

### HOJA DE RUTA PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE MASSACHUSETTS PARA EL 2050



Un informe encargado por la Oficina Ejecutiva de Energía y Asuntos Ambientales para identificar estrategias rentables y equitativas para garantizar que Massachusetts alcance el cero neto en emisiones de gas de efecto invernadero para el 2050.







### Índice

1.	Visión general y misión del proyecto	<b>1</b>
2.	Enfoque	<b>5</b>
	Enfoque analítico	6
	Consideraciones de equidad para la descarbonización profunda	<b>8</b>
	Participación de los grupos de interés	<b>9</b>
3.	Transición hacia el cero neto en 2050	10
4.	Estrategias para alcanzar el cero neto	18
	Transporte ligero	<b>21</b>
	Transporte, aeronaves y navíos medios y pesados	22
	Edificios residenciales y comerciales	
	Electricidad y energía	24
	Emisiones de la industria y emisiones no relacionadas con la energía	25
	Secuestro natural de carbono	26
	Eliminación adicional de dióxido de carbono	27
5.	Alcanzar el cero neto: Implicaciones para políticas y acciones	29



### Visión general y misión del proyecto

En la administración Baker-Polito, y dentro del marco de la Ley de Soluciones para el Calentamiento Global (GWSA, por sus siglas en inglés), el estado de Massachusetts se comprometió a alcanzar emisiones netas cero de gases de efecto invernadero (GHG, por sus siglas en inglés) para el 2050.¹ Encargado por la Oficina Ejecutiva de Energía y Asuntos Ambientales (EEA, por sus siglas en inglés), el Estudio de la hoja de ruta para la descarbonización en 2050 (Estudio de la hoja de ruta) se diseñó para asistir al estado en este objetivo y culmina con este Informe de la hoja de ruta para la descarbonización en 2050 (Informe de la hoja de ruta). El objetivo del Estudio de la hoja de ruta era ofrecer al estado una comprensión general de las estrategias y las transiciones necesarias en el corto y largo plazo para alcanzar el cero neto para el 2050 mediante el uso de la mejor metodología científica e investigativa disponible. También apuntaba a entender los compromisos de las diferentes vías para alcanzar los niveles de descarbonización profunda exigidos por ese límite. El Estudio de la hoja de ruta informará la determinación de la EEA del límite provisional de emisiones del estado para el 2030, así como el próximo Plan de energía limpia y clima para el 2030 (2030 CECP, por sus siglas en inglés), el plan de acción de políticas del estado para alcanzar de forma equitativa y económica el límite del año 2030 mientras se maximiza la capacidad de Massachusetts de alcanzar el cero neto para el 2050.

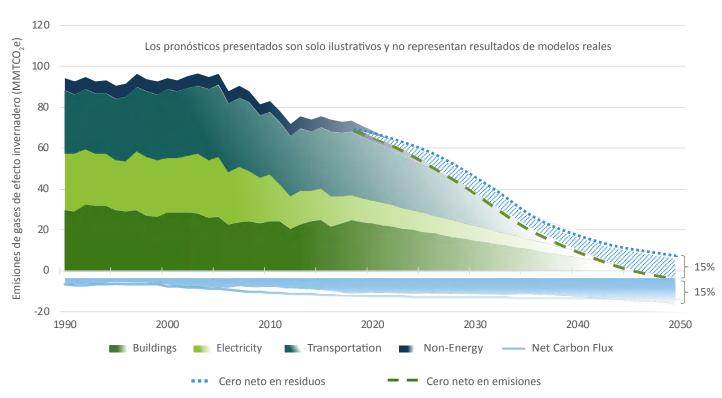
El Estudio de la hoja de ruta se propuso abordar muchas cuestiones complejas relacionadas con la descarbonización profunda en todo el estado, pero mantuvo el enfoque en una pregunta central para quiar el análisis:

¿Cómo puede el estado alcanzar el cero neto y, al mismo tiempo, mantener una economía sana, equitativa y próspera?

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Luego de la declaración de cero neto del gobernador durante su discurso del estado del 21 de enero de 2020 y en virtud de la autoridad que le confiere la ley GWSA, la Oficina Ejecutiva de Energía y Asuntos Ambientales fijó el límite de emisiones para el 2050 en todo el estado para exigir el logro del cero neto de emisiones para el 2050, definido como: "Un nivel de emisiones de gases de efecto invernadero en todo el estado que sea igual en cantidad a la cantidad de dióxido de carbono, o su equivalente, que se elimina de la atmósfera y se almacena anualmente por el estado, o que es atribuible a este; siempre que, no obstante, el nivel de las emisiones no sea en ningún caso superior a un nivel que sea un 85 por ciento inferior al de 1990". Ver ilustración en la Figura 1.

Para responder a esa pregunta, este Informe de la hoja de ruta constituye una síntesis de la amplia tarea analítica del Estudio de la hoja de ruta. El Estudio de la hoja de ruta completo incluyó un análisis integrado del sistema energético intersectorial que exploró ocho "vías" diferentes de reducciones de emisiones para el 2050, cada una con capacidad para apoyar la consecución del cero neto en emisiones en el 2050. Además, incluyó cuatro análisis específicos de sectores, enfocados en edificios, transporte, en emisiones no relacionadas con la energía y en el potencial de secuestro de carbono de tierras naturales y explotadas de Massachusetts, así como un análisis separado de impacto económico y sanitario. Los informes técnicos complementarios y los apéndices de cada uno de esos elementos del Estudio de la hoja de ruta ofrecen detalles, contextos y análisis adicionales que sirven de base para la información presentada en este documento.

Figura 1. El cero neto exige reducciones en las emisiones más profundas que las estipuladas en el objetivo anterior del estado del "80% para el 2050", y agrega un nuevo requisito para equilibrar cualquier emisión restante con la misma cantidad de eliminación de carbono de la atmósfera.



### MÁS DE UNA DÉCADA DE ACCIÓN CLIMÁTICA INTEGRADA

El estado tiene una trayectoria en cuanto a tomar medidas específicas para abordar, adaptarse y mitigar el cambio climático, que incluye:

#### 2008

Os decretos **Ley de Soluciones para el Calentamiento Global** (GWSA) **y Ley de Comunidades Verdes** promulgadas. Massachusetts se convierte en uno de los primeros estados de la nación en comprometerse formalmente con un programa regulatorio que exige reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (como mínimo, un 25% por debajo de los niveles de 1990 en 2020, y, como mínimo, un 80% por debajo de los niveles de 1990 en 2050) y en reformar integralmente su marco de política energética y adquisiciones para estar en consonancia con ese objetivo.

#### 2010

Publicación del **Plan de energía limpia y clima para el 2020** (2020 CECP, por sus siglas en inglés). El primer plan de acción climática integral del estado delineó una cartera de políticas integrada, diseñada para garantizar la consecución del límite provisional de emisiones de 2020.

#### 2011

Se publica el **Informe de adaptación al cambio climático.** El informe constituyó la primera evaluación integral del estado de vulnerabilidad y riesgo de los impactos del cambio climático en todo Massachusetts, y de las estrategias potenciales para una mejor preparación del estado ante el cambio climático.

#### 2015

Publicación del **2020 CECP actualizado**, con políticas y proyecciones actualizadas de reducciones de emisiones y estrategias de reducción de emisiones para garantizar la consecución del límite provisional de 2020.

#### 2016

El gobernador Baker firma la **Orden Ejecutiva 569**, que establece una estrategia climática integrada para el estado y **una Ley para Promover la Diversidad Energética** que autoriza grandes adquisiciones de recursos eólicos e hidroeléctricos marinos.

#### 2017

La administración Baker-Polito lanza el primer **Programa Municipal de Preparación para la Vulnerabilidad** del país, el cual brinda apoyo a ciudades y pueblos de todo el estado para identificar vulnerabilidades relacionadas con el cambio climático, priorizar medidas críticas y desarrollar la resiliencia comunitaria.

