidas para acelerar la descarbonización de los materiales y las recomendaciones para la hoja de ruta, las directrices técnicas facilitan información actualizada que permitirá unir esfuerzos en torno a objetivos comunes. Tal es el caso de las agendas sectoriales basadas en los convenios que la SEMARNAT ha venido desarrollando con organizaciones clave como la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) y la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO).

Por último, se reconoce el papel de la colaboración y la financiación climática como herramientas que permiten acelerar el cumplimiento de los compromisos y se pone de manifiesto la importancia de los enfoques cooperativos establecidos por el programa de cooperación internacional sobre eficiencia de los recursos e iniciativa de acción climática en el artículo 6 del Acuerdo de París para impulsar la consecución de objetivos.

“Si afrontamos la complejidad de forma compartida, podremos articular mecanismos más eficaces para abordar los desafíos climáticos”

Alonso Jiménez Reyes

Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales



© Federico Rostagno / iStock

INTRODUCCIÓN

En su informe mundial “Eficiencia de los recursos y cambio climático: estrategias de eficiencia de los materiales para un futuro con bajas emisiones de carbono”, el Panel Internacional de Recursos realizó una evaluación rigurosa de la contribución de la eficiencia de los materiales a las estrategias de reducción de los gases de efecto invernadero (GEI). Y lo que es más importante, el informe del Panel evaluaba el potencial de reducción de las emisiones de GEI resultante de las estrategias de eficiencia de los materiales aplicadas en edificios residenciales y vehículos ligeros, y examinaba las políticas que abordaban estas estrategias. El informe utilizaba el modelo “abierto de sistemas materiales dinámicos para la eficiencia de los recursos y el cambio climático” a fin de mostrar el potencial de reducción de emisiones de GEI que tienen las estrategias de eficiencia de materiales en los países del G7, así como en China y la India.

El Panel Internacional de Recursos ha recibido recientemente el encargo de que sus países miembros difundan de forma más estratégica sus productos del conocimiento global también a escala regional y nacional a través de su programa de trabajo. Para hacer efectivo este mandato y continuar con su labor de refuerzo del conocimiento sobre la eficiencia de los recursos, el Panel Internacional de Recursos adaptará los resultados y mensajes fundamentales del informe global en Argentina, México e Indonesia en función de los contextos nacionales. En virtud del programa, el Panel apoyará nuevas oportunidades basadas en la ciencia que puedan contribuir a un futuro eficiente en el uso de los recursos y con bajas emisiones de carbono en los países mencionados.

El comunicado del G20 en materia de medio ambiente reconoce que la eficiencia de los recursos y la economía circular son herramientas importantes para lograr el desarrollo sostenible y pueden contribuir al consumo y la producción sostenibles, luchar contra el cambio climático, así como reducir la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo y la contaminación (G20 2021). El comunicado del G20 en materia de medio ambiente y la hoja de ruta del G20 acerca del diálogo sobre la eficiencia de los recursos (2021) fomentan la prestación de apoyo económico, tecnológico y de desarrollo de capacidades a las economías emergentes y a los países en desarrollo, aprovechando al máximo los marcos de gobernanza existentes y esforzándose por identificar soluciones nuevas e innovadoras.



OBJETIVOS

2.1 Objetivos globales

El objetivo principal del Panel Internacional de Recursos es contribuir a una mejor comprensión del desarrollo sostenible desde la perspectiva de los recursos naturales, facilitar opciones políticas sobre una base científica e impulsar al mismo tiempo el bienestar humano. Aunque el Panel aporta conocimientos a escala mundial, desempeña un papel fundamental a escala nacional. Como se indica en el concepto de teoría del cambio de su programa de trabajo (2022-2025), el Panel plantea un enfoque sistémico para influir en las políticas, en particular mediante la transferencia de conocimientos a escala regional y nacional (Panel Internacional de Recursos 2022).

El objetivo de este proyecto es adaptar las conclusiones y recomendaciones del informe mundial sobre eficiencia de los recursos y cambio climático al contexto de Argentina, México e Indonesia, analizar las particularidades de las prioridades y circunstancias nacionales y destacar las estrategias de eficiencia de los materiales con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI. El proyecto aprovechará la cooperación científica internacional y el compromiso político que permitieron elaborar el informe “matriz”, e impulsará su pertinencia estratégica y su aceptación en los contextos nacionales mediante: la aplicación del marco conceptual básico propuesto en el informe sobre eficiencia de los recursos y cambio climático, la consulta de las partes interesadas a través de los principales agentes locales (agentes nacionales, representantes del sector privado, instituciones académicas, sociedad civil, organizaciones juveniles, etc.) en Argentina, México e Indonesia, y la cooperación con expertos locales en la elaboración de tres documentos normativos nacionales que se presentarán como directrices técnicas del Panel Internacional de Recursos. Los conocimientos adquiridos gracias al proyecto respaldarán el programa de trabajo 2022-2025 del Panel Internacional de Recursos, en concreto el área prioritaria de alto impacto 2 relativa a la gestión sostenible de los recursos para una acción eficaz sobre el cambio climático, la biodiversidad y la contaminación.

2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este proyecto consistían en realizar consultas nacionales con las partes interesadas mediante reuniones en línea y presenciales con el fin de presentar las principales conclusiones y recomendaciones del informe del Panel Internacional de Recursos sobre eficiencia de los recursos y cambio climático, e identificar las prioridades nacionales sobre estrategias de eficiencia de los materiales con potencial de reducción de emisiones de GEI. Estas consultas reunieron a expertos del Panel y miembros del comité directivo del Panel, así como a la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), las oficinas regionales del PNUMA y las principales partes interesadas nacionales. Las consultas con las partes interesadas permitieron recopilar más estudios de casos de Argentina, México e Indonesia a fin de identificar las prioridades nacionales y sensibilizar a los agentes locales -incluidos los representantes de los gobiernos nacionales- sobre la contribución de la eficiencia de los materiales a las estrategias de reducción de GEI.

Tras los talleres, los expertos regionales examinaron y ampliaron la recopilación de información conjunta, la cartografía, los estudios de casos y las carencias de datos. El procedimiento incluía la definición de los mapas y el establecimiento de tres marcos de acción prioritaria nacionales, en los que se presentaba un resumen de los principales desafíos y oportunidades, así como las estrategias propuestas en términos de políticas, procesos y prácticas. Se celebraron consultas (virtuales) de seguimiento para revisar las estrategias propuestas para los países asociados en los marcos de acción prioritaria, con el fin de garantizar que la cartografía de sistemas, las medidas propuestas y la comprensión de las políticas, los procesos y las prácticas estuvieran bien fundadas.

Los documentos de políticas nacionales también contribuirán a la cooperación y el compromiso para el informe sobre eficiencia de los recursos y cambio climático. Las directrices técnicas nacionales contextualizadas pretenden impulsar la pertinencia política y la aceptación del informe del Panel sobre eficiencia de los recursos y cambio climático entre las partes interesadas nacionales (incluidos los sectores público y privado, la sociedad civil y los centros de investigación). Los documentos de políticas nacionales aplican los principales marcos conceptuales del informe sobre eficiencia de los recursos y cambio climático a las prioridades y circunstancias nacionales de Argentina, México e Indonesia, destacan las estrategias nacionales de eficiencia de los materiales con mayor potencial de reducción de emisiones de GEI y proponen recomendaciones de políticas basadas en conocimientos científicos. Los datos y estudios de casos recogidos durante la consulta a las partes interesadas nacionales han servido especialmente de base a estos documentos de políticas.



© Aberu.Go / shutterstock

ANTECEDENTES

3.1 Perfil del país

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México tenía 126 millones de habitantes en 2020, y el Consejo Nacional de Población de México (CONAPO) prevé que la población mexicana será de 148,2 millones de habitantes en 2050. En consecuencia, habrá 22,2 millones de personas más que requerirán una gran cantidad de recursos para su desarrollo y bienestar.

México se encuentra entre las 15 mayores economías del mundo y es la segunda de América Latina, con 3,6 toneladas métricas de CO₂ per cápita, mientras que la media mundial es de 4,6 (Banco Mundial 2023). Los planes nacionales actuales en términos de desarrollo contemplan una transición hacia modelos productivos con un enfoque social que impulse los compromisos ambientales estipulados a nivel internacional, y considera una serie de agendas transversales y sectoriales para abordar los diferentes retos y objetivos propuestos, algunos de los cuales están representados en las recientes contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) 2022) presentadas a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Desde la perspectiva federal, existen algunos instrumentos que consideran el uso más eficiente de los recursos, como la **Visión nacional hacia una gestión sustentable: cero residuos**, de acuerdo con la **Agenda 2030 para México** y la iniciativa de la **Ley de Economía Circular**. En el sector financiero, la reciente **Taxonomía Sostenible de México** parece sentar las bases para dirigir la financiación a proyectos armonizados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En cuanto al sector de la construcción y particularmente en el ámbito de la vivienda social, México cuenta con mecanismos y programas nacionales que tienen en cuenta determinados aspectos de la sostenibilidad en el diseño, la construcción, el equipamiento, la ejecución y la financiación, tanto en el **Programa Nacional de Vivienda 2019-2024** (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)) como en los programas sectoriales de los Organismos Nacionales de Vivienda (ONAVIS), entre los que se encuentra el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF).

Cuadro 1: Programas e iniciativas generales relacionados con edificios sostenibles en México

Nº	Iniciativa nacional	Institución	Referencia
1	Agenda 2030 para México	SEMARNAT	Enlace
2	CDN 2022	SEMARNAT	Enlace
3	Visión Nacional Cero Residuos	SEMARNAT	Enlace
4	Iniciativa de Ley General de Economía Circular	Senado de la República	Enlace
5	Programa Nacional de Vivienda	SEDATU	Enlace
6	Taxonomía Sostenible de México	SHCP	Enlace
7	Programa Transversal de Edificaciones	SENER-CONUEE	Enlace
8	Autoproducción de Vivienda Adecuada en México	SEDATU	Enlace

3.1.1 Prácticas de construcción en el sector residencial en México

El sector de la construcción de viviendas en México desempeña un papel importante en la economía del país, ya que representa el 5,7 % del PIB (Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México 2022). Según la Encuesta Nacional de Vivienda, hay 35,3 millones de viviendas particulares habitadas, de las cuales el 92,4 % tienen paredes de ladrillo, bloque, piedra o cemento; el 78,4 % tiene un tejado de losa de hormigón o vigas con bóveda; el 97,7 % tiene suelo macizo, de cemento o madera u otro revestimiento; el 89,2 % dispone de una habitación

para cocinar; el 97,6 % dispone de instalaciones sanitarias; el 76,9 % tiene agua corriente dentro de la vivienda. Las cifras de aislamiento acústico (1,2 %), aislamiento térmico (6 %) y viviendas pendientes de construcción (8,2 millones) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México 2021) muestran que existen oportunidades para establecer orientaciones y estrategias que permitan cumplir los objetivos establecidos en el planteamiento presente y futuro de la política de vivienda social, así como en la Agenda 2030.

Cuadro 2: Programas nacionales de vivienda social con criterios sostenibles en México

Nº	Programa nacional	Institución	Referencia
1	Ecocasa	SHF	Enlace
2	Programa de vivienda social	CONAVI	Enlace
3	Línea II - Adquisición de vivienda o terreno	INFONAVIT	Enlace
4	Línea III - Construcción o autoproducción	INFONAVIT	Enlace
5	Línea IV - Reparación, Ampliación o Mejoramiento	INFONAVIT	Enlace
6	Mejoravit	INFONAVIT	Enlace
7	Mejoramiento Integral Sustentable	FIDE - CONAVI	Enlace

En los últimos 30 años se han puesto en marcha diversos programas que incluyen elementos de sostenibilidad en la planificación, el equipamiento y el diseño de viviendas sociales. En este sentido se han concebido valiosas herramientas, proyectos piloto, estudios y fuentes de información para el sector; pero quizá los resultados más importantes hayan sido las enseñanzas extraídas, la actualización de la normativa sobre vivienda, el crecimiento del mercado verde de materiales y tecnologías, así como la concienciación y profesionalización del sector en materia de eficiencia energética y sostenibilidad.

Uno de los programas emblemáticos y actuales es **Ecocasa** (SHF), que desde su concepción utiliza un fondo de financiación con un tipo preferente, destinado a gestionar proyectos de viviendas que cumplan unos estándares superiores al 20 % en eficiencia energética y ambiental, en comparación con las viviendas convencionales. En este programa se utilizan 4 herramientas para evaluar diferentes aspectos de la vivienda, como la energía (DEEVi), el agua (SAAVi), el medio ambiente (HEEVi) y la huella de carbono de los materiales considerando el análisis del ciclo de vida (Huella de carbono ACV). Esta última herramienta es de particular importancia para la transición hacia la descarbonización en los materiales de construcción.

La autoproducción de viviendas es una realidad en México ya que el 57,3 % de las casas son de construcción propia. En el contexto de la construcción propia, México presentó la Estrategia Nacional de Autoproducción, a través de la plataforma Decide y Construye, que contempla la promoción de materiales regionales en las diferentes modalidades de intervención (acondicionamiento, ampliación y vivienda nueva de construc-

ción propia), y donde se ha elaborado la herramienta “Por mi Rumbo” para orientar a los beneficiarios sobre los materiales y ecotecnologías disponibles en su barrio, lo que implica un apoyo a las microempresas y pequeñas y medianas empresas (mipymes) del sector de la construcción y posibles reducciones en la huella de carbono gracias a la accesibilidad inmediata de los materiales.

Cuadro 3: Herramientas, aplicaciones y fuentes de información para la vivienda sostenible en México

Nº	Herramientas y fuentes de información	Tipo	Institución	Referencia
1	Ecocasa - ACV Materiales	Herramienta	SHF	Enlace
2	Decide y Construye	Fuente de información	SEDATU	Enlace
3	Por mi rumbo	App	SEDATU	Enlace
4	Mi PyME Eficiente	Formación y fuente de información	ALENER - GIZ	Enlace
5	Kit de herramientas y Aplicaciones	Aplicaciones y herramientas	CONUEE	Enlace
6	ENCEVI	Fuente de información	INEGI	Enlace
7	SIESCO	Aplicaciones y fuente de información	CONAVI	Enlace

3.1.2 Iniciativas paralelas

El Gobierno de la Ciudad de México (CDMX) aprobó recientemente la [Ley de Economía Circular](#) (Gobierno de la Ciudad de México 2023). La Ciudad de México también cuenta con el Centro Integral de Reciclaje de Residuos de la Construcción (CIREC) con capacidad para procesar 1.200 toneladas/día de residuos mezclados procedentes de la construcción y para fabricar 640 m³/día de hormigón hidráulico con agregados reciclados. Gracias a estas iniciativas, y a la norma ambiental NACDMX-007 que establece la obligación de utilizar material reciclado, la Ciudad de México se convierte en el primer estado de los Estados Unidos Mexicanos en aplicar una ley de economía circular y poner en práctica una visión de cero residuos.

Los sistemas de certificación ambiental de edificios han sido uno de los principales promotores para fortalecer el mercado de la construcción sostenible en México; por ejemplo, el sistema de certificación de edificios [EDGE](#) ha avalado unas 30.000 viviendas. Además, el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE) cuenta con un programa de [Declaraciones Ambientales de Producto](#) dirigido a particulares y organizaciones que deseen comunicar los aspectos ambientales de sus productos y servicios de construcción.

