

Resumen ejecutivo

Contexto

La Administración Cooper ha dado prioridad a las medidas audaces para afrontar la crisis climática y lograra que la economía de energía limpia de Carolina del Norte crezca de forma que se enfoque en la equidad y la asequibilidad y cree oportunidades para todos los habitantes de Carolina del Norte (consulte la sección **Progreso del clima y la energía limpia** que comienza en la página 23 para más detalles). La Administración ha promulgado numerosas órdenes ejecutivas para establecer metas de gases de efecto invernadero (GEI) con base científica, ha movilizado a todo el gobierno para lograr esas metas y ha convocado a diversas partes interesadas en los esfuerzos de planificación y aplicación.

A su vez, la **OE 246** ordenó el desarrollo de este Análisis de vías de descarbonización profunda (en adelante denominado el "Análisis de vías") para ayudar al estado a alcanzar sus metas climáticas. Si bien Carolina del Norte ha reducido en gran medida las emisiones de GEI, incluso a medida que la población y la economía del estado han crecido, se deben adoptar medidas adicionales para alcanzar las metas de GEI con base en datos científicos establecidos en la **OE 80** y la **OE 246**. Por medio de la modelización de vías ilustrativas y prospectivas para lograr las metas de emisiones, este análisis se ha diseñado para ayudar a los responsables de establecer políticas y a las partes interesadas a entender las mayores oportunidades disponibles para minimizar las emisiones y capturar carbono, así como para explorar las compensaciones entre las diferentes estrategias de reducción de emisiones.

La **Orden Ejecutiva n.º 80 (OE 80)**, emitida en 2018, estableció la meta de Carolina del Norte de **reducir los GEI al menos un 40 % por debajo de los niveles de 2005 al 2025**. En 2022, la **Orden Ejecutiva n.º 246 (OE 246)** estableció nuevas metas de GEI para que el Estado **redujera las emisiones al menos un 50 % por debajo de los niveles de 2005 para el 2030 y alcanzara las emisiones netas cero a más tardar en 2050**.

Entre las metas de este análisis de vías se incluyen:

- + Analizar vías tecnológicamente viables de reducción de emisiones de GEI coherentes con los metas climáticos del Estado, incluidas las emisiones de sectores específicos (por ejemplo, electricidad, transporte) y las tendencias de captura de carbono a lo largo del tiempo.
- + Identificar las principales conclusiones políticas y de planificación, con base en vías individuales y de una comparación entre vías para reportar sobre los esfuerzos de descarbonización a corto, mediano y largo plazo.
- + Familiarizar mejor a los responsables de establecer políticas y a las partes interesadas acerca de cómo lograr metas de descarbonización profunda tanto en toda la economía como en sectores específicos, con base en los esfuerzos estatales existentes.

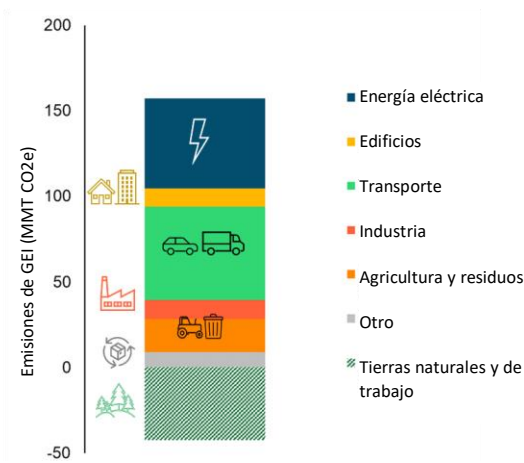
Enfoque de modelización

Para completar el análisis, la Oficina del Gobernador y un Comité Directivo Interinstitucional colaboraron con la consultora Energy and Environmental Economics (E3), un Grupo asesor técnico y varias otras partes interesadas para desarrollar un modelo analítico de todas las fuentes y sumideros de GEI en Carolina del Norte. Este enfoque de modelización, el cual se denomina "PATHWAYS" (vías), se llevó a cabo en tres pasos fundamentales, como se detalla en la **Figura 1**:

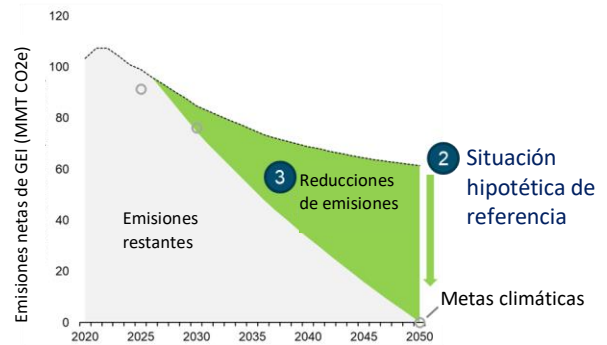
1. Medir el estado actual de las emisiones con base en el Inventario de GEI de Carolina del Norte del 2022 (*Inventario del 2022*)
2. Estimación de las emisiones futuras a partir de las tendencias actuales y las políticas vigentes mediante la ejemplificación de la Situación hipotética de referencia
3. Analizar el impacto de nuevas medidas y medidas potenciales que ayudarían al estado a satisfacer las metas climáticas por medio de la ejemplificación de varias situaciones hipotéticas de cero emisiones netas

Figura 1. Pasos clave del análisis PATHWAYS

1 Medir las emisiones actuales de gases de efecto invernadero en Carolina del Norte



2 Estimar las emisiones futuras en función de las tendencias actuales y las políticas existentes



3 Evaluar el impacto de nuevas medidas y acciones potenciales que ayudarían al estado a cumplir las metas climáticas

Las emisiones actuales de GEI en Carolina del Norte¹ están dominadas por el transporte (principalmente vehículos de pasajeros) y las emisiones directas de la generación de electricidad, aunque todas las categorías de emisiones son fundamentales para el monitoreo y la descarbonización para satisfacer las ambiciosas metas climáticas del estado (Figura 2).

¹ El perfil actual de emisiones de Carolina del Norte, tal y como se muestra en [Error! Reference source not found.](#), se basa en el último Inventario de GEI del Estado de Carolina del Norte del 2022. Todas las emisiones de GEI relacionadas al consumo de electricidad en edificios, industria y transporte se contabilizan en la categoría "Generación eléctrica"

Figura 2. Emisiones brutas actuales de GEI de Carolina del Norte por subsector, basadas en el inventario de GEI de Carolina del Norte del 2022