#### 2018

El gobernador Baker promulga **una Ley de Avance hacia la Energía Limpia**, que fija nuevos objetivos para tecnologías eólica marina, solar y de almacenamiento.

### 2018

Se publica el **Plan estatal de mitigación de riesgos y adaptación climática**. Massachusetts se convierte en el primer estado en integrar plenamente su marco de planificación estatal de mitigación de riesgos y adaptación al cambio climático para generar resiliencia a largo plazo y reducir los riesgos relacionados con el cambio climático.

#### 2018

La Comisión sobre el Futuro del Transporte en el estado publica Opciones de gestión: recomendaciones para afrontar el futuro del transporte y Massachusetts se une a otras 9 jurisdicciones en la Iniciativa para el Transporte y el Clima para elaborar una política regional para un transporte con bajas emisiones de carbono.

#### 2018

Publicación del **Informe de progreso decenal de la ley GWSA**. El informe demuestra que el estado está en camino para cumplir con los límites de 2020 luego de haber reducido satisfactoriamente sus emisiones de 2016 a un 21.4% por debajo de los niveles de 1990, al mismo tiempo que contribuía al crecimiento de su economía y brindaba apoyo a más de 100,000 empleos de energía limpia dentro del estado.

#### 2020

La administración Baker-Polito establece el cero neto como límite legal en las emisiones del estado para el 2050.

#### 2020

Publicación de la **Hoja de ruta para la descarbonización para el 2050** y del **Plan de energía limpia y clima para el 2030**, que describen las estrategias a largo plazo y las acciones a corto plazo para que el estado alcance el cero neto en emisiones.

#### 2020

Massachusetts, Connecticut, Rhode Island y el Distrito de Columbia lanzan un programa regional de límite e inversión, el Programa de Iniciativa de Transporte y Clima (TCI-P), diseñado para reducir significativamente las emisiones del transporte y generar \$ 160 millones por año en Massachusetts para el transporte. inversiones relacionadas.

2017



### Enfoque analítico

El Estudio de la hoja de ruta se concibió para ofrecer al estado un conocimiento integral de las necesidades para una transición general de descarbonización a largo plazo. El estudio permitirá al estado entender mejor las implicancias y los requisitos, particularmente en el corto plazo. A continuación, se examina el enfoque analítico, la consideración de equidad y las actividades de participación de grupos de interés para el Estudio de la hoja de ruta.

### El análisis técnico realizado para el Estudio de la hoja de ruta se concibió para alcanzar los objetivos siguientes:



Comenzar con el análisis técnico para permitir políticas e implementación: el análisis debe buscar entender los requisitos físicos fundamentales y las opciones tecnológicas para alcanzar el cero neto. Esto es necesario para permitir un diseño inteligente de políticas para cumplir con los objetivos de descarbonización mientras se mantiene una economía sana, equitativa y próspera.



Explorar múltiples vías hacia el cero neto para apoyar el desarrollo de estrategias de descarbonización robustas y resilientes: el análisis debe analizar una serie de vías técnica y económicamente viables con el fin de incursionar en la dinámica de sistemas de bajo carbono y en las interdependencias entre sectores. Este enfoque permitirá al estado hacer avances significativos y continuos con confianza hacia el cero neto concentrándose en acciones "sin arrepentimientos" a lo largo de 30 años de cambio e incertidumbre.



**Crear opcionalidad para el estado:** el análisis debe estar diseñado de manera tal que se mantenga tanta flexibilidad y que se investiguen tantas técnicas de descarbonización como sea posible con el fin de desarrollar una serie de opciones para que legisladores y grupos de interés evalúen y sometan a consideración.



Usar modelos "retrospectivos" (backcasting) para entender mejor las transformaciones necesarias para llegar al 2050: el análisis debe estar basado en alcanzar satisfactoriamente el cero neto en 2050 y analizar las formas de alcanzarlo. Este enfoque tiene el beneficio agregado de identificar posibles "callejones sin salida" que, si bien reducen las emisiones o el costo a corto plazo, podrían impedir que el estado alcance el cero neto o aumentar drásticamente el costo futuro derivado de hacerlo.



Producir datos detallados para desbloquear y facilitar la implementación de políticas y la acción del mercado: el análisis debe resultar en hallazgos basados en datos que puedan guiar el diseño de políticas y programas por parte del estado, los servicios públicos, la comunidad empresarial y el público para cumplir con los objetivos de descarbonización.

Con estos objetivos en mente, dos enfoques de modelado diferentes contribuyeron a los hallazgos presentados en este Informe de la hoja de ruta, que se detallan más en los seis informes técnicos complementarios. Los enfoques se resumen a continuación y están ilustrados en la Figure 2:

- Un análisis integrado, intersectorial y regional de las vías del sistema energético que consiste en los resultados de ocho vías de alto nivel diferentes (el *Informe de las vías de energía*);
- Análisis específicos de Massachusetts por sector para los sectores de edificios, transporte, no relacionados con la energía, y de la tierra (se detalla más en el *Informe técnico del sector* de edificios, el *Informe técnico del sector del transporte*, el *Informe técnico del sector no* relacionado con la energía y el *Informe técnico del sector de la tierra, respectivamente*) y un análisis de impactos económicos y sanitarios (detallado en el *Informe técnico de análisis de impactos económicos y sanitarios*).

Mientras que el límite de cero neto en emisiones de 2050 especifica la reducción de, como mínimo, el 85% de las emisiones brutas, los análisis cuantitativos del Estudio de la hoja de ruta incursionaron en los costos, los requisitos y en la dinámica del sistema para conseguir reducciones en las emisiones del sistema de energía comparables a un 90% inferiores al nivel de las de 1990 para el 2050 en todo el estado. Esto se hizo con el fin de maximizar las futuras opciones del estado en relación con los niveles óptimos de reducciones en las emisiones de 2050 versus la captura de carbono en 2050, en particular, el costo marginal de cada una, que, en conjunto, alcanzarán el cero neto.

## Consideraciones de equidad para la descarbonización profunda

Alcanzar el cero neto en los próximos treinta años es un elemento importante del compromiso en curso y formal del estado para garantizar que toda la población de Massachusetts esté protegida de la contaminación ambiental y pueda vivir y disfrutar de un ambiente limpio y sano.² De hecho, durante mucho tiempo, demasiadas personas han soportado desproporcionadamente las cargas ambientales y sanitarias relacionadas con nuestra economía energética actual. Esto es particularmente cierto para quienes viven en comunidades encuadradas en la justicia ambiental (EJ, por sus siglas en inglés), tanto rurales como urbanas,³ que experimentan tasas superiores a las tasas promedio de impactos ambientales adversos para la salud debido a su proximidad a los impactos acumulativos localizados y a la degradación ambiental a largo plazo relacionada, entre otras cosas, con la combustión de combustibles fósiles. Además de mejorar la calidad del aire en todo el estado, la descarbonización promete reducir drásticamente muchas de las cargas ambientales actuales y específicas de cada lugar. También traerá treinta años de actividad económica nueva y sostenida con el potencial de revitalizar comunidades de todo Massachusetts en situación de desventaja y, en ocasiones, devastadas por los cambios históricos en las economías regionales, nacionales y globales.

No obstante, a pesar de los extensos efectos positivos de la descarbonización, la capacidad de los residentes de Massachusetts de participar en esta transición de treinta años diferirá según factores tales como el nivel de ingresos, la capacidad de acceder y beneficiarse de los recursos disponibles,

la ubicación en entornos urbanos y rurales, el dominio del inglés y la marginación previa. Esta consideración es particularmente importante al considerar estrategias a corto y largo plazo para alcanzar el cero neto, pues el análisis del Estudio de la hoja de ruta demuestra que la descarbonización de toda la economía puede ser exitosa solo si todos nosotros, en todo el estado y en todas sus comunidades, somos parte de la solución. En consecuencia, la participación pública amplia y sostenida durante la elaboración de políticas y programas, particularmente con nuestras comunidades de EJ y con residentes de bajos ingresos, no solo será necesaria para evitar resultados desiguales, sino que será un paso clave para lograr un futuro con cero neto en emisiones.