En el ámbito académico, diversos centros han desarrollado líneas de investigación y han elaborado sistemas de certificación y análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción. En este sentido, el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) han diseñado la herramienta de análisis del ciclo de vida (ACV) para examinar la huella de carbono de algunos materiales de construcción para el programa Ecocasa. Por otro lado, la Universidad Iberoamericana está elaborando actualmente una herramienta para la evaluación ambiental de los edificios, que se centra en el análisis del ciclo de vida.

En la actualidad, el uso de materiales y energía en los edificios residenciales se regula mediante códigos, políticas y normas (véase el cuadro 1). Un gran número de estas normas afectan al uso de la energía (n.º 1, 5-7), al confort térmico (n.º 8-9, 11) y a los materiales de construcción (n.º 3, 4). Por lo que se refiere a los materiales de construcción, la norma NMX AA-164-SCFI-2013 recomienda que los materiales de origen forestal se adquieran localmente, que se recicle el 30 % de los materiales para la rehabilitación de edificios, que los edificios nuevos o rehabilitados utilicen un diseño modular para reducir los residuos hasta en un 10 % y que cuenten con un sistema de gestión de residuos.

Cuadro 4: Combinación de políticas vigentes que rigen el uso de materiales y energía en México

Nº	Nombre	Año	Tipo	Principales características
1	Código de conservación de la energía en los edificios (IECC México)	2016	Código	• Normativa, diseño y funcionamiento de la eficiencia energética en los edificios. • Voluntario
2	Código nacional de la vivienda	2017	Código	• Sección de vivienda sostenible. • Viviendas sociales voluntarias.
3	Programa Nacional de Vivienda (política actual)	2019-2022	Políticas	• Criterios sostenibles para la vivienda social. • Materiales sostenibles y tecnologías verdes para viviendas sociales.
4	NOM 008 ENER 2001	2001	Norma	• Eficiencia energética en el cerramiento de edificios no residenciales.
5	NMX C 460 ONNCCE 2009	2009	Norma	• Aislamiento térmico. Valor U del cerramiento de la vivienda por zona térmica en México.
6	NMX-AA-164-SCFI-2013	2013	Norma	• Criterios de edificios sostenibles y requisitos medioambientales.
7	NOM 020 ENER 2011	2011	Norma	• Eficiencia energética en el cerramiento de edificios residenciales.
8	NOM 018 ENER 2011	2011	Norma	• Materiales de aislamiento térmico para edificios.
9	NOM 024 ENER 2012	2012	Norma	• Materiales de aislamiento térmico para edificios. Certificación de las características ópticas y térmicas de vidrios y sistemas de acristalamiento.
10	NOM 009 ENER 2014	2014	Norma	• Eficiencia energética en los sistemas de aislamiento térmico en la industria.
11	NMX-AA-171-SCFI-2014	2014	Norma	• Requisitos y especificaciones de desempeño ambiental en edificios hoteleros.
12	NMX-C-506-ONNCCE-2015	2015	Norma	• Puesta en marcha de edificios

Nº	Nombre	Año	Tipo	Principales características
13	NMX-U-125-SCFI-2016	2016	Norma	• Revestimientos de tejados con alto índice de reflectancia solar. Especificaciones y métodos de ensayo.
14	NMX-C-527-1-ONNCCE-2017	2017	Norma	• Modelado de información para la construcción
15	NMX-C-7730-ONNCCE-2018	2018	Norma	• Ergonomía del entorno térmico • Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME y PEI y los criterios locales de confort térmico.
16	NMX-C-21930-ONNCCE-2019	2019	Norma	• Declaración ambiental de producto (DAP) • Sostenibilidad en edificios y obras de ingeniería civil • Normas básicas de las declaraciones ambientales de producto (DAP) para productos y servicios de construcción.
17	NMX-C-10140-1-ONNCCE-2020	2020	Norma	• Medición del aislamiento acústico de elementos de construcción • Normas de aplicación para productos específicos

3.1.3 Oportunidades para un futuro con bajas emisiones de carbono en los materiales para la vivienda en México

Aunque México cuenta con una gran trayectoria en la formulación de políticas, programas, instrumentos y mecanismos para la sostenibilidad de la vivienda, aún queda mucho por hacer. Existen importantes deficiencias en materia de generación automatizada de datos y acceso a la información específica del sector de la vivienda, así como una carencia de programas de control, información y verificación, una ausencia de formulación de una visión interinstitucional en los

diferentes niveles de gobierno y una escasa armonización con la Agenda 2030. Este contexto debería servir para establecer un marco propicio que fomente y reconozca las buenas prácticas, con incentivos financieros y no financieros, en el que se aplique la normativa correspondiente y en el que puedan establecerse valiosas colaboraciones entre los distintos agentes que componen la cadena de valor del sector de la construcción y la vivienda.



MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

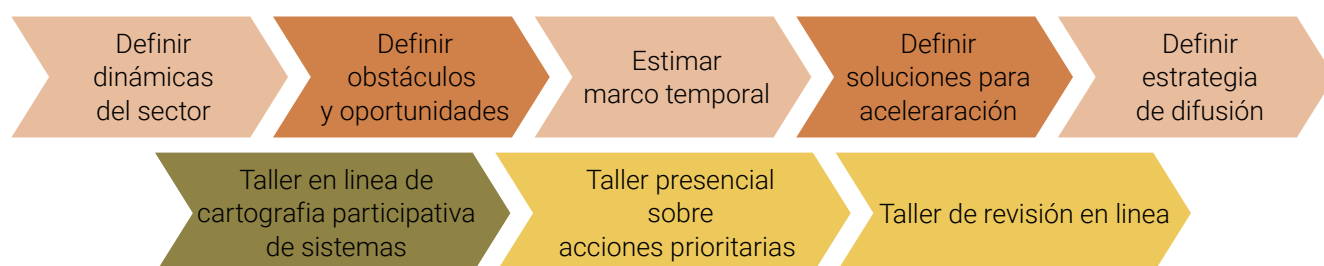
Estas directrices técnicas se basan en un estudio bibliográfico y político, dos talleres de consulta nacionales y una modelización cuantitativa. A partir de la bibliografía y el examen de las políticas, se organizó un taller de consulta en línea para determinar la dinámica del sector de la construcción. Gracias a la herramienta de cartografía participativa de sistemas, los asistentes al taller identificaron a todas las partes implicadas en el sector de la construcción de viviendas y sus relaciones mutuas. Se creó un mapa sectorial dinámico, que se compartió con todos los asistentes para que hicieran aportaciones adicionales y continuas. Basándose en dicho mapa, el equipo del proyecto consultó a las principales partes interesadas con el fin de explorar las oportunidades y obstáculos para lograr la eficiencia de los materiales en el sector de la construcción en México. El mapa sectorial dinámico se adjunta en el **anexo II: Mapa sectorial dinámico**.

A partir de la información obtenida en el primer taller nacional en línea y las posteriores consultas a las partes interesadas, se celebró un segundo taller nacional presencial en México. Dicho taller presencial se desarrolló a lo largo de un día completo con la siguiente programación: intervención del representante del ministerio, presentaciones del equipo de expertos del Panel Internacional de Recursos, un panel de debate con expertos locales y dos mesas redondas con algunas partes interesadas nacionales de México. El objetivo del taller era examinar el mapa sectorial dinámico y debatir las medidas clave que deben priorizarse en México. Se ha elaborado una lista de medidas fundamentales (véase **anexo I: Marco de acción detallado**) basada en el informe sobre eficiencia de los recursos y cambio climático, la hoja de ruta para edificios y construcciones energéticamente eficientes en la Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN), así como el documento Materiales de construcción y el clima: situación y soluciones (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2023).

El formato de las mesas redondas permitió a los participantes abordar los temas esenciales. Cada mesa redonda contaba con 5-7 participantes representantes de distintos sectores para facilitar las deliberaciones intersectoriales. Se pidió a los participantes que debatieran sobre uno de los cinco objetivos propuestos para lograr la eficiencia de los materiales. En la primera mesa redonda, se pidió a los participantes que debatieran las principales oportunidades y obstáculos a la hora de emprender medidas prioritarias para alcanzar los objetivos propuestos. A continuación, los participantes propusieron soluciones con el fin de aprovechar las oportunidades y eliminar las barreras sobre la eficiencia de los materiales en México. Tras la primera ronda de debates, se pidió a los participantes que comentaran dos objetivos adicionales que hubieran abordado otros grupos. Las rondas de comentarios fueron útiles para obtener información de más de un grupo. En la segunda mesa redonda, los participantes debatieron los plazos provisionales necesarios para aplicar las medidas prioritarias clave y las razones de los plazos previstos. Posteriormente, los participantes recomendaron medidas para acelerar la transición a emisiones netas cero en México.

A continuación, el equipo del Panel Internacional de Recursos analizó las conclusiones de ambos talleres nacionales, así como los documentos consultados y las políticas examinadas, con el fin de proponer recomendaciones clave para México. Por último, se organizó un proceso nacional de revisión para conocer la opinión de las partes interesadas nacionales, comprobar la viabilidad de las recomendaciones propuestas y difundir las conclusiones de la investigación. En la figura 1 se muestra el proceso seguido durante la investigación y el cuadro 2 el número de asistentes que participaron en el proceso de investigación.

Figura 1: Proceso de investigación que guía el proyecto



Cuadro 5: Número de participantes en los talleres

Partes interesadas	Número de participantes	
	1º en línea Taller de cartografía de sistemas	2º presencial Taller sobre medidas prioritarias
Gobierno	5	6
Sector privado	5	5
Sociedad civil	0	9
Ámbito académico	1	2
Total	11 [7 mujeres, 5 hombres]	22 [10 mujeres, 12 hombres]



© scott-blake / unsplash

ANÁLISIS DEL MODELO

5.1 Modelización del sector residencial

A pesar de que las emisiones causadas por el funcionamiento de los edificios y las medidas destinadas a mejorar la eficiencia energética reciben cada vez mayor reconocimiento, el impacto ambiental relacionado con los requisitos de materiales para la construcción de edificios residenciales no se reflejan en las estadísticas de emisiones. Esta sección examina las posibles reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del ciclo de vida de los materiales en el sector de los edificios residenciales y analiza los beneficios ambientales de la aplicación de políticas que regulen el uso de materiales para la construcción.

En el contexto de la modelización numérica, las políticas reguladoras se aplican como estrategias de eficiencia de los materiales, es decir, iniciativas que pretenden optimizar el uso de materiales para reducir la huella material y promover el desarrollo sostenible. Comprender las implicaciones de tales estrategias exige un análisis en profundidad de los flujos de materiales en las distintas fases del ciclo de vida de los edificios. Esto incluye la demanda de nuevas construcciones, la gestión de residuos y la extracción de recursos primarios para garantizar una producción primaria adecuada. La eficacia de las estrategias de eficiencia de los materiales se evalúa comparando una hipótesis de referencia –en la que el conjunto de variables que describen el sistema no cambia al margen del estado futuro de desarrollo económico y social previsto– con hipótesis en las que la dinámica del sistema cambia para responder a iniciativas encaminadas a utilizar los materiales de forma más eficiente.

La modelización de hipótesis aborda la producción y el consumo de materiales primarios y secundarios, el contenido material de los edificios, su fase de fabricación y utilización, así como la gestión al final de su vida útil. Para cada una de estas etapas del ciclo de vida, el balance de materiales y las emisiones se evalúan a partir de datos derivados de cálculos de ingeniería, observaciones empíricas, estudios de casos de la bibliografía y estadísticas.

El horizonte temporal para la modelización de la hipótesis se fija en 2060. La hipótesis seleccionada proyecta un crecimiento continuado de fuerzas motrices como la población y la economía, y la aplicación de estrategias de eficiencia de los materiales refleja una visión optimista del futuro, con condiciones favorables para facilitar la mitigación del cambio climático.

5.2 Contabilidad de flujos de materiales y gases de efecto invernadero

En esta sección se ofrece una visión general de la aplicación del marco de modelización al sector de la edificación de viviendas y se esboza el enfoque de la contabilidad de materiales. Los resultados de la modelización se han basado en el modelo ODYM-RECC (Modelo abierto dinámico de sistemas de materiales para la eficiencia de los recursos y el cambio climático) elaborado por Pauliuk et al. (2021), que combina el análisis de los flujos de materiales con la reflexión sobre la evaluación del ciclo de vida y los cálculos de ingeniería (Pauliuk y Heeren 2020).

5.2.1 Demanda de edificios

La superficie per cápita es el principal motor de la demanda de edificios. A medida que crece la población, mejoran las condiciones de vida, se derriban los edificios viejos y se necesitan edificios nuevos. La hipótesis de la futura superficie per cápita se basa en el valor de 30 m² en 2020 (Agencia Internacional de Energía), su dinámica pasada y la tendencia general de aumento de la superficie con el crecimiento del PIB. Se supone que esta tendencia se mantiene y, por tanto, la superficie per cápita en 2060 se fija en 40 m².

5.2.2 Parque de edificios existentes y arquetipos

El parque inmobiliario de México se describe mediante arquetipos de edificios residenciales. Los arquetipos son modelos representativos de edificios que comparten patrones de ocupación, geometría y composición de materiales similares. Los materiales más utilizados en la construcción de edificios se conocen a partir del análisis de la bibliografía y de estudios de casos de la arquitectura de México. El modelo utiliza tres arquetipos básicos, que se resumen en el **cuadro 6**.

Cuadro 6: Características de los arquetipos

Parámetro	Vivienda unifamiliar	Vivienda multifamiliar	Vivienda informal
Superficie habitable	93,5 m ²	80 m ² por unidad, 1.615 m ² en total	57 m ²
Huella y altura	7,2 m por 10 m, dos plantas, 3 m de suelo a suelo	10,5 m por 60 m, ocho plantas, 3,8 m de suelo a suelo	7 m por 10 m, una planta, 3 m de suelo a suelo
Superficie habitable adicional	—	160 m ² en planta baja	—
Longitud del perímetro	34,4 m	75 m	34,4 m
Superficie bruta de la pared exterior	184,2 m ²	2.100 m ²	103,2 m ²

La distribución de la riqueza en México indica que la mitad de la población vive en condiciones de pobreza, el 45 % en condiciones medias y el 5 % en condiciones de riqueza. Dicha composición afecta a la división de los tipos de edificios residenciales. El 94,6 % del parque actual está formado por viviendas unifamiliares, de las cuales el 50 % se construyeron con escasa planificación profesional (viviendas informales). El 44,6 % restante corresponde a viviendas unifamiliares con un diseño más sencillo. Los bloques de apartamentos, modelados como viviendas multifamiliares, representan el 5,4 % del parque total. Dado que en México poco más de la mitad de la población (53,7 %) reside en climas templados, los materiales predominantes en la construcción de edificios son la mampostería. Los cerramientos exteriores y estructuras de los edificios son de ladrillo o bloques de hormigón, independientemente del tipo, tamaño y situación económica del propietario. Es más probable que las casas auto-construidas utilicen material secundario y reutilicen bloques de hormigón. La intensidad material de los arquetipos depende de la estrategia de eficiencia de los materiales seleccionada, y el diseño estándar se compara en el **cuadro 7** con diseños alternativos derivados de la investigación arquitectónica. El enfoque de estas directrices técnicas se centra en estrategias estrechamente vinculadas a los principales materiales a granel: hormigón, cemento, ladrillos, acero y madera.