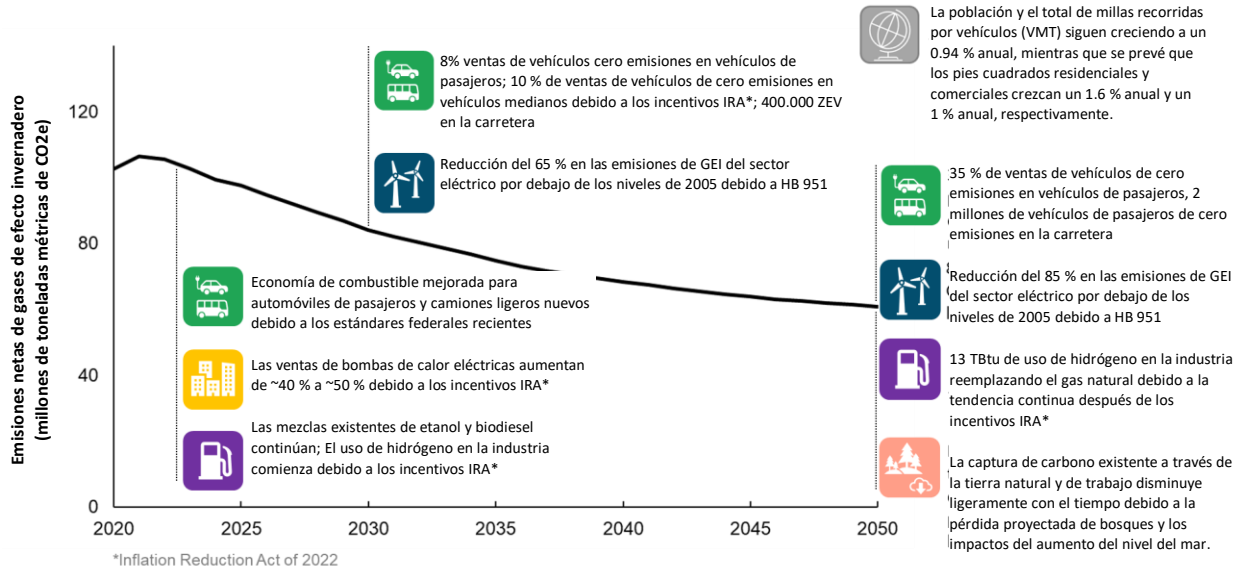


English	Spanish
Electricity Generation	Generación eléctrica
In-State Generation	Generación en el estado
Imports	Importaciones
Transportation	Transportación
Passenger Vehicles	Vehículo de pasajeros
Freight Trucks	Camiones de carga
Other	Otro
Buildings	Edificios
Water Heating	Calentamiento de agua
Space Heating	Calefacción de espacios
Other	Otro
Industry	Industria
Fuel Use	Uso de combustible
Non-Energy	No energético
Oil & Gas	Petróleo y gas
Industrial Processes	Procesos industriales
Waste Management	Gestión de residuos
Agriculture	Agricultura

La Situación hipotética de referencia refleja tendencias tecnológicas y políticas clave en Carolina del Norte, como el crecimiento de la población y las inversiones de los clientes en vehículos de emisiones cero (ZEV,

por sus siglas en inglés) y electrodomésticos eficientes procedentes de la Ley de reducción de la inflación (IRA, por sus siglas en inglés), tal como se detalla en la **Figura 3**. Logra reducciones del 37 % de las emisiones de GEI para el 2025, del 46 % para el 2030 y del 60 % para el 2050 en relación con los niveles del 2005. La Situación hipotética de referencia es un punto de partida importante para comprender la trayectoria actual de las emisiones de Carolina del Norte: demuestra que, si bien Carolina del Norte está en camino para reducir las emisiones a lo largo del tiempo, se necesitan más medidas para alcanzar las metas climáticas del estado.

Figura 3. Medidas clave en la situación hipotética de referencia

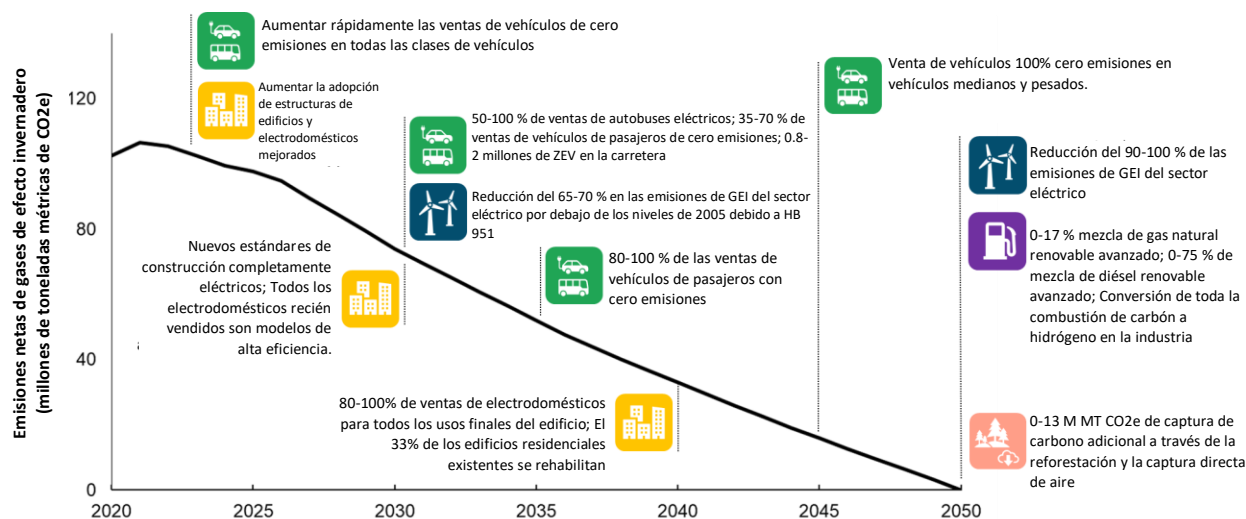


El equipo del proyecto elaboró tres situaciones hipotéticas cero emisiones netas tras medir las emisiones actuales de GEI en Carolina del Norte y desarrollar la Situación hipotética de referencia con base en las tendencias actuales y las políticas vigentes (consultar la **Figura 4**). Estas situaciones hipotéticas exploran varios enfoques para lograr cero emisiones netas de GEI en Carolina del Norte para el 2050:

- + **Situación hipotética de alta electrificación** que prueba niveles más altos de electrificación en edificios, transporte e industria para lograr las metas de descarbonización del estado;

- + **Situación hipotética de combustibles altamente descarbonizados** que prueba un mayor rol de los combustibles descarbonizados avanzados, como los biocombustibles avanzados² y el hidrógeno verde³, para complementar los niveles moderados de electrificación; y
- + **Situación hipotética de alto almacenamiento de carbono** que explora el volumen de compensaciones de carbono que se requeriría para alcanzar cero emisiones netas, ya sea a partir de tierras y bosques o a través de tecnologías de emisiones negativas (NET)⁴ bajo niveles moderados de electrificación y sin la necesidad de depender de combustibles descarbonizados.

Figura 4. Medidas de Carolina del Norte para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: Rangos de la situación hipotética cero emisiones netas



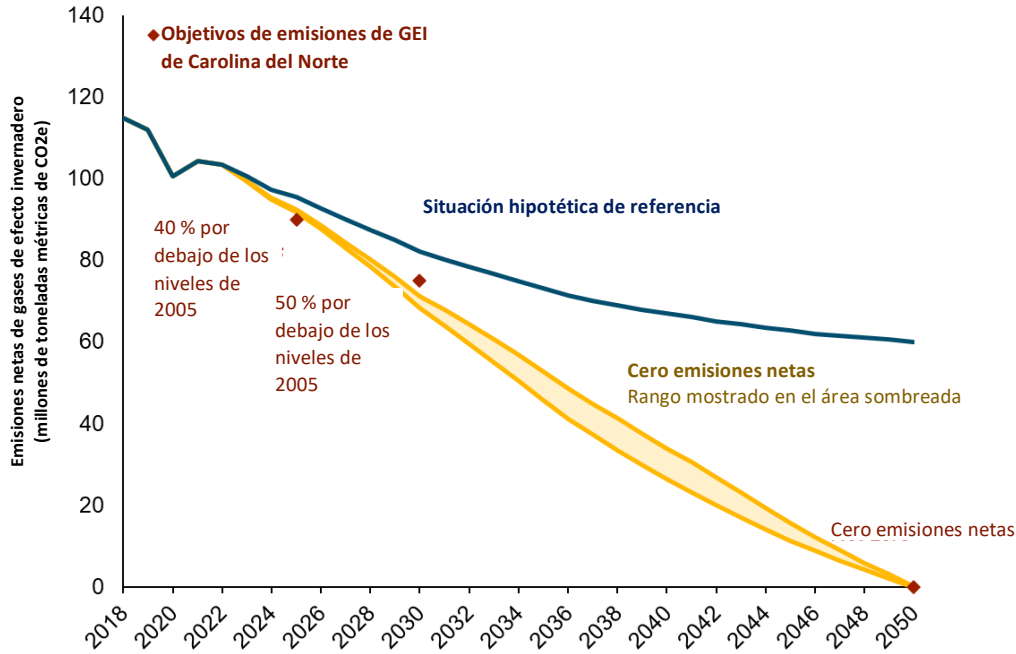
Las tres situaciones hipotéticas cero emisiones netas logran cero emisiones netas de GEI para el 2050 (Figura 5), aunque cada situación hipotética se basa en una combinación diferente de tecnologías de mitigación y de intensidad de aplicación. Asimismo, todas las situaciones hipotéticas están dentro del 1% de la meta de reducción del 40% de los GEI para el 2025 respecto a los niveles del 2005, y todas superan la meta de reducción del 50% para el 2030 en su trayectoria hacia el 2050.

² Los biocombustibles avanzados en esta situación hipotética solamente se producen utilizando desechos de biomasa y residuos de actividades económicas existentes (tales como el metano de vertederos existentes, residuos sobrantes de cosechas agrícolas, etc.) que se basan en el potencial de materia prima identificado en Carolina del Norte mediante el reporte de mil millones de toneladas del Departamento de Energía: <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/2016-billion-ton-report>. Se excluyó la biomasa producida en particular para su uso como cultivo energético por motivos de sostenibilidad y conflictos potenciales con el uso de la tierra para la agricultura y otras actividades económicas.

³ El hidrógeno verde se produce mediante electrólisis abastecida por electricidad renovable. Esto puede compararse con otros métodos de producción de hidrógeno, como el hidrógeno gris (producido mediante reformado de metano con vapor [SMR, por sus siglas en inglés] de gas natural) o el hidrógeno azul (SMR con captura de carbono).