<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Protecciones que se definen en el artículo 97, Constitución del Estado.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Tal como se define en la Política de EJ de 2017 de la EEA, el 33% de los residentes del estado que vivían en el 7% de la tierra residían en una comunidad de EJ. Existen comunidades de EJ en cada condado del estado.

### Participación de los grupos de interés

Los aportes de los grupos de interés internos y externos se incorporaron en el Estudio de la hoja de ruta durante todo el período del estudio e incluyeron actualizaciones y consultas con el Comité Asesor de Implementación (IAC, por sus siglas en inglés) de la GWSA y sus Grupos de Trabajo, un Comité de Dirección Técnica (TSC, por sus siglas en inglés), y representantes del personal de agencias del estado y del Centro de Energía Limpia de Massachusetts (MassCEC, por sus siglas en inglés).<sup>4</sup> La EEA también organizó una serie de reuniones públicas para recabar comentarios sobre algunos de los componentes básicos del informe, recopiló comentarios públicos a través de un portal en línea sobre el estudio y organizó un período específico de comentarios públicos sobre el establecimiento del límite de cero neto en emisiones para el 2050.

Originalmente, el IAC fue establecido por la GWSA y se reúne regularmente para deliberar y brindar asesoramiento a la EEA sobre la implementación de la ley, particularmente en lo que respecta a estrategias para alcanzar las reducciones exigidas en las emisiones. Los miembros incluyen a representantes de muchos sectores, entre ellos, comercio, industria y fabricación; transporte; consumidores de bajos ingresos y comunidades de EJ; generación, distribución y eficiencia de la energía; protección y conservación del medioambiente; y gobierno local e instituciones académicas. El IAC también tiene varios grupos de trabajo autodesignados, entre ellos, el grupo de trabajo para la Justicia climática, formado recientemente, en enero de 2020, para asesorar directamente sobre el diseño de políticas que puedan beneficiar a las poblaciones de EJ y otras comunidades históricamente marginadas. Además de las frecuentes reuniones públicas informativas con el IAC sobre el desarrollo del Estudio de la hoja de ruta, los grupos de trabajo del IAC se reunieron con la EEA y aportaron importantes conocimientos externos al Estudio de la hoja de ruta.



El TSC se creó específicamente para este Estudio de la hoja de ruta para ayudar a asesorar a la EEA y al equipo de proyectos acerca de elementos técnicos del análisis, tales como supuestos, herramientas de modelado, calibración y sensibilidades. El TSC estaba compuesto por académicos del estado con conocimientos en una variedad de temas, entre ellos, economía, transporte, equidad social, biología, edificios, salud pública, políticas y sistemas de energía.

La EEA también involucró a una coalición más amplia de grupos de interés al comienzo del Estudio de la hoja de ruta y antes de que entraran en juego medidas de salud y seguridad relacionadas con el COVID-19. En noviembre de 2019, se congregó a más de 100 participantes en un ejercicio de pronóstico para entender los factores que probablemente influirán en las iniciativas del estado para alcanzar el cero neto. Los temas clave deliberados

durante el ejercicio fueron usados como base para las vías y sensibilidades del modelado del sistema de energía y para ayudar a determinar los aportes y las prioridades del Estudio de la hoja de ruta.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Las agencias incluyen la EEA, el Departamento de Recursos Energéticos, el Departamento de Transporte, el Departamento de Protección Ambiental y el Departamento de Servicios Públicos. El MassCEC es una agencia de desarrollo económico, semi pública y financiada por los contribuyentes de las tasas, que tiene el mandato de promover la innovación de la energía limpia y el crecimiento de la economía de la energía limpia en el estado.

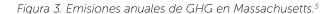


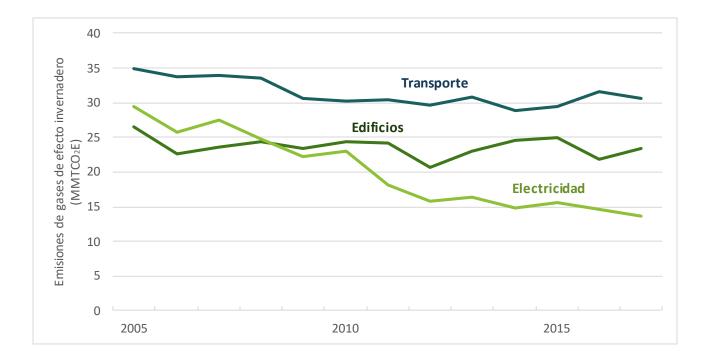
El Estudio de la hoja de ruta estableció que existen múltiples vías viables a través de las cuales el estado puede alcanzar el cero neto y que existen varias estrategias sólidas de descarbonización que, en conjunto, permitirán que Massachusetts alcance dicho objetivo de forma rentable, mientras continúe creciendo y manteniendo una economía local y regional dinámica. Pero el análisis también indicó que la manera en que Massachusetts y sus vecinos persiguen sus objetivos climáticos (la elección entre dos o más vías potenciales) podría afectar drásticamente los costos, riesgos e impactos ambientales más amplios relacionados con la transformación de la descarbonización profunda. Independientemente de ello, además de alcanzar los objetivos climáticos del estado, todos los escenarios con cero neto en emisiones brindarán importantes beneficios económicos y sanitarios en todo el estado.

El desafío fundamental para alcanzar el cero neto no es técnico, sino práctico. Las tecnologías y técnicas básicas que Massachusetts necesita para alcanzar el cero neto son conocidas y, en su mayor parte, comercializadas, aunque existen algunas barreras importantes para la implementación que deben gestionarse y reducirse activamente. Para alcanzar el cero neto, Massachusetts y sus vecinos deberán implementar de forma colaborativa una diversidad de estrategias para transformar la forma de consumir y producir energía y la forma de gestionar los recursos de la tierra. A continuación, se presenta un resumen de estas transformaciones clave y una breve discusión de algunas de sus implicaciones clave.

### Perspectiva sobre las emisiones del estado

La mayoría de las emisiones de GHG del estado provienen de la combustión de combustibles fósiles que proporcionan la fuente de energía para una serie de usos finales: movilidad para nuestros vehículos; calefacción y aire acondicionado para nuestros hogares y negocios; y fuente de alimentación para nuestra iluminación, nuestras computadoras y maquinaria industrial.



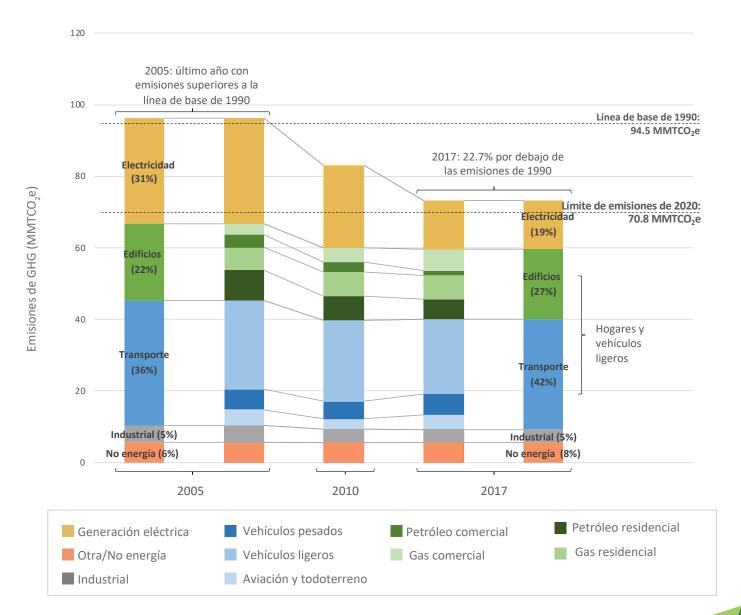


Durante la última década y media, las iniciativas de descarbonización de Massachusetts se han centrado en reducir las emisiones relacionadas con el suministro de electricidad, y ello con un efecto importante: desde 2005, las emisiones relacionadas con la electricidad del estado han disminuido en aproximadamente un 50%.(Figure 3).