5.2.3 De la recuperación de residuos a la producción primaria y las emisiones

Para cuantificar la disponibilidad futura de materiales secundarios es necesario modelizar el parque de edificios actualmente en uso y su estructura por edad. Al final de la vida útil de los edificios, las tasas de reciclaje de los materiales de construcción determinan la cantidad de residuos de demolición que pueden convertirse en material secundario. Se calcula que más de la mitad del parque inmobiliario se construyó después del año 2000. Esto tiene implicaciones significativas para la disponibilidad potencial de material secundario, ya que un gran número de materiales estarían disponibles en forma de residuos para ser reciclados o reutilizados en la segunda mitad de este siglo. Una vez estimada la disponibilidad del material secundario, se calcula la producción de materiales primarios para satisfacer la demanda restante. Por último, los procesos de producción de materiales se traducen en impactos ambientales mediante factores de emisión.

5.3 Estrategias de eficiencia de los materiales en los edificios

Si se ponen en marcha estrategias de eficiencia de los materiales, se generarán oportunidades significativas para lograr reducir las emisiones en el sector de la edificación de viviendas. El objetivo principal de la eficiencia de los materiales es disminuir las emisiones asociadas al ciclo de vida de los materiales de construcción, reduciendo la demanda de producción primaria. Se analiza una serie de estrategias en un marco hipotético. La evaluación comprende diferentes hipótesis, cada una de las cuales presenta un futuro potencial con sus vías de desarrollo y supuestos subyacentes, que determinan los ciclos materiales y las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes hasta 2060. Los beneficios de la aplicación de las estrategias de eficiencia de los materiales se calculan como la diferencia en las emisiones de GEI con una hipótesis de referencia sin la adopción de las estrategias.

5.3.1 Reducción de los residuos y reciclaje

La reducción de los residuos favorece el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero al conservar los recursos. La reducción indirecta de las emisiones relacionadas con la producción de materiales puede lograrse mediante el aumento de las tasas de reciclaje de materiales al final de la vida útil de los edificios y la reutilización de los componentes de construcción. En la hipótesis de referencia se consideró el reciclaje del acero de las estructuras con un índice de recuperación superior al 90 % (Pauliuk et al. 2013). Los estudios de casos sugieren que hasta el 29 % de los componentes de acero (Milford et al. 2013) y hasta el 27 % del hormigón (Shanks et al. 2019) pueden reutilizarse sin necesidad de triturarlos, desmenuzarlos y/o refundirlos. Además, la mejora de los rendimientos de fabricación en la fase de producción de materiales puede reducir la cantidad de chatarra de material generada durante la producción y disminuir así la demanda de insumos materiales para el sector manufacturero. En una hipótesis de elevada reducción de desechos, se supone que los rendimientos en la producción de cemento y ladrillos podrían aumentar en 1,5 puntos porcentuales (Shanks et al. 2019). La integración de mayores tasas de recuperación y reutilización de materiales en los flujos de residuos, así como las mejoras en los rendimientos de fabricación, podrían ahorrar el 12 % de las emisiones acumuladas vinculadas a la producción primaria de materiales para edificios residenciales en 2060, y reducir la producción de material primario en un 5 %. En total, podría ahorrarse casi el 8 % de los residuos de demolición que hay que eliminar.

5.3.2 Sustitución de materiales

Las posibilidades de ahorro de GEI aumentan cuando los edificios se diseñan con materiales con bajas emisiones de carbono durante su ciclo de vida. La hipótesis de sustitución de materiales utiliza construcciones de madera de aprovechamiento sostenible para el cerramiento del edificio, los muros interiores y los elementos estructurales. Para garantizar que el diseño alternativo no comprometa la funcionalidad de los edificios ni empeore la eficiencia energética, se añaden capas adicionales de aislamiento en la construcción de los cerramientos para alcanzar la misma resistencia térmica que en el diseño tradicional. En esta hipótesis, el 35 % de los edificios nuevos utilizarían materiales bajos en carbono en 2060. La huella material resultante de los edificios figura en el **cuadro 7**. Utilizando materiales con bajas emisiones durante su ciclo de vida en los edificios podría reducirse el 2 % de las emisiones acumuladas hasta 2060, así como el 10 % de los materiales a granel. Las estructuras de madera tienen un doble efecto, por un lado, sustituyen al hormigón que emite más carbono, y por otro almacenan carbono. En México, el potencial de sustitución de materiales se ve limitado por la estigmatización social de los materiales naturales, que se perciben como una opción de bajos ingresos.

5.3.3 Diseño con una menor utilización de materiales

Planificar la construcción puede ayudar a optimizar el diseño de los edificios y evitar el uso de materiales redundantes. En una hipótesis con un diseño eficiente de los materiales, se supone que la cantidad de ladrillo y hormigón armado en los muros exteriores e interiores y en los techados puede reducirse en un 20 %, en los suelos interiores en un 8 %, y la cantidad de estructuras de acero de calidad en las vigas en un 36 %. En esta hipótesis, el 35 % de los edificios nuevos utilizarían materiales bajos en carbono en 2060. La huella material resultante de los edificios figura en el **cuadro 7**. Una estrategia basada en el diseño optimizado de las construcciones de edificios podría dar lugar a una reducción de las emisiones acumuladas hasta 2060, y conseguiría un ahorro del 10 %. Además, la adopción de esta estrategia también supondría una reducción correspondiente de la demanda total de materiales del 6 %, debido a las menores necesidades de materiales en la construcción de edificios.

Cuadro 7: Huella material de los arquetipos de edificios. Los valores se expresan en kg/m²

Tipo de vivienda	Hormigón	Cemento	Acero	Productos de madera	Ladrillos	Otros
Vivienda unifamiliar						
Diseño estándar	1.288,7	106,8	83,0	5,9	582,1	16,1
Sustitución de materiales	715,8	18,0	180,0	159,3	10,4	37,4
Diseño optimizado	1.241,6	106.	70,3	5,9	470,4	15,4
Vivienda multifamiliar						
Diseño estándar	1.276,1	81,0	78,4	3,5	404,7	5,7
Sustitución de materiales	605,0	40,7	59,3	162,5	2,1	27,4
Diseño optimizado	1.242,3	81,0	65,4	3,5	330,1	5,3
Vivienda informal						
Diseño estándar	2.006,4	72,5	112,8	5,1	374,0	23,0
Sustitución de materiales	1.648,0	72,5	314,1	91,9	17,0	43,8
Diseño optimizado	1.929,6	72,5	99,8	5,1	302,6	23,0

5.3.4 Comportamiento de los usuarios

Reducir la demanda de nuevos edificios es la forma más directa de disminuir las emisiones relacionadas con la producción de materiales, mediante la construcción de casas más pequeñas, la reducción de edificios vacíos o un uso más eficaz de la superficie. En esta hipótesis se supone que el objetivo de superficie per cápita en 2060 sería un 10 % inferior al de la hipótesis de referencia. Además, la prolongación de la vida útil de los edificios antes de su demolición, mediante la reutilización del espacio o una mayor rehabilitación, también contribuiría a reducir las nuevas construcciones.

Se supone que la vida útil de los edificios podría prolongarse en un 90 % de su vida útil estándar. Un uso más intensivo del espacio edificado tiene un mayor potencial de reducción. La demanda de materiales podría reducirse directamente en un 42 %. Además, la ampliación de la vida útil –con el objeto de reducir la demanda de nuevas construcciones y la fabricación– podría suponer un ahorro del 40 % de las emisiones. La reutilización permite un ahorro significativo –hasta un 55 %– en términos de prevención de residuos en la demolición de edificios.

5.4 Conclusiones del análisis del modelo

5.4.1 Aplicación de todas las estrategias de eficiencia de los materiales

La aplicación simultánea de todas las estrategias de eficiencia de los materiales examinadas tendría como resultado una reducción del 51 % de las emisiones de GEI acumuladas en todo el sistema relacionado con la construcción y eliminación de edificios residenciales para el año 2060. En esta hipótesis, el ahorro total no se corresponde con todo el ahorro examinado en las hipótesis anteriores debido a la interacción de diferentes estrategias de eficiencia de los materiales. Por ejemplo, la reducción directa de la demanda de materiales mediante la optimización del diseño del edificio también reduce de manera general la disponibilidad secundaria en el futuro, lo que limita la eficacia de las hipótesis de reducción de residuos. Los resultados de la modelización indican que las mejoras en el ciclo de los materiales podrían reducir en un 52 % la producción acumulada de materiales para la construcción de edificios residenciales en México. En este sentido, la reducción de emisiones podría lograrse sin necesidad de desarrollar nuevas tecnologías.

5.4.2 Descarbonización de los sistemas de producción

Además de la aplicación de las estrategias de eficiencia de los materiales, se explora otra hipótesis para investigar el máximo potencial de descarbonización de los ciclos de materiales. Además de la aplicación simultánea de todas las estrategias de eficiencia de los materiales, los procesos de producción también pueden descarbonizarse. La energía necesaria para los procesos de producción de materiales en México procede de la mezcla de generación eléctrica a escala nacional. El cambio a fuentes de energía más limpias se traduciría en una reducción directa de las emisiones durante la fase de producción de materiales. Actualmente, en México sólo el 15 % de la electricidad se genera a partir de fuentes renovables. Además del compromiso de la cumbre sobre el clima COP27 de duplicar la capacidad de energía renovable para 2030, en las hipótesis de energía limpia se supone que para 2060 la producción de electricidad en México a partir de fuentes renovables aumentaría un 30 % más. El mayor empleo de energía producida a partir de fuentes renovables en la fase de producción de los materiales supondría una reducción de hasta el 57 % de las emisiones acumuladas en el ciclo de los materiales, lo que reduciría casi a la mitad la presión ambiental total de los materiales en el sector de los edificios residenciales.

5.4.3 Debate sobre la modelización

Dado que la vida útil de los edificios es mayor que la de otros productos duraderos, es posible que algunas de las estrategias de eficiencia de los materiales no alcancen su pleno potencial en el horizonte de modelización relativamente corto hasta 2060. Esto pone de relieve la necesidad fundamental de aplicar estrategias contundentes destinadas a mitigar las emisiones de GEI en el sector de la edificación residencial.

Algunas de estas estrategias se basan en la mejora de las pautas de reciclaje y reutilización. No obstante, en algunos casos, la naturaleza voluminosa y pesada de los materiales de construcción puede acarrear importantes consecuencias medioambientales durante el transporte que no se recogen en el modelo. Además, el reciclaje del hormigón puede requerir mayores cantidades de cemento adicional, que es el responsable de la mayor parte del impacto ambiental del hormigón.

La hipótesis de sustitución de materiales se basa en la disponibilidad de madera o productos de madera similares. Sin embargo, la evaluación no está vinculada a ningún modelo forestal, y la gestión sostenible de los bosques debe garantizarse con una normativa adecuada.

Las estrategias de comportamiento de los usuarios contrastan con la mejora continua de las condiciones de vida en México y se basan en la resistencia de la población hacia el desarrollo sostenible. Sin embargo, los espacios de calefacción y refrigeración más pequeños también reducen la demanda de energía y las emisiones relacionadas con la fase operativa de los edificios, lo que proporciona una sinergia esencial entre la reducción del uso de materiales y energía.

Cuadro 8: Resumen de las estrategias de eficiencia de los materiales

Estrategias de eficiencia de los materiales	Hipótesis					
	Reducción de los residuos	Sustitución de materiales	Diseño optimizado	Comportamiento de los usuarios	Todas las estrategias de eficiencia de los materiales	Descarbonización de la producción
	Estrategias de eficiencia de los materiales aplicadas en la hipótesis					
Mejora de los índices de recuperación Mejorar los índices de reciclaje y la disponibilidad de materiales secundarios para sustituir la producción primaria.	X				X	X
Reutilización de componentes Sustitución de la producción de piezas de recambio o incluso de productos primarios.	X				X	X
Mejora del rendimiento de fabricación Reducción de la generación de residuos en la producción de materiales mediante la mejora del rendimiento de la fabricación.	X				X	X
Sustitución de materiales Utilización de materiales de construcción con menos emisiones durante su ciclo de vida.		X			X	X
Diseño con una menor utilización de materiales Utilizar menos materiales mediante un diseño optimizado de los edificios sin pérdida de funcionalidad.			X		X	X
Uso más intensivo Reducción de la demanda de espacio mediante una utilización más eficaz de la superficie existente.				X	X	X
Prolongación de la vida útil Readaptación de los edificios existentes para prolongar su vida útil antes de su demolición.				X	X	X
Descarbonización del suministro energético Aumento de la proporción de fuentes de energía renovables en los procesos de producción.						X
	Potencial de ahorro en comparación con la situación de partida					
Generación de residuos	-8 %			-55 %	-59 %	-59 %
Producción de materiales	-5 %	-10 %	-6 %	-42 %	-52 %	-52 %
Emisiones de gases de efecto invernadero	-12 %	-2 %	-10 %	-40 %	-51 %	-57 %



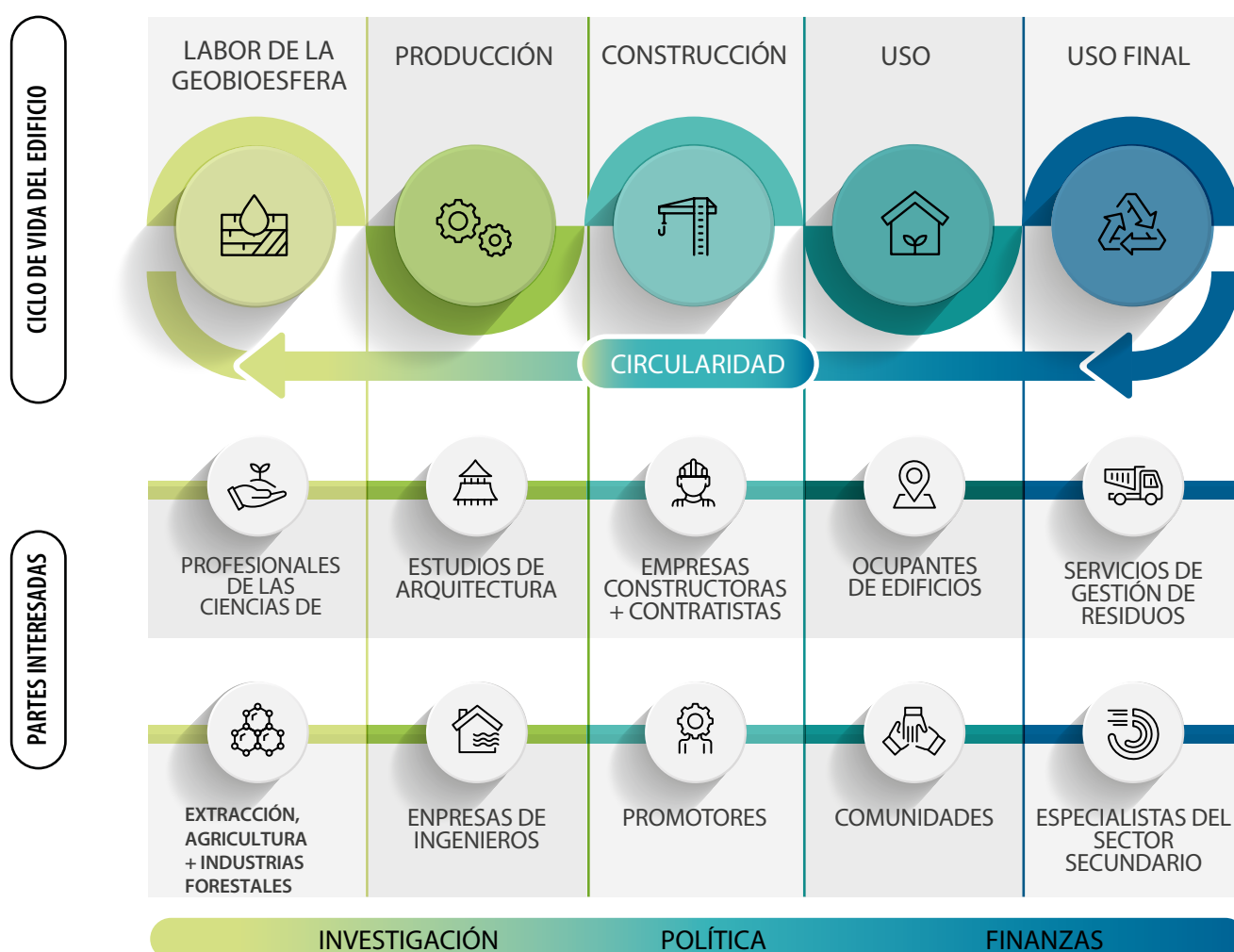
DINÁMICA SECTORIAL

El sector de la construcción de edificios residenciales en México está integrado por una amplia variedad de agentes vinculados entre sí en virtud de las dinámicas de mercado y que intervienen a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio. El ciclo de vida de los edificios residenciales incluye cuatro etapas: 1) producción de materiales; 2) construcción de edificios; 3) utilización de edificios; 4) fin de uso (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Para descarbonizar el sector de la construcción de edificios residenciales, hay que actuar en las cuatro fases de su ciclo de vida a fin de lograr la máxima eficiencia de los materiales. En la **figura 2** se explican las cuatro etapas del ciclo de vida de los edificios residenciales.

Todo el ciclo de vida de los materiales utilizados en los edificios residenciales depende principalmente del mercado de materiales, del mercado de la vivienda y

del mercado financiero. Además, estos mercados primarios están supeditados a las dinámicas del mercado del sector de transporte, la producción y el suministro de energía, así como a los precios del suelo. En la actualidad, las instituciones estatales mexicanas regulan los diferentes mercados a través de diversas políticas fiscales y no fiscales. Además, las instituciones financieras, como los bancos, prestan apoyo monetario al sector de la construcción de edificios residenciales -incluida la industria de fabricación de materiales- que opera dentro de la normativa estatal. Para facilitar el análisis de los distintos agentes, sus funciones y responsabilidades, y las relaciones que establecen entre sí, el sector de la construcción de edificios residenciales se puede dividir en cinco subsectores, a saber: 1) gobernanza y planificación; 2) regulación financiera; 3) cadena de suministro de materiales; 4) construcción y diseño; 5) sociedad civil y ámbito académico.

Figura 2: Partes interesadas clave cuya participación es fundamental para la descarbonización de los edificios en las distintas fases de su vida útil. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2023, p. 13)



El informe científico sobre la eficiencia de los recursos y el cambio climático sugiere que todos los agentes tienen un papel que desempeñar en la reducción de las emisiones de GEI a lo largo del ciclo de vida del parque de edificios residenciales. Los participantes en las consultas nacionales de México también pusieron de manifiesto que un esfuerzo colaborativo y colectivo aceleraría el proceso hacia la consecución de un futuro con bajas emisiones de carbono en el sector de la edificación residencial en México. A tal efecto, el resto de esta sección articula algunas de las funciones y responsabilidades de una serie de agentes. Los agentes que participan actualmente en el sector de la construcción de edificios residenciales en México se indican en el **cuadro 6**.

Es fundamental destacar que la participación laboral a lo largo de todo el ciclo de vida del proceso de construcción de edificios residenciales está muy diferenciada entre los distintos subsectores y depende de la dinámica sociocultural imperante. En dicho contexto, las mujeres están actualmente infrarrepresentadas en la industria de la construcción de edificios residenciales en México (5,47 % en 2022) (Gobierno de México 2022). El porcentaje de mujeres en los sectores de la construcción, el transporte, la minería y la electricidad en México es especialmente bajo comparado con otros sectores, mientras que las mujeres tienen una representación igual o superior en los sectores manufacturero, mayorista y minorista. Aunque la población activa femenina ha aumentado con la actividad económica, siguen existiendo dificultades importantes relacionadas con la brecha salarial entre hombres y mujeres, las normas tradicionales de género, la falta de acceso a la financiación y la violencia de género, entre otras cuestiones (Banco Mundial 2019). A pesar de esta situación, los estudios reconocen la participación de las mujeres en sectores como la agroforestería (Shiva 1992; Kiptot y Franzel 2012; Buechler 2016). La incorporación de las competencias y las experiencias de las mujeres en las políticas y los programas constituye una vía eficaz para lograr prácticas de igualdad de género.

Las investigaciones también han demostrado que el cambio climático afecta de forma diferente a hombres y mujeres (Mujer y Medio Ambiente 2010). Sin embargo, no se han estudiado los efectos del cambio climático en la capacidad de elegir y acceder a materiales con bajas emisiones de carbono para la construcción de edificios residenciales. Por consiguiente, es necesario seguir recopilando y analizando datos sobre el efecto del cambio climático en las cuestiones de género y su relación con la utilización y acceso a materiales con bajas emisiones de carbono; además, es preciso generar una mano de obra más igualitaria desde el punto de vista del género en diversos sectores de la industria de la construcción de edificios residenciales. En este sentido, el **Programa Nacional para la Igualdad entre Mujeres y Hombres (Proigualdad) 2020-2024** establece una serie de compromisos y políticas en su hoja de ruta global destinados a crear las condiciones necesarias para la participación de las mujeres en todos los ámbitos de la vida. En concreto, Proigualdad promueve 1) la autonomía económica; 2) las condiciones para el reconocimiento, reducción y redistribución del trabajo doméstico y de cuidados; 3) la mejora del acceso al bienestar y la salud; 4) la lucha contra la violencia de género; 5) la participación en condiciones de igualdad de las mujeres en la toma de decisiones en los ámbitos político, social, comunitario y privado; y 6) la generación de entornos seguros y pacíficos para mujeres y niñas. Si se vincularan las medidas emprendidas en el marco de Proigualdad 2020-2024 con los diversos subsectores que intervienen a lo largo del ciclo de vida de las construcciones de edificios residenciales se impulsaría la agenda hacia la igualdad de género. En este sentido, la incorporación de consideraciones de igualdad en todos los sectores e instituciones nacionales y subnacionales enumerados en las secciones siguientes sería fundamental para hacer posible la igualdad de género en el país.

Cuadro 9: Agentes que participan en el sector de la construcción de edificios residenciales en México

Gobernanza y planificación	Regulación financiera	Cadena de suministro de materiales	Construcción y diseño	Sociedad civil y mundo académico
■ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ■ Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) ■ Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) ■ Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) ■ Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) ■ Instituto Nacional del Suelo Sustentable (INSUS) ■ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) ■ Municipalidades	■ Banco de México ■ Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBAS) ■ Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) ■ Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE) ■ Fondos de inversión inmobiliaria (FIBRA) ■ Consejo Consultivo de Finanzas Verdes (CCFV) ■ Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)	■ La Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado (AMIC) ■ Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO) ■ Alianza para la Eficiencia Energética (ALENER) ■ Productores de cemento ■ Productores de acero ■ Mayoristas de materiales ■ Minoristas de materiales ■ Empresas de transporte	■ Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) ■ Asociación Mexicana de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (AMRCD) ■ Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana AC (FCARM) ■ Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos, Electricistas, Electrónicos y Ramas Afines, A.C. (FECIME)	■ El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE) ■ La Academia Nacional de Arquitectura ■ La Academia de Ingeniería de México ■ Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

6.1 Gobernanza y planificación

En el sector de la gobernanza y la planificación participan diversas instituciones y organismos estatales, como ministerios, institutos nacionales, autoridades federales y municipios locales. La principal función del sector de la gobernanza y la planificación es regular y supervisar toda la cadena de suministro de los materiales utilizados en los edificios residenciales. Esto incluye la regulación de la extracción de recursos, la producción y fabricación de materiales de construcción, el transporte y la adquisición por la industria de

la construcción, la gestión durante la utilización del edificio, así como el reciclaje, la reutilización y la destrucción segura de los materiales al final de su vida útil. Los organismos que se mencionan a continuación participan actualmente en la regulación y supervisión de la construcción de edificios residenciales en México y pueden asumir potencialmente las funciones de reglamentar y controlar la transición hacia un futuro con bajas emisiones de carbono en el sector de la construcción de viviendas.

La **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)** tiene como objetivo garantizar la óptima protección, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales del país para generar una política ambiental integral e inclusiva que favorezca el desarrollo sostenible. La Secretaría se centra en cuatro aspectos prioritarios, a saber: 1) la conservación y el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y su biodiversidad; 2) la prevención y control de la contaminación; 3) la gestión integral de los recursos hídricos; 4) la lucha contra el cambio climático. La finalidad de la **Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA)** es proteger el medio ambiente y promover su desarrollo sostenible. La Secretaría tiene cinco áreas prioritarias: 1) calidad del aire y cambio climático; 2) conservación del suelo y biodiversidad; 3) infraestructura urbana verde; 4) suministro y calidad del agua; 5) educación y comunicación medioambiental. Asimismo, la **Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)** es un órgano administrativo descentralizado de la Secretaría de Energía que promueve la eficiencia energética y funciona como órgano técnico en materia de energía sostenible. De manera general, el apoyo a los objetivos de descarbonización del sector de la fabricación de materiales, la producción de materiales sostenibles de base biológica y terrestre, y la reducción del uso de combustibles que generan altas emisiones de GEI son competencia de la SEMARNAT, la SEDEMA y la CONUEE.

La **Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)** tiene como misión promover el desarrollo territorial sostenible e inclusivo a través del diseño, coordinación y aplicación de estrategias de ordenamiento territorial y desarrollo urbano y políticas de vivienda adecuadas. La función de la SEDATU consiste en establecer programas territoriales integrados, ordenados, inclusivos, sostenibles y seguros, así como promover un hábitat asequible, resistente y sostenible, avanzar en la construcción de espacios habitables, y garantizar el derecho a una vivienda adecuada para todas las personas. La SEDATU ha participado anteriormente en proyectos energéticos en calidad de coordinadora y mediadora. La **Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)** ofrece ayudas a la vivienda a las personas necesitadas. La CONAVI otorga subsidios a través de programas como 1) el Programa Nacional de Reconstrucción, 2) el Programa de Vivienda Social o 3) el Proyecto Emergente de Vivienda. El **Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)** es un órgano administrativo descentralizado de la Secretaría de Gobernación que tiene como objetivo fortalecer las capacidades institucionales de los gobiernos municipales sobre la base del marco jurídico vigente. La regulación del uso de materiales a través de políticas de vivienda, reglamentos de construcción y gestión de la construcción puede ser asumida conjuntamente por la SEDATU, la CONAVI y el INAFED.

El **Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. (ONNCCE)** se dedica al desarrollo de actividades de normalización, certificación e inspección desde 1994. Desde el año 2000, el ONNCCE desempeña las funciones de Organismo de Certificación de Sistemas de Calidad (acreditado por la EMA), Unidad de Inspección para la NMX-AA-164-SCFI y Administrador de Programa bajo la Norma Mexicana NMX-SAA-14025-IMNC-2008 y la ISO/TS 14027:2017. El ONNCCE elabora reglas de categoría de producto y publica declaraciones ambientales Tipo III sobre productos de construcción. El ONNCCE tiene la responsabilidad de incorporar las nuevas investigaciones a las normas y llevar a cabo actividades de certificación e inspección para garantizar el cumplimiento efectivo de las normas.

6.2 Regulación financiera

El sector financiero influye directa o indirectamente en la construcción de edificios residenciales en México. En este sector participan, entre otros, los siguientes agentes: bancos internacionales, nacionales y privados, empresas de inversión, proveedores de pensiones y compañías de seguros. En la actualidad, las instituciones financieras no participan directamente en la financiación de los procesos de eficiencia de los materiales y descarbonización. Sin embargo, sus vínculos ya existentes con los sectores de fabricación de materiales y de construcción de edificios pueden aprovecharse para impulsar la agenda de eficiencia de materiales, además de la reciente taxonomía sostenible mexicana emitida por la **Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)**, para identificar actividades, activos o proyectos de inversión con impactos ambientales y sociales positivos.

Las instituciones financieras de México, incluidos los bancos y las compañías de seguros, proporcionan capital financiero para la construcción de edificios a través de préstamos y planes de seguros. El Gobierno ha fomentado activamente las subvenciones para la construcción de viviendas sociales. La atención del Gobierno a las subvenciones de los promotores se ha desplazado hacia la creación de instrumentos financieros como los préstamos. Aunque el **Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT)**, creado en 1972, fue una fuente importante de subsidios a la vivienda, este organismo funciona ahora de forma voluntaria tras los cambios políticos de los años noventa. Desde 2010, las hipotecas verdes son obligatorias para las nuevas promociones de viviendas y opcionales para el mercado libre individual.

El **Fondo de Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSSTE)** es el encargado de otorgar créditos de vivienda a los trabajadores del Estado. El FOVISSSTE es ahora una institución financiera competitiva a nivel mundial que tiene como objetivo ofrecer y coordinar programas financieros para que los derechohabientes puedan adquirir una vivienda digna y un retiro sostenible. La **Sociedad Hipotecaria Federal (SHF)** es un banco de desarrollo estatal dedicado a promover el desarrollo de los mercados primario y secundario de la vivienda mediante garantías o instrumentos financieros. La SHF avanza hacia un modelo de desarrollo urbano sostenible e inteligente

para reducir la brecha habitacional en México. El **Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)** es una institución líder de la banca de desarrollo en México cuyo objetivo es fortalecer la capacidad institucional de los gobiernos estatales y municipales. Su misión es contribuir al desarrollo sostenible del país y al bienestar de los mexicanos. Promueve un mayor acceso al crédito para proyectos de infraestructuras, con especial énfasis en las regiones marginadas a través de préstamos y garantías. El Banobras también promueve la participación de bancos comerciales y otros agentes del sector privado en la financiación de infraestructuras.

En 2016 se creó un órgano representativo del sector financiero mexicano denominado **Consejo Consultivo de Finanzas Verdes (CCFV)**, en respuesta a la creciente necesidad nacional de crear un mercado financiero sostenible y resiliente. Los principales objetivos del CCFV son promover el diálogo sobre la financiación de activos y proyectos con impacto ambiental, afrontar nuevos riesgos y retos financieros, proponer incentivos y mecanismos para modificar favorablemente las prácticas de mercado, colaborar con diversas partes interesadas para promover políticas públicas que apoyen el desarrollo de un mercado financiero sostenible, y llevar a cabo estrategias de alianzas con organismos multilaterales para promover un desarrollo fructífero de capacidades mediante el intercambio de mejores prácticas y una educación financiera específica. En el CCFV participan, entre otros, asociaciones financieras, inversores institucionales, banca de desarrollo, banca comercial y multilateral, consultores independientes, agencias de calificación y empresas. El CCFV ya reconoce el sector de la construcción residencial como un sector apto para acogerse a la **iniciativa de bonos verdes**.