Aunque el suministro de electricidad del estado debe continuar siendo más limpio cada año para alcanzar el cero neto, hoy en día aproximadamente la mitad de las emisiones que deben reducirse para 2050 provienen de hogares y de pequeñas empresas: el 60% de las emisiones del sector del transporte provienen de automóviles de pasajeros ligeros, camiones y vehículos deportivos utilitarios (SUV) y el 60% de las emisiones del sector de edificios provienen de hornos, calderas y calentadores de agua en hogares y oficinas.

El resto de las emisiones en todo el estado provienen de una combinación de emisiones de la industria y del sector no relacionado con la energía. Estos sectores tienen desafíos y limitaciones únicos de descarbonización.

Figura 4. Distribución de las emisiones actuales e históricas de GHG.



### Estrategias para reducir las emisiones

Reducir las emisiones para alinearse con el cero neto exige un enfoque de sistemas holísticos de acciones complementarias e integradoras (Figure 5). Para descarbonizar de forma satisfactoria y asequible, el estado debe: hacer una transición prácticamente total de sus "usos finales" de energía en detrimento de los combustibles fósiles; implementar niveles más altos de eficiencia energética y flexibilidad; descarbonizar rápidamente el suministro de energía para depender predominantemente de la generación de electricidad renovable; y eliminar el carbono

de la atmósfera preservando y aumentando los recursos naturales y otros.<sup>6</sup> Estos "pilares de descarbonización" fueron identificados en estudios anteriores de descarbonización profunda en los Estados Unidos y a nivel internacional. Estos elementos fundacionales se complementan entre sí; cada pilar aborda las limitaciones y maximiza las oportunidades relacionadas con los demás para asegurarse de alcanzar la descarbonización de forma rentable y con un bajo riesgo de fracaso en toda la economía.

Figura 5. Cuatro "pilares de descarbonización" clave para el estado.



### Gama de soluciones dominadas por la electricidad limpia

Con tantas de las emisiones remanentes del estado originadas en hogares y empresas (vehículos de pasajeros y calefacción de espacios/servicios de construcción), la descarbonización profunda requiere que se implementen tecnologías alternativas asequibles a escala. Reducir estas fuentes de emisiones a "nivel del consumidor" a casi cero para el 2050 es parte de una estrategia económica sólida y asequible, ya que puede no ser viable descarbonizar algunos usos finales (aviones comerciales) o eliminar todas las fuentes de combustibles no fósiles de los GHG (como, en el tratamiento de aguas residuales).

Aunque ya existen varias opciones limpias, tanto para el transporte ligero como para los servicios de edificios de viviendas y pequeñas empresas, la electrificación tiende a ser la opción más rentable, tanto individualmente como en la totalidad del sistema, y la más fácil de implementar. Implementar la electrificación en este contexto implica implementar vehículos eléctricos de forma generalizada en reemplazo de motores de gasolina y diésel, y sistemas electrificados de calefacción con bombas de calor en reemplazo de hornos y calderas de gas y petróleo.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Ver, por ejemplo, Deep Decarbonization Pathways Project [Proyecto de vías de descarbonización profunda], en el que se han estudiado 16 países desde 2014 (incluidos los EE. UU.): <a href="https://www.iddri.org/en/project/deep-decarbonization-pathways-project">https://www.iddri.org/en/project/deep-decarbonization-pathways-project</a>; 350 PPM Pathways for the United States [Vías para las 350 PPM para los Estados Unidos] de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (2019) <a href="https://resources.unsdsn.org/350-ppm-pathways-for-the-united-states">https://resources.unsdsn.org/350-ppm-pathways-for-the-united-states</a>; European Union Energy Roadmap to 2050 [Hola de ruta de energías de la Unión Europea para 2050] (2011) <a href="https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012\_energy\_roadmap\_2050\_en\_0.pdf">https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2012\_energy\_roadmap\_2050\_en\_0.pdf</a>; y Eurelectric Decarbonization Pathway [Vías de descarbonización de Eurelectric] (2018): <a href="https://www.eurelectric.org/decarbonisation-pathways/">https://www.eurelectric.org/decarbonisation-pathways/</a>.

No obstante, no es necesario electrificar todo para alcanzar el cero neto. Una variedad de combustibles y de estrategias de descarbonización tendrá un papel importante en ciertos sectores y para ciertos usos finales con restricciones de infraestructura, costos y viabilidad. En todas las situaciones examinadas, los combustibles con bajo contenido de carbono probablemente sigan siendo relativamente escasos

y costosos, incluso los producidos a escala. En consecuencia, los combustibles con bajo contenido de carbono deberían usarse estratégicamente y reservarse para aplicaciones limitadas, no para consumidores, en las que fueran más necesarios (o por necesidad técnica) para ayudar al estado a alcanzar el cero neto.

### Una red eléctrica regional equilibrada, dominada por las energías renovables

A medida que la electrificación de edificios y vehículos aumente drásticamente, Massachusetts deberá expandir significativamente su suministro de electricidad limpia. Según el costo y la disponibilidad, la mayor parte de esa nueva electricidad limpia provendrá de la generación renovable, particularmente de recursos eólicos marinos de primer nivel frente a la costa de Nueva Inglaterra, que pueden proporcionar electricidad "a granel", de bajo costo y libre de carbono en la mayor parte de las horas para toda la región y a lo largo del gran noreste. No obstante, aun una acumulación masiva de energía eólica marina no bastará para generar suficiente electricidad libre de carbono para alcanzar el cero neto. Para operar de forma rentable y segura una red eléctrica basada en la generación renovable variable, se necesita una cartera equilibrada de tecnologías de generación limpia compartidas en una amplia región geográfica. Junto con la energía eólica marina, el estado necesita un volumen igualmente grande de generación solar instalada en tejados y en

tierra, de almacenamiento de energía adicional y de varias nuevas líneas de transmisión de alto voltaje para Canadá y Nueva York que permitan compartir energía limpia de bajo costo, incluida la energía hidroeléctrica, con los vecinos del estado en la región noreste.

Las inversiones en eficiencia energética y la flexibilidad de carga eléctrica son, y seguirán siendo, cruciales para reducir costos y mejorar la seguridad del sistema, pero no cambian fundamentalmente el rumbo futuro. De hecho, debido a la eficiencia inherente de muchas tecnologías de electrificación, en particular, los sistemas de transmisión de vehículos eléctricos y las bombas de calor para calefacción y refrigeración, la electrificación de usos finales implica que puede usarse menos energía para proporcionar el mismo servicio. Sin embargo, debido a que los usos finales pasarán de las tecnologías basadas en fósiles actualmente predominantes a las tecnologías electrificadas, se prevé que la demanda de electricidad limpia prácticamente se duplique en 2050.