Además, los fideicomisos de infraestructura y bienes raíces (FIBRA) o fideicomisos de inversión en bienes raíces (REIT) existen en México desde 2004 y son un medio de inversión que cuenta con el respaldo de las leyes y normativas fiscales mexicanas, las regulaciones de operación y comercialización y los fondos de pensiones mexicanos. Tanto las ayudas financieras públicas como privadas a las tecnologías y construcciones verdes ofrecen condiciones favorables en México para acelerar las estrategias de eficiencia de los materiales hacia un futuro con bajas emisiones de carbono.

6.3 Cadena de suministro de materiales

El sector de la cadena de suministro de materiales incluye agentes que van desde las empresas de producción y fabricación de materiales hasta los comerciantes mayoristas e intermediarios, pasando por las agencias de demolición y reciclaje. Los agentes que intervienen en la cadena de suministro de materiales pueden apoyar la eficiencia de los materiales reduciendo su contenido de carbono incorporado. Los agentes de la cadena de suministro de materiales pueden contribuir a la descarbonización reduciendo la energía utilizada en la producción, fabricación, transporte y reciclaje de los materiales de construcción. Entre los distintos materiales de construcción, debe darse prioridad a la descarbonización de los materiales que más carbono emiten, es decir, el cemento y el acero. Aunque existen diversas empresas mayoristas y minoristas en el país, hay margen para aumentar el número de centros de reciclaje con el fin de incrementar la vida útil del material.

La **Asociación Mexicana de la Industria del Concreto Premezclado (AMIC)** se creó en 1958 para agrupar a las empresas de concreto premezclado. La AMIC promueve y profesionaliza la industria del hormigón premezclado, conecta a productores con proveedores y representa al sector en la promoción de normas medioambientales y de seguridad. En la actualidad, la AMIC ofrece apoyo técnico y formación, y facilita la difusión de pequeños y grandes eventos del sector. La **Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO)** se creó en 1949 para defender oficialmente la industria siderúrgica mexicana; propone asimismo el diseño de políticas que fomenten el crecimiento sostenible y el desarrollo del sector. La CANACERO es un organismo independiente que también actúa como Organismo Nacional de Normalización (ONN) estableciendo las especificaciones técnicas de los productos de acero fabricados en México. La presencia de AMIC y CANACERO contribuiría a facilitar la participación de los fabricantes de cemento y acero en la aplicación de las estrategias de la eficiencia de los materiales, a través de la formación, el desarrollo de capacidades, la elaboración de políticas y el cumplimiento de las normas.

6.4. Sectores de la construcción y el diseño

Los sectores de la construcción y el diseño también desempeñan un papel fundamental en la consecución de la eficiencia de los materiales en las construcciones de edificios residenciales. El carbono incorporado en los edificios incluye el carbono que se ha utilizado durante su construcción. Por tanto, si se redujera la energía empleada durante las construcciones, mediante la restricción de los materiales empleados en andamios y entramados, la disminución del transporte y los residuos de materiales, o el diseño de edificios para que tengan una vida útil más larga, se rebajaría el carbono incorporado en los edificios y se lograría la eficiencia de los materiales.

La **Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC)** se coordina con diversos organismos gubernamentales para contribuir al desarrollo de México, a través de la representación de los intereses de las empresas constructoras, la prestación de servicios de excelencia, así como el fomento de una industria competitiva, de vanguardia, socialmente responsable y tecnológicamente innovadora. La **Asociación Mexicana de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (AMRCD)** promueve e impulsa el reciclaje mediante la difusión de conocimientos sobre los distintos usos de los áridos reciclados, el establecimiento y el fomento de vínculos entre las distintas partes interesadas y la participación en actividades de investigación y desarrollo relacionadas con el reciclaje de residuos de construcción y demolición. La CMIC y la AMRCD desempeñan un papel fundamental en la integración de las agencias de demolición y reciclaje en la cadena principal de suministro de materiales del sector de la construcción de edificios.

6.5 Sociedad civil y mundo académico

Las instituciones académicas pueden desempeñar un papel importante en la investigación y desarrollo de nuevos materiales, tecnologías y técnicas de diseño y construcción con bajas emisiones de carbono. Asimismo, las organizaciones de la sociedad civil pueden contribuir a la difusión de conocimientos y el desarrollo de capacidades. La [Academia Nacional de Arquitectura](#) es una importante organización mexicana sin fines de lucro cuyo objetivo es promover el papel de la arquitectura en la transformación de las ciudades en términos de igualdad y sostenibilidad. Asimismo, la [Academia de Ingeniería de México](#) es una asociación sin fines de lucro cuyo objetivo es promover y difundir la vocación, la educación, el ejercicio profesional, la investigación y la innovación en el ámbito de la ingeniería. Esta Academia busca fomentar la participación y colaboración de los ingenieros y profesionales afines -tanto nacionales como extranjeros- para contribuir al desarrollo equitativo, creciente y sostenible de México.

La [Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana AC \(FCARM\)](#) promueve la arquitectura y las actividades profesionales. Asimismo, la [Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos, Electricistas, Electrónicos y Ramas Afines, A.C. \(FECIME\)](#) de la República Mexicana, actúa como órgano de representación y coordinación para unir, apoyar y fortalecer a los diversos colegios de ingenieros. ACARM y FECIME son ejemplos de organismos profesionales que pueden aprovechar sus redes para formar y capacitar a los diseñadores en tecnologías y prácticas de diseño con bajas emisiones de carbono, así como para fomentar las mejores prácticas.

Fundado en 1923, el [Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC \(IMCYC\)](#) es una asociación sin fines de lucro que se dedica a la investigación, enseñanza y difusión de las técnicas de aplicación del cemento y del concreto. Su objetivo es promover el uso óptimo del cemento y el hormigón para satisfacer las necesidades del mercado y mejorar el rendimiento profesional. El IMCYC, cuyo objetivo es ser la institución líder en América Latina, promueve y divulga las mejores prácticas mundiales, y difunde conocimientos científicos y tecnológicos a través de la enseñanza y la consultoría.

6.6 Viviendas autoproducidas

Del parque total de viviendas de México, el 57,3 % ha sido autoproducido, lo que equivale a unos 20,2 millones de construcciones. La vivienda de autoproducción contribuye hasta en un 46,3 % al producto interno bruto del sector de la vivienda. Y lo que es más importante, la vivienda autoproducida cubre el actual déficit de vivienda, lo que supone unos 8,5 millones de hogares en México. Las viviendas de autoproducción se construyen predominantemente con bloques de hormigón, ladrillos, láminas de madera y aluminio, y otros materiales fácilmente disponibles. Este tipo de viviendas se construye tanto en zonas urbanas como rurales, y representan el 64,3 % y el 35,7 % del parque de viviendas, respectivamente. La SEDATU reconoce la importancia de la autoproducción de viviendas y ha elaborado una plataforma en línea denominada [Por mi Rumbo](#) para facilitar la aplicación de diversos programas y subvenciones gubernamentales en materia de vivienda. Los ciudadanos pueden acceder a préstamos y subvenciones desde esta plataforma.

Las casas autoproducidas suelen construirse con la ayuda de contratistas y trabajadores empleados simultáneamente en la industria de la construcción formal/informal en México. Este cruce formal/informal permite a contratistas y trabajadores transferir conocimientos sobre materiales y técnicas de construcción sostenible a las casas autoproducidas. Numerosos hogares también obtienen información sobre nuevos materiales y técnicas de construcción sostenible gracias a expatriados que viven en los Estados Unidos de América. Estos flujos de información transnacionales son una baza importante para generar un futuro de eficiencia de los materiales y bajas emisiones de carbono en el sector de la autoproducción de viviendas en México. Este sector favorece asimismo el reciclaje de numerosos materiales.



© mihailomilovanovic / iStock

MARCO DE ACCIÓN PRIORITARIA

Para lograr la eficiencia de los materiales en el sector de la construcción de edificios residenciales es preciso adoptar un enfoque múltiple que abarque todo el ciclo de vida. Dado que la construcción de edificios residenciales depende de diversos agentes a lo largo de su vida útil, la descarbonización del sector requiere la implicación de todas las partes interesadas. En esta sección se describen las funciones y responsabilidades de las distintas partes que intervienen en la construcción de edificios residenciales en México.

Sobre la base de las cuatro etapas del ciclo de vida de la edificación, se proponen cinco objetivos y sus respectivas medidas para alcanzar la eficiencia de los materiales en el sector de la edificación residencial en México. Todos los objetivos propuestos y las acciones detalladas para descarbonizar los materiales de construcción se recogen en el **anexo I: Marco de acción detallado**. Los cinco objetivos propuestos coinciden en gran parte con las estrategias de eficiencia de los materiales presentadas en la sección 5. Mientras que las estrategias de eficiencia de los materiales presentadas en la sección 5 se basaban en aspectos de modelización, los cinco objetivos presentados en esta sección se concibieron para propiciar la eficacia de los debates y mesas redondas durante las consultas con las partes interesadas. En concreto, los cuadros que figuran en esta sección describen las medidas clave que deben priorizarse para aplicar de manera eficaz y rápida la agenda de cero emisiones netas, así como las medidas que corresponden a las distintas partes interesadas. Los cuadros explican asimismo las oportunidades existentes para que cada parte interesada lleve a cabo las medidas pertinentes, así como los obstáculos vigentes que impiden a dichas partes interesadas aprovechar las oportunidades. Por último, los cuadros también indican las soluciones que pueden aplicarse para reducir los obstáculos y aprovechar las oportunidades con el fin de alcanzar eficazmente los objetivos. Se proponen los cinco objetivos siguientes:

OBJETIVO 1: Utilización de materiales con bajas emisiones de carbono

Para lograr la eficiencia de los materiales, hay que producir y utilizar extensamente materiales con bajas emisiones de carbono en los edificios residenciales. Este objetivo se refiere a las dos primeras etapas del ciclo de vida de los edificios, a saber: 1) producción de materiales y 2) construcción de edificios. La consecución de este objetivo depende de que se ofrezcan incentivos a los fabricantes de materiales para que produzcan materiales con bajas emisiones de carbono, y también a los promotores privados, propietarios de edificios y usuarios para que los utilicen durante la construcción. De acuerdo con las contribuciones determinadas a nivel nacional de México, se espera que las instituciones gubernamentales y las industrias manufactureras se comprometan a reducir las emisiones de carbono incorporadas en los materiales. Se necesitará ayuda financiera para fomentar y cumplir los compromisos de reducción de las emisiones de carbono incorporadas a los materiales. Se considera que los proyectos piloto y la contratación pública son los medios más eficaces para generalizar la producción y la utilización de materiales bajos en carbono en todo el país. La nueva capital de México puede actuar eficazmente como proyecto piloto. Por último, para que el objetivo se generalice lo más posible, todas las partes interesadas deben conocer los materiales y tecnologías adecuados y disponibles.

OBJETIVO 2:

Diseño con una menor utilización de materiales

La eficiencia de los materiales puede lograrse utilizando menos material gracias al diseño en la segunda fase del ciclo de vida del edificio, a saber, 2) construcción de edificios. Utilizar menos material en los edificios reducirá la demanda de materias primas y procesadas, lo que a su vez disminuirá el carbono incorporado en los edificios. Para lograr este objetivo, los diseñadores, es decir, arquitectos, ingenieros civiles, interioristas y asesores de calefacción, ventilación y climatización deben adoptar una serie de estrategias que permitan utilizar menos material al proyectar los edificios residenciales. Esto implica establecer unas normas mínimas requeridas de acero y hormigón para construcciones estructuralmente sólidas y resistentes a las catástrofes, o la utilización de menos material en los revestimientos de los edificios, al tiempo que se logra un confort interior óptimo. Además, emplear menos material también significa diseñar para que los edificios tengan una vida útil más larga, sin comprometer su resistencia frente a contingencias y catástrofes. En este caso, los diseños deben poder adaptarse a los usos cambiantes y las estructuras deben concebirse para resistir el desgaste normal que conlleva el paso del tiempo. Al mismo tiempo, es necesario que todas las construcciones de viviendas incorporen métodos de calidad que contribuyan a la descarbonización, como la optimización de la gestión de la construcción para reducir los residuos de materiales. Por último, las propias técnicas de construcción deben mejorarse para reducir al mínimo el empleo de materiales; ello implica utilizar de manera eficiente los componentes para armazones y andamios, recurrir a materiales prefabricados y modulares para disminuir el uso de elementos de fundición *in situ*, o aplicar el modelado de información para la construcción. Un empleo más eficiente de los materiales gracias al diseño tiene un potencial significativo para reducir el carbono incorporado en los edificios.

OBJETIVO 3:

Descarbonización y sustitución de materiales

El cemento y el acero son los materiales de construcción que más contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero; sin embargo, no tienen sustitutos perfectos en el sector de la construcción de edificios. Por lo tanto, es imperativo que los sectores del cemento y el acero se descarbonicen a un ritmo acelerado a lo largo de todas las etapas de su ciclo de vida. Esto implica tomar medidas para descarbonizar la extracción, la fabricación, el transporte, el montaje, el reciclaje y la reutilización de materiales. Dado que el cemento y el acero requieren grandes cantidades de energía para su producción, la sustitución de combustibles reducirá sustancialmente el carbono incorporado del cemento y el acero. Se pueden adoptar medidas similares para reducir la huella de carbono en el tratamiento de materiales de construcción como el aluminio o los plásticos. Además de descarbonizar el procesamiento de materiales, minimizar el infrarreciclaje también aumentará la vida útil de los materiales, reduciendo así las emisiones de carbono. Por último, los materiales con alto contenido en carbono, como el hormigón y el acero, deben sustituirse por materiales con bajo contenido en carbono. Entre los materiales con bajas emisiones de carbono figuran los de origen biológico, como la madera producida a partir de silvicultura sostenible y el bambú, y los de origen terrestre, como la arcilla o la tierra apisonada. Aunque la mayoría de los materiales de origen biológico y terrestre no permiten la construcción de edificios altos y pesados, se pueden mejorar y utilizar las tecnologías basadas en materiales nuevos e híbridos (el bambú procesado o la tierra apisonada reforzada) para reducir la utilización de materiales con alto contenido en carbono (el hormigón y el acero).

OBJETIVO 4: Descarbonización de los procesos de fabricación

Los procesos de fabricación contribuyen al carbono incorporado en los materiales de construcción. Por tanto, la descarbonización de los procesos de fabricación de materiales es fundamental para lograr la eficiencia de los materiales en el sector de la construcción residencial. En este sentido es necesario formar a los fabricantes para que produzcan los materiales con las tecnologías más eficientes en materia de emisiones de carbono. Sin embargo, el mayor problema es que en la actualidad no existen tecnologías de fabricación de bajo contenido en carbono. Por lo tanto, hay que incrementar las inversiones en innovación e I+D. Algunos de los procesos de descarbonización conocidos consisten en emplear más clínker en la construcción o utilizar menos carbono para producir acero con la resistencia requerida. Además, la sustitución de combustibles con elevadas emisiones de GEI por formas de energía sostenibles y el uso más eficiente de los combustibles en la fabricación de los materiales de construcción también ofrecen un enorme potencial. Por último, estos esfuerzos podrían racionalizarse con políticas claras de descarbonización de los materiales.