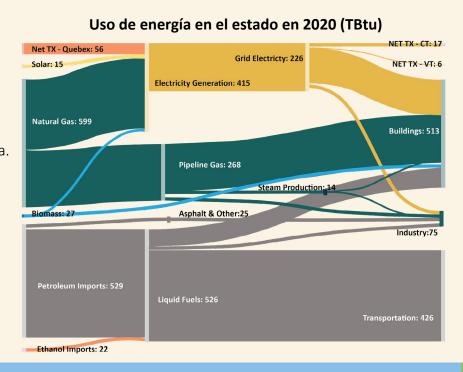
### La transición del sistema energético hacia el año 2050

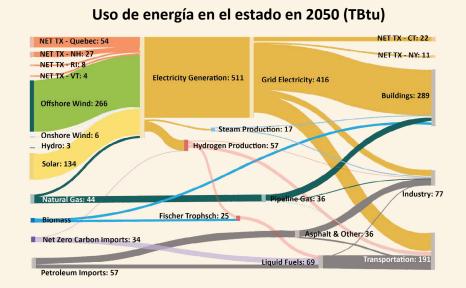
Alcanzar el objetivo de Cero Neto demandará una transformación de los sistemas de energía en todo el estado, con cambios esenciales en los próximos treinta años en flujos de energía, cambios en la oferta y la demanda, e impactos en los costos. Esta planilla de dos páginas destaca la escala del cambio necesario para alcanzar el objetivo y presenta dos vías de Energy Pathways Report: a reference case to 2050 and the All Options pathway to 2050 [Informe sobre vías de energía: caso de referencia para 2050 y la vía con todas las opciones para 2050].

### Flujos de energía

Las dos figuras siguientes ilustran cambios esenciales en el suministro de energía y uso final desde 2020 hasta 2050. A la izquierda de cada figura se encuentran las fuentes de energía. La altura de la barra indica la cantidad relativa de energía utilizada. A la derecha de cada figura se indican los sectores de uso de energía, tales como transporte y edificios. En el medio de cada figura se muestran las transformaciones de energía.

- 1. El estado pasa de usar combustibles fósiles en 2020 a usar recursos renovables en 2050 como fuentes de energía. Las principales fuentes de energía en 2050 son la energía eólica offshore, la energía solar y las importaciones de transmisión eléctrica.
- 2. La electrificación de muchos usos finales en los sectores de edificios y transportes produce mejoras en la eficiencia y una disminución de la demanda general de energía.



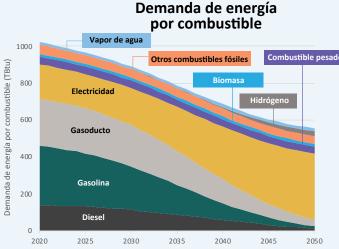


- 3. El uso de gas disminuye significativamente de 2020 a 2050, pero aun se lo sigue utilizando en 2050 para algunos usos en generación de energía y en edificios y transporte.
- 4. El acoplamiento sectorial con cargas industriales flexibles (como la producción de vapor de agua y de hidrógeno) ayuda a equilibrar la electricidad generada por alto niveles de energía renovable.

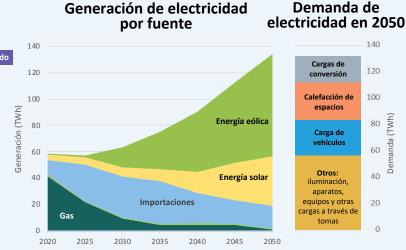
### Demanda y suministro de energía

La rápida transformación del sistema de energía afecta los servicios y el suministro de energía.

5. Con el tiempo, se electrifican los usos finales en los sectores de edificios y transportes, lo cual genera ahorros en eficiencia y una disminución de la demanda general de energía.

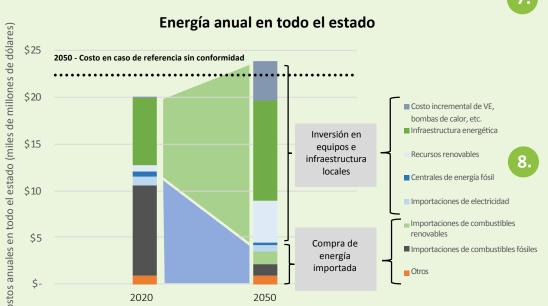


Los resultados de la electrificación en la creciente demanda de electricidad y en la generación de energías solar y eólica aumentan drásticamente desde el año 2025 hasta el 2050.



### Impactos en los costos

Los costos derivados de sistemas de energía descarbonizada no son significativamente más altos que los costos asociados a un sistema a base de combustibles fósiles en el año 2050.



- La inversión en equipos e infraestructura locales aumenta desde el año 2020 hasta el 2050 permiten costos operativos menores
- La compra de energía importada disminuye desde el año 2020 hasta el 2050, con la sustitución de combustibles fósiles importados por una combinación de energías diversas.

15

### Crear emisiones negativas en toda la región

Para alcanzar el cero neto, el estado también debe desarrollar y mantener su capacidad para eliminar dióxido de carbono de la atmósfera y para almacenarlo o secuestrarlo de forma duradera. Aun después de transformar y descarbonizar el sistema energético casi integralmente, en 2050 quedarán emisiones residuales en los sectores relacionados con la energía y los no relacionados con la energía del estado, provenientes del uso de combustibles fósiles residuales, de ciertos procesos industriales, de la agricultura y silvicultura, de la eliminación de residuos sólidos y del tratamiento de aguas residuales. Si se administran y mantienen adecuadamente, las tierras naturales y de explotación, principalmente

los 3.3 millones de acres de tierras forestales de Massachusetts, tendrán un papel fundamental en la absorción y en el almacenamiento de una gran parte (aproximadamente la mitad) de dichas emisiones. No obstante, para alcanzar el cero neto en el 2050, el estado deberá construir y acceder a un nuevo mercado para el secuestro de carbono y otras "emisiones negativas", lo que contribuirá a impulsar el desarrollo de fuentes mecánicas de captura directa de aire y que ayudará a respaldar y aumentar los recursos naturales del estado, al tiempo que permitirá que el estado apoye, aumente y acceda a los de sus vecinos en toda la región noreste.

### Alcanzar el cero neto de manera asequible para todos

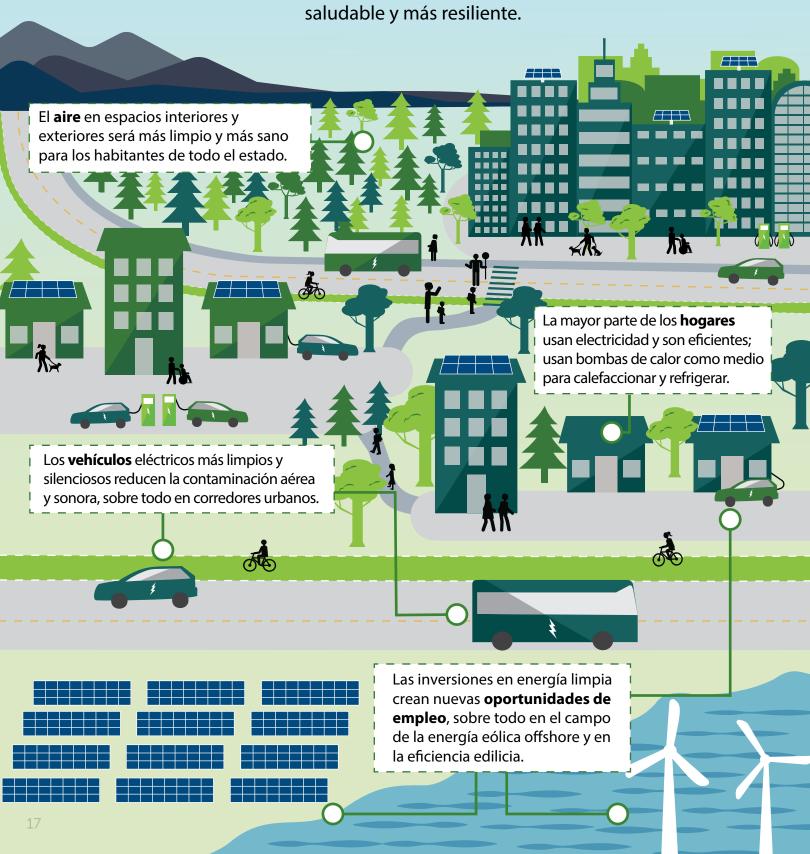
La descarbonización de los sistemas de energía del estado demandará que se hagan inversiones sustanciales en las próximas décadas, pero se trata de inversiones que generarán una oportunidad económica importante y que pagarán dividendos a las generaciones venideras de todo el estado. Cada año, los residentes de Massachusetts gastan más de \$15 mil millones en energía y equipos e infraestructura relacionados con la energía. La mayor parte de ese dinero sale de la región hacia estados y países que producen y refinan combustibles fósiles. Invertir una parte importante de ese gasto anual en tecnologías limpias reducirá y estabilizará las demandas y los costos generales de energía para empresas y familias, lo que proporcionará beneficios económicos y aumento del empleo, al tiempo que mejorará la calidad del aire y reducirá los costos de atención médica. Se estima que alcanzar el cero neto en el 2050 conduciría a una reducción de enfermedades cardíacas y respiratorias, con lo que se evitarían 400 muertes y 25,000 días de trabajo perdido al año. Estos beneficios están valorados en \$4 mil millones y medio anuales, lo que supera los costos proyectados de la vía; aproximadamente el 98% del beneficio se debe a una reducción en la mortalidad.