OBJETIVO 5: Reducción de los residuos y aumento de la reutilización y el reciclaje

La reutilización y el reciclaje constituyen una dimensión importante de la eficiencia de los materiales que, sin embargo, no se tiene suficientemente en cuenta. Los edificios residenciales actuales no están diseñados para ser desmontables y producen una gran cantidad de residuos materiales cuando dejan de utilizarse. Los edificios se derriban a menudo de forma que no permiten la reutilización de los materiales. Por lo tanto, a efectos de eficiencia de los materiales, es imperativo que los edificios se diseñen y construyan de manera que se reduzcan los residuos y se permita la reutilización y el reciclaje de los materiales empleados. En este sentido hay que fomentar la renovación y la reutilización de los edificios para prolongar su vida útil. Los edificios deben diseñarse de forma que puedan desmantelarse al final de su uso y permitan la reutilización y el aprovechamiento de los materiales, mediante el empleo, por ejemplo, de paneles prefabricados de hormigón. Para facilitar la reutilización efectiva de los materiales, es preciso incentivar a las empresas de reciclaje e incorporarlas a la cadena de suministro de materiales para la construcción de edificios.

Cuadro 10: Marco de acción prioritaria para el Objetivo 1

OBJETIVO 1: UTILIZACIÓN DE MATERIALES CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
A: Gobiernos nacionales, regionales y locales	1.1 Incentivar la eficiencia de los materiales	- Experiencias previas de creación de normas reguladoras - Autoridad gubernamental y obligación de regular los materiales con bajas emisiones de carbono. - Compromisos adoptados internacionalmente. - Subvenciones públicas para construcciones con materiales bajos en carbono.	- Falta de un organismo regulador único. - Insuficiente atención a la economía circular. - Falta de recursos para subvenciones.	- Establecer un marco de gobernanza con varios niveles. - Elaborar mejores normativas basadas en la evaluación del ciclo de vida. - Formular políticas que garanticen el cumplimiento de los compromisos internacionales.
C: Fabricantes, minoristas y proveedores	1.1 Incentivar la eficiencia de los materiales	- Los mercados son flexibles y pueden modificarse para adaptarse a la eficiencia de los materiales. - Ya existe un sistema de certificación.	- El mercado existente de materiales con bajas emisiones de carbono no es rentable. - Falta de acceso a materiales asequibles y de calidad. - Falta de reconocimiento de las certificaciones a escala internacional.	- Hacer que las normas de funcionamiento sean congruentes con los materiales bajos en carbono. - Informar sobre normas por puntos basadas en certificaciones. - Establecer incentivos que impliquen beneficios claros para las empresas.
H: Ámbito académico e institutos de investigación	1.1 Incentivar la eficiencia de los materiales	- Conocimientos acumulados mediante herramientas y metodologías. - Proyectos que desarrollen materiales bajos en carbono.	- Dificultad para aplicar enfoques sostenibles. - Falta de desarrollo y acceso a materiales bajos en carbono.	- Generar alianzas entre el sector privado, el sector público y el mundo académico. - Introducir materiales nuevos y accesibles con tecnologías que reduzcan las emisiones de GEI.

Cuadro 11: Marco de acción prioritaria para el Objetivo 2

OBJETIVO 2: DISEÑO CON UNA MENOR UTILIZACIÓN DE MATERIALES				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
A: Gobiernos nacionales, regionales y locales	2.2 Adoptar políticas en materia de diseño que promuevan una larga vida útil de los edificios	● Existe una base de conocimientos para crear normas. ● Utilizar certificaciones y normativas voluntarias. ● Los tasadores tienen en cuenta la normativa.	● Escasa aplicación de la legislación. ● Legislaciones imperfectas. ● Falta de medidas punitivas.	● Reforzar los sistemas de verificación e incluirlos en la normativa sobre construcción. ● Ampliar la disponibilidad de materiales con bajas emisiones de carbono.
D: Promotores privados, contratistas y auto-constructores	2.2 Adoptar políticas en materia de diseño que promuevan una larga vida útil de los edificios	● Existe una base de conocimientos para crear normas. ● Utilizar certificaciones y normativas voluntarias. ● Los tasadores tienen en cuenta la normativa.	● Falta de incentivos. ● Falta de planificación y de acceso a la asistencia técnica (autoconstructores).	● Participar en la mejora de la normativa.
E: Arquitectos, diseñadores y consultores	2.1 Potenciar la capacidad de los diseñadores	● El interés por la construcción de edificios sostenibles es cada vez mayor.	● Falta de información. ● Falta de capacitación de los albañiles en lo que se refiere a materiales reciclados y con bajas emisiones de carbono. ● Falta de acceso a la asistencia técnica por parte de los promotores (autoconstructores).	● Formar a los albañiles para que utilicen materiales reciclados y con bajas emisiones de carbono.
H: Ámbito académico e institutos de investigación	2.1 Potenciar la capacidad de los diseñadores	● Hay mucho talento académico y público. ● En México y América Latina existen cursos y titulaciones relacionados con la sostenibilidad y la construcción baja en carbono que pueden incorporarse a las carreras universitarias.	● Falta de información contextualizada.	● Participar en la creación de una base de datos de materiales con bajas emisiones de carbono.

Cuadro 12: Marco de acción prioritaria para el Objetivo 3

OBJETIVO 3: DESCARBONIZACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MATERIALES				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
A: Gobiernos nacionales, regionales y locales	3.1 Impulsar múltiples vías para la descarbonización en el sector del cemento	- Supervisar la calidad de las construcciones. - Existencia de herramientas de evaluación comparativa y declaración ambiental de producto para el cemento. - Elaborar una hoja de ruta para el proceso de descarbonización de la industria cementera. - Certificaciones y procesos de financiación que generan beneficios.	- Falta de normativa para el cemento con baja huella de carbono. - Falta de apoyo financiero para normalizar la industria cementera baja en carbono.	- Establecer incentivos para utilizar cemento bajo en carbono. - Estudiar la rentabilidad y viabilidad de la transformación del sector. - Fomentar el reconocimiento público mediante el etiquetado. - Incorporar normas y estándares a los reglamentos vigentes y controlar su cumplimiento. - Ofrecer incentivos. - Prestar más apoyo a los productores.
	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	Existen conocimientos sobre materiales de origen biológico.	Falta de disponibilidad de materiales de origen biológico.	Plantar bosques sostenibles.
B: Instituciones financieras	3.1 Impulsar múltiples vías para la descarbonización en el sector del cemento	- Certificaciones y procesos de financiación que generan beneficios. - Crear productos financieros que favorezcan la baja huella de carbono en el cemento.	Falta de apoyo financiero para normalizar la industria cementera baja en carbono.	- Reforzar la capacidad institucional para elaborar normativas sólidas. - Prestar más apoyo a los productores.
C: Fabricantes, minoristas y proveedores	3.1 Impulsar múltiples vías para la descarbonización en el sector del cemento	- Certificaciones y procesos de financiación que generan beneficios. - Adoptar principios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG).	Falta de incentivos para descarbonizar el sector del cemento.	- Aprovechar la ayuda financiera internacional para proyectos de energía verde. - Establecer políticas de apoyo al uso de materiales respetuosos con el medio ambiente.
	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	Creación de nuevos productos para sectores de bajos ingresos.	- Los materiales de origen biológico necesitan mucho tiempo para ser adoptados. - La competencia en el mercado aumenta el precio de los materiales biológicos.	Difundir información sobre las características de los materiales de origen biológico.

OBJETIVO 3: DESCARBONIZACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MATERIALES				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
D: Promotores privados, contratistas y auto-construtores	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	● Construir edificios asequibles, de calidad y resistentes.	● Escasa demanda de materiales de origen biológico.	● Incorporar y promover materiales de origen biológico entre los usuarios.
E: Arquitectos, diseñadores y consultores	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	● Incorporar materiales de origen biológico en los diseños. ● Mantener prácticas basadas en datos.	● Falta de definiciones claras. ● Desconocimiento de que los materiales contribuyen a la descarbonización. ● Falta de una normativa clara para el uso de materiales de origen biológico.	● Mantener actualizados los conocimientos sobre materiales con bajas emisiones de carbono y su uso en la construcción. ● Elaborar definiciones y estrategias claras para el uso de materiales de origen biológico.
H: Ámbito académico e institutos de investigación	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	● Elaborar pruebas de laboratorio para certificar y evaluar los materiales.	● Falta de definiciones claras. ● Falta de financiación para I+D en nuevos sistemas de construcción.	● Crear fondos de riesgos compartidos para incentivar la I+D.
I: Sociedad civil	3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	● Experiencia disponible en casas autoconstruidas con materiales de origen biológico.	● Las técnicas de construcción tradicionales están estigmatizadas.	● Elaborar y difundir información del ámbito académico destinada a los promotores y la sociedad civil. ● Generar interés en el uso de materiales naturales.

Cuadro 13: Marco de acción prioritaria para el Objetivo 4

OBJETIVO 4: DESCARBONIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
A: Gobiernos nacionales, regionales y locales	4.1 Potenciar la capacidad de los fabricantes	• Ley de Economía Circular CDMX, Norma ambiental 007 CDMX, EDOMEX, QRO, NL, COAH.	• Falta de plataformas para impulsar las capacidades de los fabricantes.	• Diseñar un programa de creación de capacidades con la ayuda del gobierno local para los fabricantes. • Prestar apoyo financiero a los fabricantes. • Difundir información a través de cursos y programas.
	4.4 Políticas claras de descarbonización de los materiales	• México ha actualizado las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN). • Existe una taxonomía sostenible para la financiación de las construcciones.	• Las legislaciones locales no están actualizadas. • Falta de personal formado. • Oposición de sindicatos y agentes mineros.	• Mayor trazabilidad y control de la utilización de materiales bajos en carbono. • Imponer restricciones a las empresas que no cumplan la normativa. • Establecer incentivos fiscales y financieros • Certificación mediante etiquetado.
C: Fabricantes, minoristas y proveedores	4.1 Potenciar la capacidad de los fabricantes	• Existen numerosas plataformas de formación en línea. • Formación en eficiencia y ahorro energéticos.	• Falta de formación en materia de descarbonización de materiales y economía circular.	• Elaborar cursos y herramientas específicos en torno al ciclo de vida de los materiales. • Mayor trazabilidad y control de la utilización de los materiales. • Incentivar las mejores prácticas.
F: Empresas de demolición y reciclaje	4.1 Potenciar la capacidad de los fabricantes	• Existe una taxonomía sostenible en México.	• Resistencia cultural a utilizar materiales reciclados. • Costos elevados.	• Mayor trazabilidad y control de la utilización de materiales bajos en carbono. • Aplicar las mejores prácticas.
	4.4 Políticas claras de descarbonización de los materiales	• Algunos Estados cuentan con políticas e iniciativas centradas en la economía circular.	• Elevados costos financieros para implantar nuevas políticas.	• Utilizar las plantillas existentes y concebidas para la economía circular.

Cuadro 14: Marco de acción prioritaria para el Objetivo 5

OBJETIVO 5: REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS Y AUMENTO DE LA REUTILIZACIÓN Y EL RECICLAJE				
	Medidas prioritarias	Oportunidades	Obstáculos	Soluciones
A: Gobiernos nacionales, regionales y locales	5.1 Incentivar la renovación y la adaptación de edificios para ampliar su vida útil	Elaboración de políticas para incentivar la innovación.	Dificultad para cambiar la administración.	Organizar una campaña de regulación de la propiedad para lograr un cambio generalizado en la administración.
	5.3 Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	- Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) actualizadas. - Ley de Economía Circular de la Ciudad de México. - Taxonomía de la sostenibilidad.	- Escasa reglamentación en materia de economía circular. - Escasa normativa municipal y regional.	Gravar la extracción de materiales que generan altos niveles de residuos.
B: Instituciones financieras	5.1 Incentivar la renovación y la adaptación de edificios para ampliar su vida útil	- Los edificios son activos de bajo riesgo. - La renovación y la adaptación ofrecen un alto rendimiento de la inversión. - Oportunidad de invertir en una nueva cartera.	- Escasa financiación para acceder a las tecnologías verdes. - Falta de datos e información sobre proyectos y activos verificados por terceros. - La ilegalidad de la propiedad es un obstáculo para la concesión de financiación.	- Crear productos y servicios financieros para contribuir a la renovación y adaptación de edificios. - Gravar la extracción de materiales que generan altos niveles de residuos.
D: Promotores privados, contratistas y auto-constructores	5.3 Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	- La apertura de nuevas líneas de productos aumentará las ventas. - Reducir costos. - Generar nuevas empresas y empleo.	Falta de orientaciones metodológicas o procedimientos para la deconstrucción.	Proporcionar mejores tipos de interés y desgravaciones fiscales.
F: Empresas de demolición y reciclaje	5.3 Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	- La apertura de nuevas líneas de productos aumentará las ventas. - Reducir costos. - Generar nuevas empresas y empleo.	Falta de orientaciones metodológicas o procedimientos para la deconstrucción.	Proporcionar mejores tipos de interés y desgravaciones fiscales.
H: Ámbito académico e institutos de investigación	5.3 Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	Generar capacidades institucionales y de investigación.	Escasa investigación sobre técnicas y procesos de deconstrucción.	- Investigar sobre la deconstrucción. - Proporcionar formación continua sobre el tema.



© Atinun / AdobeStock

MEDIDAS PARA ACELERAR LA DESCARBONIZACIÓN DE LOS MATERIALES

El marco de acción prioritaria que se desarrolló a través de una serie de talleres a los que asistieron las partes interesadas nacionales de México muestra que todas las partes implicadas deben adoptar medidas en materia de eficiencia de los materiales para que se puedan aprovechar las oportunidades existentes y suprimir los obstáculos. No obstante, dado que el cambio climático avanza a marcha forzada, es imperativo actuar para acelerar la agenda de cero emisiones netas en el sector de la construcción de edificios residenciales en México. Para ello, en los cuadros siguientes se indican las medidas precisas que deben emprenderse para acelerar cada una de las medidas prioritarias presentadas en las secciones anteriores. Las medidas que se recogen en las siguientes secciones son fruto de las propuestas elaboradas por las partes interesadas nacionales en una mesa redonda independiente celebrada durante el 2.º taller nacional.

Los participantes calcularon los años necesarios para que cada una de las medidas prioritarias referidas en las tablas siguientes se aplicara en todo México. Además, se establecen las razones fundamentales del calendario actual y se indican las medidas necesarias para acelerar el proceso de descarbonización de cada medida prioritaria. Para acelerar el proceso de descarbonización en un plazo de 5 años, los participantes sugirieron recabar datos, proporcionar ayuda financiera, prestar apoyo técnico para el desarrollo de normas, emprender investigaciones e impartir formaciones. Las medidas a más largo plazo (entre 10 y 20 años) incluyen la consecución de indicadores de resultados, la institucionalización de un impuesto sobre el carbono, una mayor consulta a las partes interesadas y la descarbonización de la industria pesada. Estas medidas contribuirán a descarbonizar el sector de la construcción de edificios residenciales en un plazo de 20 años.