Además, invertir en la producción de energía local reciclará ese "costo" como inversión directa en la economía local del estado, lo que generará crecimiento en las industrias de energía limpia emergentes y aproximadamente 15,000 puestos de trabajo al año durante los próximos 30 años y tornará al estado y a la región noreste más autónomos y resilientes.

La inversión total necesaria para la descarbonización total, tanto para las personas como para el estado en su conjunto, puede minimizarse mediante la transición a tecnologías limpias cuando los equipos viejos lleguen al final de su vida útil y deban ser reemplazados. Esta oportunidad también representa una barrera, ya que estas instancias de recambio son poco frecuentes: automóviles y camiones, por ejemplo, suelen durar más de diez años, mientras que hornos y calderas pueden durar varias décadas. Alcanzar el cero neto para evitar los peores impactos del calentamiento global requiere, por ende, un ritmo de transformación que no será fácil de alcanzar y mantener; en ciertos casos, dicho ritmo podrá parecer incómodamente rápido. Las acciones de políticas de Massachusetts pueden y deben contribuir a garantizar, no solo que este cambio tecnológico se acelere drásticamente en los próximos años, sino que además se produzca junto con un acceso equitativo a los beneficios conocidos de la descarbonización, al tiempo que se evite una potencial distribución inequitativa de costos.

### **VÉASE EN EL AÑO 2050**

La transición hacia el cero neto en las emisiones tiene beneficios en todos los aspectos de la sociedad. Massachusetts se tornará más limpia, más saludable y más resiliente.





El límite de cero neto del estado exige reducciones en las emisiones de hasta un nivel que sea, como mínimo, un 85% inferior al de 1990 en todo el estado. Si bien dicho límite da lugar a reducciones potencialmente más profundas, cumplir con el límite de cero neto demandará que el estado no emita más de unos 14.2 millones de toneladas métricas de CO<sub>2</sub> equivalentes (MMTCO<sub>2</sub>e) de GHG en 2050, mientras que anualmente elimine y almacene una cantidad equivalente de dióxido de carbono de la atmósfera.

Simultáneamente, en las próximas tres décadas, deberá perseguirse una amplia gama de estrategias coordinadas con el fin de alcanzar dicho nivel: hacer la transición en edificios, vehículos y otros usos finales, abandonando el consumo de combustibles fósiles; perseguir agresivamente la eficiencia energética y la flexibilidad de la carga eléctrica para facilitar una descarbonización rentable; producir suministros de energía con cero o bajas emisiones de carbono; y facilitar la eliminación de dióxido de carbono. Este capítulo integra estos objetivos en tres grandes grupos de estrategias:



Estrategias para reducir las emisiones derivadas de la demanda de energía en usos finales a través de la electrificación, la sustitución de combustibles, la eficiencia y la flexibilidad. La transformación de los usos finales de energía del estado es fundamentalmente un problema de escala que demandará que se sustituyan millones de equipos utilizados a diario por los residentes y empresas de Massachusetts. El momento en que se efectúan esos reemplazos, principalmente en edificios y vehículos, es esencial para reducir al mínimo los costos y las cargas y maximizar los beneficios económicos.



Estrategias necesarias para suministrar de forma segura recursos energéticos con baja a cero emisión de carbono para los residentes de Massachusetts. Como base para la electrificación generalizada en toda la economía, se deben usar grandes cantidades de recursos de generación de electricidad (principalmente renovables) nuevos, de bajo costo y con cero emisiones de carbono, complementados con una gama de nuevos recursos de confiabilidad. Dadas las limitaciones físicas de su disponibilidad y producción, así como su alto costo, debe priorizarse el uso de combustibles sin carbono para usos finales particularmente difíciles de descarbonizar o de electrificar. La planificación del sistema es esencial para garantizar que los costos de energía sigan siendo bajos para los consumidores.



Estrategias que minimizan las emisiones residuales y maximizan la eliminación y el almacenamiento rentables del dióxido de carbono.<sup>7</sup>

Estas estrategias incluyen atender a las emisiones no relacionadas con la energía y emisiones industriales que puedan ser extremadamente costosas o imposibles de mitigar, y elaborar un sólido esquema para una gama de "emisiones negativas" mediante métodos de eliminación y almacenamiento de dióxido de carbono. Este Estudio de la hoja de ruta es la primera iniciativa integral del estado para entender cómo sus tierras naturales y de explotación, principalmente sus 3.3 millones de acres de tierras boscosas, pueden desempeñar un papel integral en suministrar las emisiones negativas requeridas para alcanzar el cero neto. Es importante destacar que este análisis muestra que, incluso con las mejores estrategias de conservación y manejo de la tierra y la madera, es poco probable que los recursos naturales de Massachusetts por sí solos puedan secuestrar la cantidad de carbono necesaria para alcanzar el cero neto. Se deberán seguir otros métodos de eliminación de dióxido de carbono dentro y fuera de Massachusetts.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Eliminación de dióxido de carbono (CDR, por sus siglas en inglés), y captura y almacenamiento o secuestro de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) son expresiones usadas para describir la remoción de dióxido de carbono de la atmósfera (producción de biomasa, captura directa de aire) y el 19 almacenamiento de carbono en depósitos por períodos prolongados (suelo, bosque, formaciones geológicas, humedales costeros). En general, CDR se refiere al proceso de remoción, mientras que almacenamiento o secuestro se refiere al proceso de colocación de dicho carbono en un depósito.

### Transformación del sistema hasta 2050

- Autos, camiones y autobuses sin emisiones y mayormente eléctricos; combustibles con cero emisiones de carbono tales como el hidrógeno ayudan a suministrar energía al resto del sistema de transporte.
- Un sistema público de tránsito saludable, con carriles para bicicletas, veredas y el desarrollo orientado al tránsito complementan la electrificación de vehículos y contribuyen a disminuir la congestión.

### **TRANSPORTE**







**EDIFICIOS** 

- Las bombas de calor de alto desempeño brindan una calefacción y un aire acondicionado limpios y económicos en términos de energía a la mayoría de los hogares.
- Más edificios y equipos eléctricos eficientes en el uso de la energía contribuyen a reducir las boletas de electricidad mensuales para la mayoría de las familias y micro empresas.
- Las energías eólica y solar están instaladas ampliamente para descarbonizar la matriz y atender a la creciente demanda de electricidad limpia.
- Una combinación diversa de recursos energéticos garantiza fiabilidad durante todo el año.
- Sistemas mejorados de transmisión y distribución aumentar el acceso a una serie diversa de recursos de bajo costo y permitir que la energía eólica offshore contribuya al suministro de energía en Nueva Inglaterra.

### SUMINISTRO DE ENERGÍA



### **EMISIONES**



- Los residuos orgánicos son compostados más rápidamente, los plásticos de un solo uso se reducen y reciclan y se disminuye la generación total de residuos.
- La agricultura y la industria se gestionan de forma responsable para reducir las emisiones.
- Los potentes gases industriales de efecto invernadero se sustituyen por alternativas beneficiosas para el ambiente.

 Los bosques y otras tierras naturales y bajo explotación se gestionan de forma estratégica para aumentar el secuestro de carbono en tanto que la salud y la resiliencia del ecosistema se mantienen e incrementan.

# USO DE LA TIERRA



### Transporte ligero

### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

• Los vehículos ligeros (LDV, por sus siglas en inglés) son actualmente responsables de aproximadamente el 27% de las emisiones en todo el estado.

### Transición necesaria para la descarbonización:

- Para el año 2050, las emisiones del transporte ligero tendrán que ser reducidas a casi cero.
- La estrategia principal para reducir las emisiones producidas por el transporte ligero está cambiando de vehículos a base de combustibles fósiles a vehículos con cero emisiones.
- Esto está respaldado por el mantenimiento y apoyo de sistemas de transporte público actuales, la reducción del uso de vehículos de ocupación individual, cuando fuera posible, la toma de decisiones de uso de tierra complementarias y el apoyo a una infraestructura de transporte activa, como la formada por carriles para bicicletas y aceras.

### Consecuencias a corto plazo:

- Considerando el ritmo esperado de todas las ventas de vehículos nuevos, la necesidad de poco tiempo para alcanzar una reducción significativa de las emisiones y el tiempo de vida media inferior a 15 años de la mayor parte de LDV, es fundamental que esta transformación se acelere a escala tan pronto como sea posible.
- La implementación de vehículos eléctricos demandará que se desarrolle una infraestructura de carga confiable y accesible en todo el estado.

### Las áreas continuas de futura investigación y la investigación avanzada en esta área incluyen:

- (1) desarrollo e implementación de políticas y sistemas para facilitar y garantizar cargas gestionadas, y
- (2) implementación de una estrategia de infraestructura de carga de vehículos en todo el estado.

La adopción total de LDV con cero emisiones en 2050 tendría beneficios para la salud pública; esto incluye el siguiente impacto anual estimado:

SE EVITARÁN **27** 

muertes por enfermedades respiratorias y cardiovasculares;

**1,700** 

días de ausencia laboral:

\$295
MILLONES

en beneficios de salud en total; y

## SE CREARÁN APROXIMADAMENTE 4,000 PUESTOS DE TRABAJO

para el 2050 para la electrificación de vehículos y la implementación de una infraestructura de carga en todas las flotas de vehículos ligeros y pesados.



## Transporte, aeronaves y navíos medios y pesados

#### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

 Los vehículos medios y pesados (MDHDV, por sus siglas en inglés), los ferrocarriles y aviones actualmente son responsables de alrededor del 14% de las emisiones en todo el estado.

### Transición necesaria para la descarbonización:

- La tecnología de baterías eléctricas está surgiendo como una estrategia viable para muchas clases de MDHDV. Dada la diversidad de requisitos de ciclos de operación y desempeño, es probable que una variedad de soluciones, incluidas las celdas de combustible de hidrógeno y los combustibles libres de carbono, complementen la electrificación.
- La implementación de vehículos de batería eléctrica (BEV, por sus siglas en inglés) y de vehículos eléctricos con celdas de combustible (FCEV, por sus siglas en inglés) en las clases de MDHDV van a necesitar que se hagan reacondicionamientos en los depósitos y en las estaciones de aprovisionamiento para ofrecer servicios de carga y/o hidrógeno.
- Considerando las opciones limitadas para descarbonizar la mayor parte de la aviación comercial, este sector probablemente sea fuente de emisiones residuales en 2050, a menos que los combustibles con cero carbono aumenten rápidamente y se tornen más rentables.

### Consecuencias a corto plazo:

- Descarbonizar este sector requiere una planificación anticipada debido a las necesidades de infraestructura y los puntos de rotación de existencias limitados entre el presente y el año 2050.
- Para aumentar la adopción, es necesario resolver temas tales como emplazamiento, permisos, interconexión, diseño tarifario y mejoras en el sistema de distribución.

La adopción total de vehículos medios y pesados con cero emisiones en 2050 conllevaría beneficios para la salud pública; esto incluye el siguiente impacto anual estimado:

## SE EVITARÁN 45 MUERTES

por enfermedades respiratorias y cardiovasculares;

SE EVITARÁN 2,800

días de ausencia laboral:

\$490 MILLONES

en beneficios de salud en total; y

## SE CREARÁN APROXIMADAMENTE 4,000 PUESTOS DE TRABAJO

para el 2050 para la electrificación de vehículos y la implementación de una infraestructura de carga en todas las flotas de vehículos ligeros y pesados.



## Edificios residenciales y comerciales

### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

• La combustión de combustibles fósiles in situ en los sectores de edificios residenciales y comerciales, principalmente para calefacción y agua caliente, es actualmente responsable de aproximadamente el 27% de las emisiones de GHG en todo el estado.

### Transición necesaria para la descarbonización:

- La electrificación de espacios y la calefacción de agua es una estrategia de bajo riesgo y eficaz en función de los costos para descarbonizar la mayoría de los edificios del estado.
- Invertir en una eficiencia envolvente reduce los costos para consumidores y para todo el sistema energético.
- Es posible que haya disponible una cantidad limitada de combustibles descarbonizados y una estrategia adecuada para algunos edificios, pero para alcanzar el cero neto, el uso de gas para calefaccionar edificios debe comenzar a disminuir en el corto plazo.

### Consecuencias a corto plazo:

- Edificios existentes: la electrificación y las estrategias de eficiencia dependen de oportunidades poco frecuentes para el recambio de equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés), tales como fin de la vida útil de los equipos o una remodelación de envergadura. Aprovechar estas oportunidades de inmediato es esencial para mantener los costos bajos.
- Construcción nueva: Los edificios construidos después del año 2025 tienen menos probabilidades de ser remodelados o de que sus equipos lleguen al fin de su vida útil, lo cual señala la importancia de promulgar un código de alto desempeño para las nuevas edificaciones.
- Los edificios residenciales pequeños (menos de 4 unidades) y las viviendas unifamiliares son relativamente fáciles de modificar y representan más del 60% de las emisiones de edificios en todo el estado. Los edificios residenciales construidos antes de 1950 tienen el mayor potencial de reducción de los costos para sus ocupantes a través de mejoras en la eficiencia energética.
- Los tipos de edificios más grandes y complicados pueden necesitar más flexibilidad tanto en cuanto a programación como a soluciones tecnológicas.

La electrificación completa de la calefacción en 2050 tendría beneficios para la salud pública; esto incluye el siguiente impacto anual estimado:

## SE EVITARÁN 200 MUERTES

por enfermedades respiratorias y cardiovasculares;

**12,400** 

días de ausencia laboral;

\$2.2 MIL MILLONES

en beneficios totales para la salud;

## SE CREARÁN MÁS DE **5,400**PUESTOS DE TRABAJO

para el 2050 para dar apoyo a la electrificación y la eficiencia en edificios.



## Emisiones de la industria y emisiones no relacionadas con la energía

### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

Los subsectores denominados emisiones de la industria y emisiones no relacionadas con la energía incluyen los siguientes:

- energía industrial y emisiones de proceso;
- gases fluorados de efecto invernadero (gases F);
- tratamiento de residuos sólidos;
- tratamiento de aguas residuales;
- transmisión y distribución de gas natural; y
- suelos agrícolas y ganaderos.