Cuadro 15: Hoja de ruta para acelerar el proceso de descarbonización

Medidas prioritarias	< 5 años	10-20 años
OBJETIVO 1: UTILIZACIÓN DE MATERIALES CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO		
1.1 Incentivar la eficiencia de los materiales	• Confeccionar herramientas de medición en colaboración con el mundo académico. • Difundir conocimientos y crear capacidades. • Comunicación eficaz sobre las ventajas de los materiales con bajas emisiones de carbono. • Elaborar métodos de evaluación para evitar la "publicidad verde engañosa". • Prestar apoyo internacional. • Hacer que las herramientas y los instrumentos sean congruentes. • Eliminación gradual de la aplicación sectorial. • Coordinación transversal. • Actualizar la normativa local.	
OBJETIVO 2: DISEÑO CON UNA MENOR UTILIZACIÓN DE MATERIALES		
2.1 Potenciar la capacidad de los diseñadores	• Obtener financiación internacional. • Colaboración entre el mundo académico, el sector público, el sector privado, la sociedad civil y las asociaciones. • Obtener información técnica de diversos países.	
2.2 Adoptar políticas en materia de diseño que promuevan una larga vida útil de los edificios	• Grupos de presión técnicos. • Elaborar legislaciones receptivas. • Generar voluntad política. • Elaborar modelos energéticos dinámicos y contextualizados.	
OBJETIVO 3: DESCARBONIZACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE MATERIALES		
3.1 Acelerar múltiples vías para la descarbonización en el sector del cemento	• Publicar investigaciones anteriores. • Los Gobiernos deben impulsar la descarbonización. • Las empresas manufactureras deben compartir información. • Elaborar una norma común para todos los fabricantes. • Reforzar la coordinación y la colaboración entre los distintos agentes. • Impulsar las investigaciones tecnológicas.	
3.4 Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	• Identificar materiales de origen biológico y publicar su clasificación. • Mejorar la calidad de los materiales producidos para hacerlos atractivos a los clientes de gama alta. • Ofrecer incentivos monetarios a quien demuestre un elevado porcentaje de reducción de GEI. • Diseñar proyectos ejemplares para demostrar los beneficios del confort térmico. • Incentivar prácticas medibles de descarbonización. • Elaborar manuales de utilización de materiales biológicos y difundirlos públicamente.	

Medidas prioritarias	< 5 años	10-20 años
OBJETIVO 4: DESCARBONIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN		
4.1 Potenciar la capacidad de los fabricantes	• Ofrecer sesiones de capacitación mediante la colaboración del mundo académico, el Gobierno y los fabricantes. • Implicar al sector financiero para establecer programas de créditos verdes, como los incentivos fiscales. • Campañas de comunicación.	
4.4 Políticas claras de descarbonización de los materiales	• Establecer un fondo de garantía para la financiación preferente (incentivos). • Proponer incentivos fiscales para su inclusión en la Ley de Economía Circular. • Proponer un plan nacional de normalización de certificados.	
OBJETIVO 5: REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS Y AUMENTO DE LA REUTILIZACIÓN Y EL RECICLAJE		
5.1 Incentivar la renovación y la adaptación de edificios para ampliar su vida útil	• Organizar una campaña de regulación de la propiedad. • Crear productos y servicios financieros para contribuir a la renovación y adaptación de edificios. • Sensibilizar a los distintos agentes mediante grupos de trabajo, asociaciones público-privadas y memorandos de entendimiento con compromisos claros.	
5.3 Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	• Crear grupos de trabajo, foros nacionales y plataformas para facilitar información actualizada sobre los procesos de deconstrucción. • Proporcionar patrocinios financieros. • Colaborar para compartir información y resultados de investigación con organizaciones, empresas de demolición y reciclaje, contratistas y promotores privados.	



© jobi_pro / AdobeStock

RECOMENDACIONES DE LA HOJA DE RUTA

A continuación, se propone una serie de recomendaciones basadas en las sugerencias formuladas por las partes interesadas para acelerar el objetivo de un futuro con bajas emisiones de carbono, así como en los obstáculos y oportunidades que se presentan a los distintos agentes del sector de la construcción de edificios residenciales:

- 1) Recabar datos precisos sobre materiales con bajas emisiones de carbono y explorar su utilización para fundamentar la aplicación de estrategias de eficiencia energética basadas en datos, la elaboración de políticas, las prácticas de diseño y la priorización de medidas.
- 2) Prestar apoyo técnico y financiero para la elaboración de políticas mediante procesos consultivos en el que participen el mundo académico, los agentes de la industria, las instituciones financieras y los responsables políticos.
- 3) Prestar apoyo técnico y financiero para la aplicación de las estrategias de uso eficiente de los materiales mediante la capacitación de arquitectos, ingenieros, consultores, contratistas y responsables políticos.
- 4) Invertir en I+D para impulsar nuevas tecnologías y materiales con bajas emisiones de carbono en colaboración con institutos académicos y de investigación, y con profesionales de la industria.
- 5) Reforzar la consulta a las partes interesadas, esto es, el mundo académico, los agentes de la industria, las instituciones financieras, los responsables políticos, los usuarios de edificios y la sociedad civil para conocer las opiniones de los ciudadanos y generar conciencia pública sobre la eficiencia de los materiales en el sector de la construcción.
- 6) Coordinar las medidas emprendidas en el marco de Proigualdad 2020-2024 en los distintos subsectores de la construcción de edificios residenciales para impulsar la igualdad de género en el sector y fomentar una adopción más sostenida y generalizada de las estrategias de igualdad de género.
- 7) Aprovechar los mecanismos financieros públicos y privados, incluidas las sociedades de inversión inmobiliaria, para apoyar iniciativas ecológicas en todo el ciclo de vida de los materiales de construcción. Esto implica, entre otras cosas, la descarbonización de los procesos de fabricación, la aplicación de procesos de diseño y construcción con bajas emisiones de carbono, o la promoción de estrategias de eficiencia de los materiales a través de proyectos piloto.
- 8) Incorporar la deconstrucción de edificios y la reutilización y reciclaje de materiales en las estrategias políticas, la gestión de la construcción y los planes de estudios universitarios, e impulsar la integración de las empresas de demolición en la cadena de suministro de materiales.
- 9) Promover y apoyar iniciativas subnacionales relacionadas con la economía circular y la descarbonización del sector de la construcción, así como difundir e intercambiar buenas prácticas de ciudades y regiones pioneras.
- 10) Aprovechar la inercia natural del creciente mercado de la construcción sostenible para generar incentivos (monetarios y no monetarios) que promuevan una mayor participación del sector privado y mejoren la relación entre la oferta y la demanda.
- 11) Vincular los mecanismos públicos actuales con los sistemas de certificación de edificios de la iniciativa privada para reforzar el concepto y el cumplimiento de los objetivos de cambio climático y la percepción nacional del desarrollo sostenible.
- 12) Actualizar gradualmente las leyes y reglamentos subnacionales y locales en materia de construcción para armonizarlas con las iniciativas e instrumentos de desarrollo nacionales vigentes.



© Elich Sacco / AdobeStock

OTROS ASPECTOS

Estas directrices técnicas proponen una serie de medidas prioritarias fundamentales para impulsar la descarbonización del sector de la construcción de edificios residenciales en México a través de modelos, análisis de políticas, cartografía de sistemas dinámicos y consultas a las partes interesadas. Sobre la base de los resultados de estas directrices técnicas, cabe presentar los siguientes aspectos:

- Las actuales contribuciones determinadas a nivel nacional de México proporcionan un mandato instructivo que favorece los objetivos de eficiencia de los materiales propuestos en estas directrices técnicas.
- México tiene una importante trayectoria en la formulación de políticas, programas, instrumentos y mecanismos para la sostenibilidad de la vivienda. Sin embargo, estas iniciativas deben complementarse con una aplicación, supervisión e información eficaces.
- México ha iniciado su camino hacia la descarbonización del sector de la construcción y avanza en la buena dirección. No obstante, es importante promover un liderazgo institucional que permita coordinar las necesidades de colaboración y dirigir las iniciativas y los mecanismos de aplicación de forma transversal.
- Aunque existen herramientas, fuentes de información y plataformas de formación y sensibilización que abordan el tema de la eficiencia de los materiales o la construcción sostenible y baja en carbono, es importante promover su utilización por parte de diseñadores, constructores, instituciones financieras y usuarios finales.
- Los propósitos implícitos en las estrategias de eficiencia de los materiales son ambiciosos y su cumplimiento exigirá un esfuerzo significativo y una amplia colaboración.
- Las empresas de demolición y reciclaje pueden integrarse mejor en la cadena de suministro de materiales a través de plataformas ya existentes como la AMRCD. Integrarse en la deconstrucción de edificios, el reciclaje y la reutilización de materiales tiene un gran potencial para reducir la demanda de materiales.
- Aunque existen productos de financiación verde para las empresas que se dedican al reciclaje de materiales de construcción, dichos productos suelen destinarse principalmente a grandes proyectos, por lo que se ha generado un nicho de oportunidad en la financiación de las PYME.
- Aunque la mayoría de las normas vigentes se centran en la eficiencia energética de los edificios, se han formulado normas y políticas de eficiencia de los materiales que deben aplicarse con mayor rigor.
- El sector de la autoconstrucción de viviendas tiene un potencial significativo, aunque escasamente documentado, para contribuir a la reducción de las emisiones de GEI. Si bien, el Estado reconoce ahora el papel de la autoconstrucción, es necesario elaborar políticas específicas realistas que establezcan la aplicación de estrategias de eficiencia de los materiales en este sector.
- Es preciso que exista una institución que controle, supervise y examine de manera constante los mecanismos para la implementación de la eficiencia de los materiales en México.
- La elaboración de estas directrices técnicas se basa en una serie de talleres de cartografía participativa de sistemas y cartografía de medidas prioritarias, y los resultados se desprenden de las propuestas presentadas por los participantes en los talleres, la modelización cuantitativa y la revisión de la literatura y las políticas. El proceso puede repetirse para supervisar los avances hacia un futuro con bajas emisiones de carbono y orientar las medidas en función del cambio de circunstancias.
- Durante las sesiones participativas, las partes interesadas nacionales se mostraron entusiasmadas y optimistas sobre la posibilidad de implantar la mayoría de las medidas de eficiencia de los materiales en menos de 5 años, salvo en el caso de la descarbonización y sustitución de materiales (OBJETIVO 3), cuya realización se prevé que lleve hasta 20 años. Las opiniones de los participantes estaban supeditadas a la aplicación efectiva de las medidas propuestas y el apoyo de todos los agentes pertinentes.

ANEXOS

Anexo I: Marco de acción detallado

1	OBJETIVO 1: UTILIZACIÓN DE MATERIALES CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO	
1.1	Incentivar la eficiencia de los materiales	• Reducir la demanda de materiales con alto contenido en carbono. • Incentivar los materiales bajos en carbono. • Fomentar el uso de materiales reciclados y adaptados.
1.2	Comprometerse a reducir las emisiones de carbono incorporado de los materiales	• Exigir evaluaciones de las emisiones de carbono incorporado o análisis del ciclo de vida (ACV) para las nuevas inversiones de gran envergadura y públicas. • Exigir a los organismos públicos que divulguen información sobre las emisiones de carbono incorporado en carteras y/o activos. • Ofrecer incentivos financieros a los productos y modelos empresariales con bajas emisiones de carbono. • Apoyar el uso de préstamos preferenciales o hipotecas para estimular un mercado de materiales con bajas emisiones de carbono.
1.3	Fomentar las bajas emisiones de carbono mediante contrataciones públicas y proyectos piloto	• Crear una red de proveedores de materiales ecológicos. • Integrar la cuestión de las emisiones de carbono incorporadas en las normativas de planificación y construcción. • Exigir información en todas las nuevas construcciones y en los grandes proyectos de renovación. • Iniciar proyectos piloto de materiales bajos en carbono y ofrecer incentivos de desarrollo a los promotores de proyectos. • Incluir en las contrataciones públicas la obligación de utilizar materiales con bajas emisiones de carbono.
1.4	Sensibilizar sobre las ventajas de la construcción con bajas emisiones de carbono	• Informar y sensibilizar. • Promover herramientas, formación y capacitación sobre materiales y tecnologías con bajas emisiones de carbono. • Realizar y encargar investigaciones y estudios de casos sobre materiales y procedimientos con bajas emisiones de carbono. • Impartir formación a los organismos gubernamentales sobre la recopilación de datos relativos a las emisiones de carbono incorporadas a los materiales y a los proyectos de construcción, y sobre la creación de una serie de políticas integradas. • Impartir formación sobre la elaboración de herramientas de información y evaluación para promotores de proyectos, diseñadores y consumidores, en cuestiones como la divulgación de las emisiones de carbono incorporadas, el análisis del ciclo de vida (ACV), el etiquetado y las declaraciones ambientales.

2 OBJETIVO 2: DISEÑO CON UNA MENOR UTILIZACIÓN DE MATERIALES		
2.1	Potenciar la capacidad de los diseñadores	- Formación de profesionales (arquitectos, ingenieros, contratistas, etc.) - Impartir formación sobre el cumplimiento de las normas como el etiquetado. - Desarrollar sistemas de acreditación para profesionales con conocimientos de diseño eficiente de materiales.
2.2	Adoptar políticas en materia de diseño que promuevan una larga vida útil de los edificios	Incentivar el diseño adecuado, los materiales más duraderos, la modularidad y la renovación/mejora.
2.3	Ofrecer métodos de descarbonización mejorados y de calidad	- Promover una selección de los materiales basada en datos. - Utilizar las evaluaciones del carbono a lo largo de toda la vida para fundamentar las decisiones de descarbonización.
2.4	Elaborar normativas para construcciones resistentes a catástrofes y otras contingencias	- Garantizar que los edificios puedan resistir circunstancias extremas. - Reconstrucción duradera tras las catástrofes.
2.5	Optimizar las técnicas de construcción	- Optimizar el entramado y el andamiaje. - Optimizar el refuerzo de acero en edificios de hormigón. - Utilizar técnicas avanzadas de encuadre: reducir las redundancias en el encuadre. - Utilizar el modelado de información para la construcción (BIM). - Utilizar componentes de construcción prefabricados y modulares.