Las emisiones no energéticas e industriales representan aproximadamente el 12.5% de las emisiones a nivel estatal.

### Transición necesaria para la descarbonización:

- A pesar de ser una fuente pequeña de emisiones en conjunto, es probable que las emisiones de las fuentes industriales y no energéticas constituyan una parte importante de las emisiones residuales del estado en 2050 (3-5 MMTCO<sub>2</sub>e o cerca de un tercio de las emisiones a nivel estatal de 2050).
- Estas fuentes son las que presentan un mayor desafío para la descarbonización y sus emisiones están vinculadas intrínsecamente ya sea a la actividad económica básica o a la población, y, por lo tanto, se espera que permanezcan en el 2050.

### Consecuencias a corto plazo:

- A pesar de la dificultad que presenta la reducción de las emisiones en algunos de estos subsectores, una gestión activa y prácticas optimas son necesarias para alcanzar el cero neto.
- La eliminación gradual de los gases fluorados con potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) reducirá las emisiones no energéticas potenciales de forma considerable, pero requiere medidas tempranas debido a la dinámica de la rotación de existencias de los equipos, en particular con uso creciente de bombas de calor.



### Secuestro natural de carbono

### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

Las proyecciones indican que los bosques de Massachusetts tendrán la capacidad de secuestrar alrededor de 5 MMTCO2e por año desde ahora hasta el año 2050. Esto equivale a aproximadamente el 7% de las emisiones actuales del estado y a aproximadamente la mitad de las emisiones residuales permitidas en 2050.

### Transición necesaria para la descarbonización:

• Asegurar la viabilidad y la salud de los 3.3 millones de acres de tierras boscosas existentes en el estado es la estrategia principal para garantizar que este potencial de secuestro esté disponible en 2050.

### Consecuencias a corto plazo:

• Fomentar el desarrollo denso y mejores prácticas de manejo para la extracción comercial de madera puede aumentar el secuestro de carbono forestal, pero solo mínimamente; ninguno tiene el potencial de alterar significativamente el potencial de secuestro de los bosques de Massachusetts en 2050.

### Las áreas continuas de investigación y la investigación avanzada en esta área incluyen:

- 1. Obtener una contabilidad más completa de los impactos del uso de la tierra en los sistemas humanos y naturales para entender los efectos sistémicos a largo plazo y el equilibrio de los beneficios del ecosistema, y
- 2. Explorar el tratamiento de las remociones de carbono atmosférico fuera de las fronteras de Massachusetts.



### Eliminación adicional de dióxido de carbono

### Contribuciones a las emisiones de Massachusetts:

 Hacia el año 2050, Massachusetts deberá haber generado y garantizado, como mínimo, 4-9 MMTCO<sub>2</sub>e de servicios de secuestro anuales, además de aquellos que puedan ser provistos por las propias tierras naturales del estado y por las explotadas por él.

### Transición necesaria para la descarbonización:

• Si bien es probable que se necesiten tecnologías mecánicas y otras para la remoción de dióxido de carbono, la mayor parte del secuestro exigido por el estado probablemente podría ser proporcionado a bajo costo por los estados y provincias vecinos conforme a una iniciativa regional para proteger y mejorar las reservas y sumideros naturales de carbono.

### Las áreas continuas de investigación y la investigación avanzada en esta área incluyen:

- 1. Una mejor comprensión del almacenamiento de carbono forestal y técnicas de medición mejoradas, y
- 2. Una evaluación avanzada de las estrategias de eliminación de dióxido de carbono y de sus impactos más amplios .



Llegar al cero neto para el 2050 exigirá transformaciones significativas en todo el estado. Las estrategias y hallazgos descritos en el Informe de la hoja de ruta muestran que Massachusetts tiene una variedad de opciones viables y sólidas, pero no ilimitadas, para la descarbonización profunda, las cuales le permitirán alcanzar sus objetivos de mitigación del cambio climático a un costo razonable y mediante el uso de tecnologías y soluciones que son conocidas y, que en su mayoría, están disponibles en la actualidad. Lo que es más importante, estos hallazgos también demuestran que si se trabaja para llegar al cero neto, esto ofrecerá muchas oportunidades económicas e importantes y beneficios para la salud pública de toda la población de Massachusetts.

Como se menciona en este documento, existen distintos compromisos en términos de costos, beneficios conjuntos y riesgos en las vías hacia la descarbonización en general y en las medidas de implementación específicas en particular. Sin embargo, en todas las vías, algunas estrategias surgen básicamente como oportunidades "sin arrepentimientos a corto plazo, que pueden generar la reducción de emisiones exigida manteniendo a su vez opciones en el futuro y la reducción de riesgos en el futuro. Es clave en todas esas oportunidades empezar a hacer uso de la redistribución de reservas y sus intrínsecos ahorros de costos acelerando inmediatamente el uso de las soluciones que cumplen con los requisitos de 2050 hoy en los sectores de edificios, transporte y electricidad. Las formas más eficaces en función de los costos (y quizás las únicas viables) para que Massachusetts logre su reducción exigida de emisiones a corto plazo incluye una mayor coordinación a nivel regional, en particular en relación con los combustibles para el transporte y la planificación del sistema energético, y la electrificación del sistema de calefacción de edificios residenciales y de pequeñas empresas y de los vehículos de pasajeros y camiones. Estas medidas a corto plazo preparan al estado a lograr las reducciones y la eliminación de carbono mucho más profundas que requiere el cero neto a largo plazo.

Hemos decidido no apuntar a lo que sabemos que es posible, sino a lo que sabemos que es necesario. Nuestra tarea ahora es tornar posible lo necesario.

Dan Jørgensen, ministro de Clima, Energía y Servicios Públicos de Dinamarca.

Los mercados nuevos, transformados y ampliados desempeñarán un papel fundamental en el logro del cero neto. Muchos, si no la mayoría, de los actuales mercados relacionados con la energía del estado y de la región tendrán que ser reformados ya sea directamente a través de un rediseño intencional o indirectamente en respuesta a los cada vez más estrictos límites de emisiones obligatorios. Las inversiones realizadas hoy en día en nuevas e innovadoras tecnologías y enfoques de descarbonización, en particular en los sectores del transporte y edificios, donde el éxito depende de millones de transacciones individuales, pueden ayudar al estado a alcanzar su objetivo de emisiones netas cero a un ritmo más rápido y a un costo menor. El liderazgo activo y continuo del

estado en este sentido será fundamental para lograr el cero neto para el 2050 y hacerlo de forma asequible, pero parece prácticamente, si no técnicamente, imposible que Massachusetts alcance ese objetivo general en solitario o solo a través de políticas a nivel estatal.

El ritmo y la escala de transformación que se requerirá para lograr el cero neto exige que se preste mucha atención y cuidado para mitigar cualquier impacto o carga indebida o evitable en los residentes de Massachusetts de toda la diversidad económica, social y geográfica del estado. Si bien también se debe prestar una atención y cuidado similares a los posibles impactos y cargas sobre los recursos naturales del estado y sobre la comunidad empresarial que sostiene su economía, la mayor preocupación y urgencia se refiere a las poblaciones de EJ que están desproporcionadamente sobrecargadas.

A pesar de la claridad que el Estudio de la hoja de ruta ha proporcionado en relación con las principales estrategias y las dinámicas que darán forma al logro del cero neto del estado en 2050, muchos detalles de esta gran transición a largo plazo deben ser igualmente determinados con cuidado y atención con un amplio y activo compromiso público. Sin embargo, con un sincero compromiso con la acción puntual y a corto plazo y la colaboración sostenida, el estado puede y logrará el cero neto y los beneficios ambientales, económicos y de salud generalizados que proporcionará.