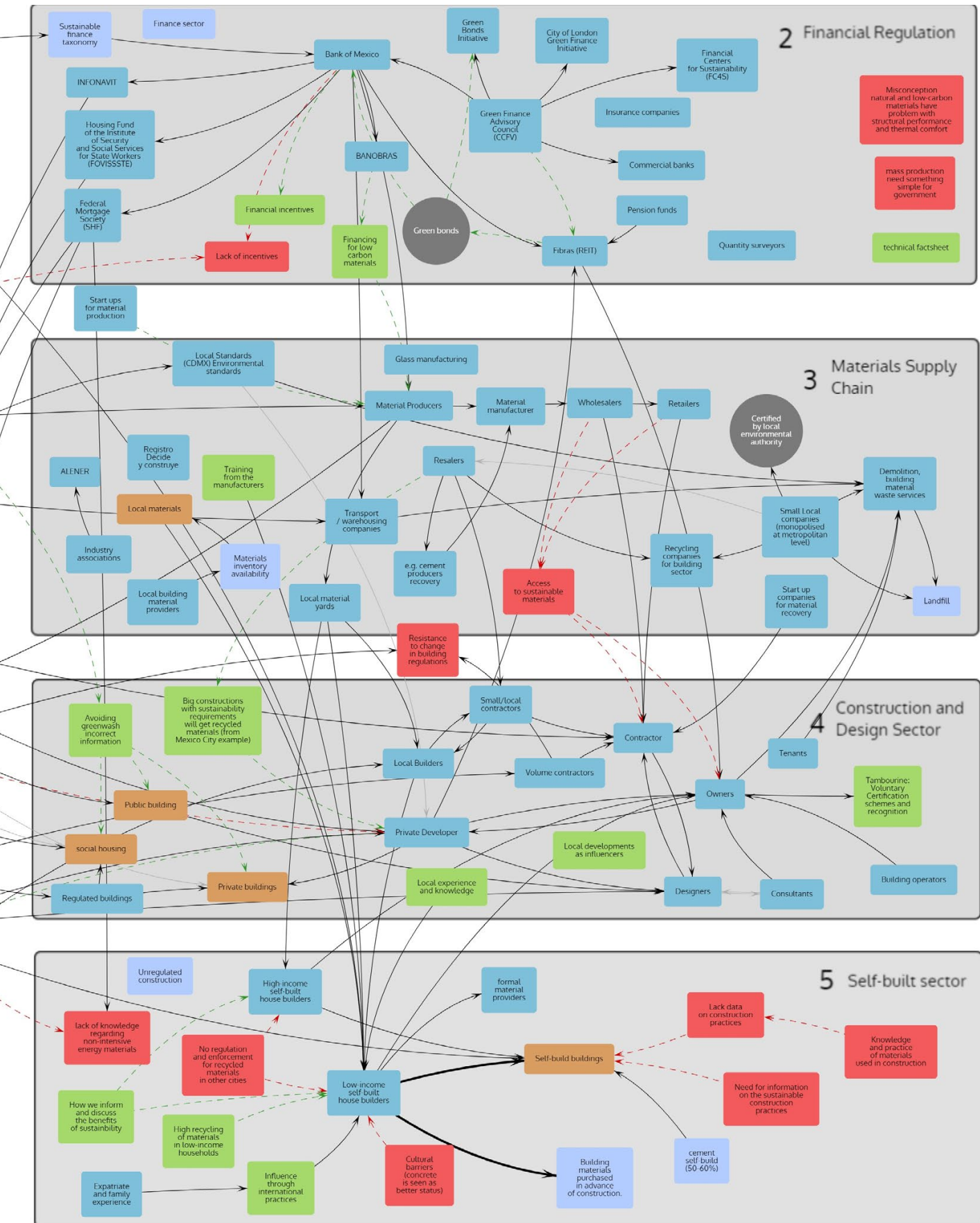
3 OBJETIVO 3: UTILIZACIÓN DE MATERIALES CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO		
3.1	Acelerar múltiples vías para la descarbonización en el sector del cemento	- Incrementar la financiación de las asociaciones público-privadas para acelerar el desarrollo, la presentación y la comercialización de tecnologías y técnicas de descarbonización del hormigón. - Invertir en capacidades científicas de los materiales para tecnologías y prácticas del hormigón.
3.2	Reducir la huella de carbono del sector siderúrgico	- Fomentar la modernización de las plantas existentes para que utilicen la mejor tecnología disponible en la fabricación de acero. - Prestar apoyo financiero y estructural a la I+D sobre tecnologías de bajas emisiones en fase inicial. - Incentivar las estrategias de eficiencia de los materiales en todo el ciclo de vida del acero para aumentar su circularidad y reducir su carbono incorporado.
3.3	Invertir en la transformación radical del procesamiento de los materiales de construcción (por ejemplo, el aluminio) y reducir al mínimo el infrarreciclaje	- Mejorar la recogida y la clasificación por categorías al final de la vida útil para maximizar el uso de la chatarra en la producción futura de materiales y evitar el riesgo de destinarla a aplicaciones de bajo valor. - Invertir en la transición hacia métodos de fabricación digitalizados fuera de las instalaciones y fomentar estos procesos para reducir en gran medida los residuos de materiales ineficientes y las emisiones a la atmósfera procedentes de técnicas de construcción in situ anticuadas e ineficientes.
3.4	Fomentar la incorporación de materiales de origen biológico	- Facilitar la adopción de materiales de construcción locales y bajos en carbono mediante el fomento de prácticas intensivas de fabricación de ladrillos con suelos comprimidos, la sustitución del material cementoso y el mortero, y la utilización de subproductos residuales como las cenizas volantes en las industrias del carbón. - Utilizar madera producida de forma sostenible. - Fomentar la concienciación entre los profesionales de la construcción colaborando con asociaciones del sector.

4	OBJETIVO 4: DESCARBONIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	
4.1	Potenciar la capacidad de los fabricantes	• Impartir formación sobre la reducción de las emisiones de carbono incorporadas a los materiales, el aumento de la eficiencia en los procesos de fabricación y los principios del diseño circular. • Impartir formación sobre el cumplimiento de las normas, como el etiquetado. • Proporcionar capacitación en los temas de estructuras ligeras, lograr desarrollos de alta densidad sin depender de estructuras altas (esto es, reducir la dependencia del acero y el hormigón), utilizar herramientas y metodologías adecuadas de análisis del ciclo de vida (ACV).
4.2	Incrementar la inversión en innovación e I+D	• Establecer medidas de apoyo a la investigación aplicada sobre materiales y soluciones con bajas emisiones de carbono, de origen biológico y producidos localmente. • Poner en marcha estrategias para descarbonizar los sectores difíciles de eliminar. • Aplicar políticas que permitan mejorar el diseño y las decisiones de compra basadas en las emisiones de carbono incorporadas y la energía.
4.3	Promover el cambio de combustible y una mayor eficiencia en la fabricación de materiales de construcción	• Establecer medidas para acelerar la aplicación de la descarbonización en las industrias de fabricación de materiales de construcción. • Incluir las industrias de fabricación de materiales de construcción en los esfuerzos de gestión de la demanda. • Promover la gestión energética mediante la elaboración de guías de buenas prácticas. • Fomentar el establecimiento/colaboración de centros de formación/laboratorios de desarrollo de materiales a través de agentes innovadores del sector académico y privado y la participación de organismos oficiales de certificación de productos y materiales.
4.4	Políticas claras de descarbonización de los materiales	• Promover normas claras y coherentes para el etiquetado del carbono. • Garantizar unas condiciones equitativas para los materiales de construcción con bajas emisiones de carbono mediante un compromiso internacional y multilateral.

5	OBJETIVO 5: REDUCCIÓN DE LOS RESIDUOS Y AUMENTO DE LA REUTILIZACIÓN Y EL RECICLAJE	
5.1	Incentivar la renovación y adaptación de edificios para ampliar su vida útil	• Diseñadores capaces de concebir proyectos para adaptar los edificios. • Diseños y materiales modulares para permitir nuevos usos. • Contar con políticas de construcción y planificación que permitan y faciliten la adaptación.
5.2	Reutilizar y reciclar los residuos de los edificios al final de su vida útil	• Establecer planes y sistemas de recogida y reutilización/reciclaje de residuos de construcción y demolición. • Incentivar los diseños de edificios y fomentar un mercado para la reutilización de materiales y desarrollar normas que garanticen la calidad y eficacia de su utilización.
5.3	Mejorar los procesos de deconstrucción para permitir la reutilización y la adaptación	• Desarrollar directrices o protocolos para la deconstrucción. • Promover la clasificación selectiva de materiales y residuos desde su emplazamiento. • Promover y normalizar las instalaciones de recuperación y almacenamiento de materiales. • Facilitar la participación de diseñadores y recicladores, en su calidad de partes interesadas, para identificar los puntos de congestión y los problemas de calidad del suministro.
5.4	Destinar incentivos económicos a aumentar los volúmenes totales de reciclaje	• Incentivar la recogida y clasificación eficaces para crear mercados secundarios competitivos. • Fomentar la limpieza de los flujos de reciclaje para minimizar el infrarreciclaje. • Invertir en nuevos equipos para recoger, clasificar y convertir los residuos en el momento de la demolición de los edificios, con el fin de que puedan reutilizarse eficazmente en un nuevo ciclo de vida. • Poner en marcha incentivos comerciales (contenido reciclado) y normativos (objetivos de recogida) que garanticen que los polímeros procedentes de construcción, renovación y demolición se recogen de los vertederos y se destinan al reciclaje.

Anexo II: Mapa sectorial dinámico





BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Internacional de Energía. 2017. *Energy Technology Perspectives: Catalysing Energy Technology Transformations*.
- Agencia Internacional de Energía. 2022. *Roadmap for Energy-Efficient Buildings and Construction in ASEAN: Timelines and actions towards net zero-carbon buildings and construction*.
- Banco Mundial. 2019. *México - Evaluación de Género*. Washington DC.
- Banco Mundial. 2023. *México: panorama general*. Se puede consultar en: <https://www.worldbank.org/en/country/mexico/overview#1https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?end=2019&locations=MX&start=1990&view=chart> [Consultado el 30 de mayo de 2023].
- Buechler, S. 2016. Gendered vulnerabilities and grassroots adaptation initiatives in home gardens and small orchards in Northwest Mexico. *Ambio* 45, pp. 322–334. doi: 10.1007/s13280-016-0832-3.
- Consejo Nacional de Población de México. 2018. *Indicadores Demográficos de México de 1950 a 2050*. Se puede consultar en: https://conapo.segob.gob.mx/work/models/CONAPO/pry23/Mapa_Ind_Dem23/index_2.html [Consultado el 30 de mayo de 2023].
- G20. 2021. *Comunicado sobre Medio Ambiente del G20*. Nápoles.
- Gobierno de México. 2022. *Construcción de edificios residenciales*.
- Gobierno de México. 2023. *Ley de Economía Circular de la Ciudad de México*. Ciudad de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. 2021. *Encuesta Nacional de Vivienda 2020, Principales resultados*. Aguascalientes.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México. 2022. *Cuenta Satélite de Vivienda de México 2021*. Aguascalientes. Se puede consultar en: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/CSV/CSV2021.pdf> [Consultado el 30 de mayo de 2023].
- Kiptot, E. y Franzel, S. 2012. Gender and agroforestry in Africa: A review of women's participation. *Agroforestry Systems* 84(1), pp. 35–58. doi: 10.1007/s10457-011-9419-y.
- Milford, R.L., Pauliuk, S., Allwood, J.M. y Müller, D.B. 2013. The Roles of Energy and Material Efficiency in Meeting Steel Industry CO₂ Targets. *Environmental Science & Technology* 47, pp. 3455–3462.
- Mujer y Medio Ambiente. 2010. *Género y Cambio Climático en México: En dónde está el debate*.
- Panel Internacional de Recursos. 2020. *Eficiencia de los recursos y cambio climático: estrategias de eficiencia de los materiales para un futuro con bajas emisiones de carbono*. Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., y Heeren, N. (comp.) Nairobi, Kenya: Un informe del Panel Internacional de Recursos. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Panel Internacional de Recursos. 2022. *2022-2025 Work Programme of the International Resource Panel*.
- Pauliuk, S., Fishman, T., Heeren, N., Berrill, P., Tu, Q., Wolfram, P. y Hertwich, E.G. 2021. Linking Service Provision to Material Cycles - A New Framework for Studying the Resource Efficiency-Climate Change (RECC) Nexus. *Journal of Industrial Ecology* (25), pp. 260–273.
- Pauliuk, S. y Heeren, N. 2020. ODYM—An Open Software Framework for Studying Dynamic Material Systems: Principles, Implementation, and Data Structures. *Journal of Industrial Ecology* 24(3), pp. 446–458.
- Pauliuk, S., Sjöstrand, K. y Müller, D.B. 2013. Transforming the Norwegian Dwelling Stock to Reach the 2 Degrees Celsius Climate Target: Combining Material Flow Analysis and Life Cycle Assessment Techniques. *Journal of Industrial Ecology* 17(4), pp. 542–554.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2023. *Building Materials and the Climate: Status and Solutions*. Nairobi.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México. 2022. *Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022*. Ciudad de México.
- Shanks, W., Dunant, C.F., Drewniok, M.P., Lupton, R.C., Serrenho, A. y Allwood, J.M. 2019. How much cement can we do without? Lessons from cement material flows in the UK. *Resources, Conservation and Recycling* 141, pp. 441–454.
- Shiva, V. 1992. Women's Indigenous Knowledge and Biodiversity Conservation. *India International Centre Quarterly* 19(1/2), pp. 205–214.

SOBRE EL PANEL INTERNACIONAL DE RECURSOS

Objetivo del Panel

El Panel Internacional de Recursos se creó para proporcionar evaluaciones científicas independientes, coherentes y autorizadas sobre el uso de los recursos naturales y sus impactos ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida. El objetivo del Panel es contribuir a un mayor conocimiento sobre cómo desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental y mejorar al mismo tiempo el bienestar.

El Panel, que cuenta con el amplio apoyo de gobiernos y comunidades científicas, está constituido por eminentes científicos y expertos de todas las partes del mundo, que aportan su experiencia multidisciplinar para abordar cuestiones de gestión de recursos.

La información presentada en los informes del Panel Internacional de Recursos tiene los siguientes objetivos:

- basarse en datos y ser pertinente para la elaboración de políticas,
- servir de base para la formulación y el desarrollo de políticas, y
- apoyar la evaluación y el seguimiento de la eficacia de las políticas.

Resultados del panel

Desde su creación en 2007, el Panel Internacional de Recursos ha publicado más de 33 evaluaciones. Las evaluaciones proporcionadas por el Panel hasta la fecha demuestran las numerosas posibilidades que tienen los gobiernos, las empresas y la sociedad en general de colaborar para crear y aplicar políticas que, en última instancia, conduzcan a una gestión sostenible de los recursos, en particular mediante la mejora de la planificación, la innovación tecnológica y el fomento de incentivos e inversiones estratégicos.

Tras su creación, el Panel dedicó primero gran parte de sus investigaciones a cuestiones relacionadas con la utilización, las existencias y la escasez de recursos determinados, así como a la elaboración y aplicación de la perspectiva consistente en “desvincular” el crecimiento económico del uso de los recursos naturales y la degradación ambiental. Estos informes incluyen análisis sobre recursos específicos como los biocombustibles, el agua y la utilización y reciclado de residuos metálicos en la sociedad.

Valiéndose de esta base de conocimientos, el Panel pasó a examinar enfoques sistemáticos de la utilización de los recursos, entre los que figuran los siguientes: el estudio de las repercusiones directas e indirectas del comercio en el uso de los recursos naturales; los nexos entre recursos y movilidad humana; las cuestiones de gestión sostenible de la tierra y los sistemas alimentarios; los sectores económicos prioritarios y los materiales para la gestión sostenible de los recursos; los beneficios, riesgos y compensaciones de las tecnologías con bajas emisiones de carbono; la disociación a escala urbana; y el potencial desaprovechado para desvincular el uso de los recursos y los impactos ambientales relacionados con el crecimiento económico.

Próximos trabajos

En los próximos meses, el Panel Internacional de Recursos se centrará, entre otros, en los temas siguientes: situación, tendencias, enfoques y soluciones en relación con la gestión sostenible de los recursos; las implicaciones socioeconómicas de la eficiencia de los recursos y la economía circular; los nexos entre las finanzas y la utilización sostenible de los recursos; y la economía circular en los productos electrónicos de consumo.

Puede encontrar más información sobre el Panel y sus investigaciones en:

Sitio web: www.resourcepanel.org

Twitter: <https://twitter.com/UNEPIRP>

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/resourcepanel>

Contacto: unep-irpsecretariat@un.org



International
Resource
Panel

Para más información:
International Resource Panel Secretariat
United Nations Environment Programme
1 rue Miollis – Building VII – 75015 Paris, France
Email: unep-irpsecretariat@un.org
www.resourcepanel.org
Twitter: @UNEPIRP
LinkedIn: www.linkedin.com/company/resourcepanel