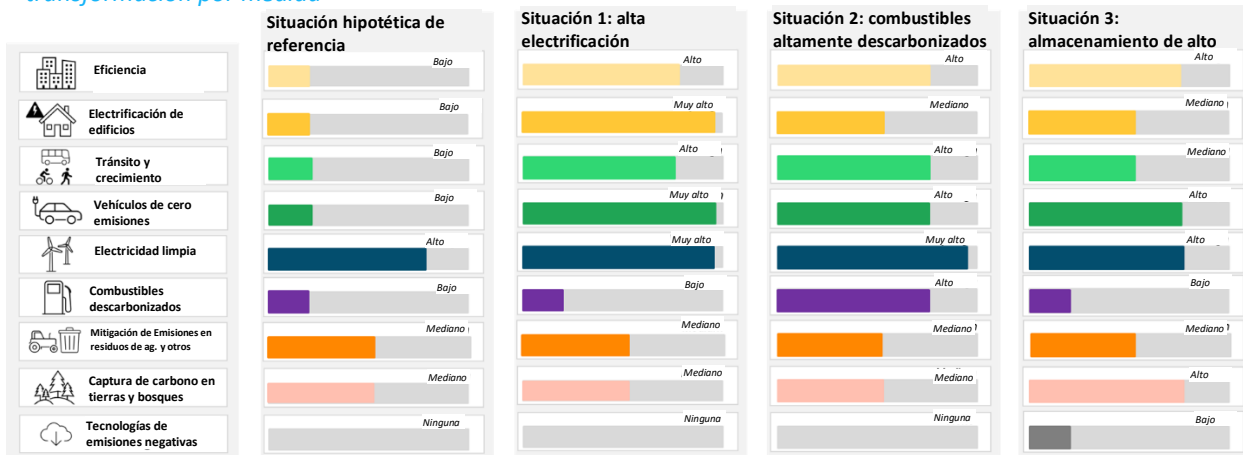
⁴ Las NET incluyen cualquier tecnología que produzca emisiones negativas de GEI. Los modelos NET más comunes son los DAC o la bioenergía de cultivo sostenible con CCS (BECCS).

Figura 5. Emisiones netas de gases de efecto invernadero por situación hipotética



La meta del Análisis de vías no es escoger una vía específica. En cambio, las variaciones entre las vías se diseñaron para ayudar a los responsables de establecer políticas y a las partes interesadas a entender las mayores oportunidades para reducir las emisiones y capturar carbono, al igual que para explorar las compensaciones entre las distintas estrategias de reducción de emisiones. Las diferencias principales entre las situaciones hipotéticas (consultar la Figura 6) son el ritmo de electrificación de los edificios y los vehículos, el nivel de electricidad limpia y el uso de biocombustibles avanzados y captura de carbono adicional para ayudar a lograr cero emisiones netas en 2050.

Figura 6. Diseño de la situación hipotética de cero emisiones netas: Nivel de transformación por medida



Conclusiones clave y hoja de ruta de Carolina del Norte hacia cero emisiones netas

Los resultados muestran que existen puntos en común en todas las situaciones hipotéticas para ayudar a satisfacer las metas climáticas de Carolina del Norte, independientemente de la diferente combinación de tecnologías de mitigación en las que se basa cada vía. Estos puntos en común representan oportunidades a corto plazo para medidas "sin arrepentimiento", como se resume en las **siete conclusiones clave**:

1. **Acelerar la transición hacia los vehículos de emisiones cero y las bombas de calor eléctricas** en los edificios a medida que la electricidad se convierte en el principal combustible de la economía. En el 2050, la electricidad cubrirá entre el 57 % y el 67 % de toda la demanda energética, frente al 30 % actual.
2. **Descarbonizar rápidamente la generación de electricidad** mediante el aumento de las fuentes de electricidad renovables y el almacenamiento en baterías, a medida que la intensidad de las emisiones de la generación de electricidad de Carolina del Norte disminuye entre un 93 % y un 100 % para el 2050 con el fin de lograr las metas de cero emisiones netas.
3. **Fomentar altos niveles de eficiencia energética**, mediante la adopción de electrodomésticos y vehículos eficientes, la mejora de las envolventes de los edificios y la reducción de los kilómetros recorridos por los vehículos. Las medidas de eficiencia permiten reducir el consumo de energía per cápita en aproximadamente un 45 % de aquí hasta el 2050, manteniendo los mismos servicios.
4. **Apoyar la comercialización de combustibles descarbonizados**, como mínimo el hidrógeno verde para la industria y los grandes camiones, y explorar proyectos piloto de biocombustibles avanzados que utilicen materias primas de biomasa sostenible. Los combustibles descarbonizados desempeñan una función esencial, aunque específica, para los sectores difíciles de electrificar, y representarán entre el 3 y el 13 % de la demanda energética en el 2050.
5. **Reducir las emisiones de GEI no energéticas** procedentes de la industria, la agricultura, los residuos y los sistemas de petróleo y gas, ya que los sectores no energéticos pueden lograr reducciones del 12 % para el 2050 en comparación con la trayectoria de la Situación hipotética de referencia con la política y las tendencias existentes.
6. **Dar prioridad a la gestión sostenible de las tierras naturales y de trabajo** para impulsar la función fundamental de la captura de carbono en la consecución de emisiones netas cero. El potencial de mejora de los sumideros naturales de carbono mediante la conservación de la tierra, la gestión del suelo y la restauración forestal, cuando se combina con la captura directa de CO₂ en el aire (conocido como DAC por sus siglas en inglés), puede dar lugar a 10 millones de toneladas métricas (MMT) adicionales de captura anual en 2050.
7. **Reducir la combustión de carburantes al tiempo que se descarboniza la economía** para crear beneficios colaterales para mejorar la calidad del aire, en particular en las comunidades desfavorecidas. En comparación con los datos actuales, la combustión de combustibles fósiles se reduce entre un 50 % y un 100 % en todas las situaciones hipotéticas de cero emisiones netas para el 2050.

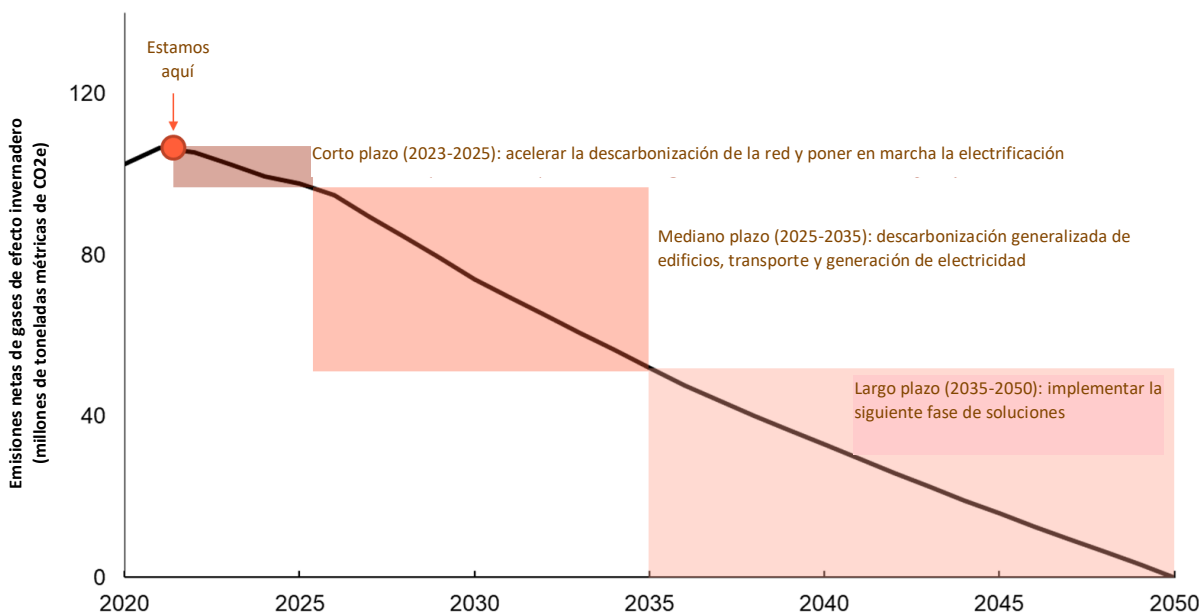
Hoja de ruta hacia cero emisiones netas:

El Análisis PATHWAYS destaca la necesidad y la oportunidad críticas de transformar todos los sectores de la economía en una vía de emisiones netas cero de GEI para el 2050. El éxito requerirá una acción sostenida,

equitativa y ambiciosa. Si bien no existe un camino único para lograr las metas climáticas del Estado, todas las transiciones hacia un futuro con cero emisiones netas comparten los hallazgos clave "sin arrepentimiento" que se detallaron anteriormente. Partiendo de esos puntos en común, el reporte detalla la Hoja de ruta de Carolina del Norte hacia cero emisiones netas (en adelante referida como la "Hoja de ruta"), la cual desglosa recomendaciones más específicas y se identifican oportunidades oportunas para que el estado logre minimizar las emisiones. La Hoja de ruta separa las recomendaciones en tres fases (que se muestran en la **Figura 7**):

1. Medidas a corto plazo que deberían priorizarse en los próximos años;
2. Medidas a mediano plazo que deberían intensificarse antes del 2035; y
3. Medidas a largo plazo que serán necesarias para alcanzar las metas para el 2050.

Figura 7. Tres fases de la Hoja de ruta de Carolina del Norte hacia cero emisiones netas



Las medidas a corto plazo que deben tomarse durante los próximos tres años deberían sentar unas bases sólidas para la transición a la electricidad limpia y la electrificación generalizada a mediados de siglo:

- + **Acelerar la descarbonización de la red eléctrica** al implementar el Plan de carbono.⁵
- + **Impulsar la electrificación de los vehículos de trabajos ligeros, medios y pesados y mejorar la eficiencia del sistema de transporte** al implementar el [Plan de transporte limpio de Carolina del Norte](#), la [Orden Ejecutiva 271](#) y la inversión de fondos federales sin precedentes.
- + **Electrificación de accesorios de bajo costo para calefacción de espacios y calentamiento de agua en edificios**, mientras se **maximiza la eficiencia energética de los edificios** al emplear la inversión

⁵ El 30 de diciembre de 2022, la NCUC emitió una [orden](#) mediante la cual se adoptaba el primer Plan de carbono del estado, cuya meta es lograr las reducciones de emisiones de carbono que exige la Ley 951.

de fondos federales para electrificación y climatización y el trabajo del Consejo de Códigos de Construcción de Carolina del Norte (NCBCC).

- + Explorar oportunidades adicionales para el almacenamiento y captura de carbono en las tierras naturales y de trabajo de Carolina del Norte como parte de los esfuerzos para implementar el [Plan de acción de Tierras Naturales y de Trabajo de Carolina del Norte](#) de 2020.
- + Basarse en las conclusiones de PATHWAYS para garantizar un progreso constante hacia un futuro asequible, equitativo y fiable con cero emisiones netas. Llevar a cabo más análisis y compromisos relativos a la justicia medioambiental y las repercusiones económicas, a la vez que se desarrolla un plan para monitorear el progreso hacia las metas climáticas y el despliegue de infraestructuras.

Las medidas a mediano plazo deben ayudar a Carolina del Norte a conseguir una descarbonización generalizada de la generación de electricidad, el transporte y los edificios entre el 2025 y el 2035 con la finalidad de lograr las metas estatales para el 2030 y estar en buen camino para las metas del 2050, que incluyen:

- + **Descarbonización de la electricidad** superando el 70 % de reducción de las emisiones de CO₂ para el 2030 en camino hacia la neutralidad total del carbono para el 2050, con base en los requisitos del [Proyecto de Ley de la Cámara de Representantes 951](#) con una consideración adicional para descarbonizar toda la generación de electricidad que se consume en el estado.
- + **Descarbonización del transporte** para sustituir la mayoría de los vehículos antiguos por alternativas más limpias una vez que dejen de circular, con el apoyo de la creación de una red robusta de infraestructuras de carga y repostaje para vehículos de emisiones cero.
- + **Descarbonización de los edificios** con enfoque en la calefacción y el calentamiento del agua mediante (1) actualizaciones de códigos y normas, (2) despliegue de equipos más eficientes y eléctricos en los edificios existentes, y (3) planificación integrada del sistema eléctrico que puede incluir un rol para los sistemas de calefacción híbridos en los edificios existentes.
- + **Priorizar las soluciones para los contaminantes climáticos de corta duración**, incluidos el metano y los hidrofluorocarbonos (HFC), e **investigar nuevas tecnologías que aún no han alcanzado la madurez a nivel comercial**, como combustibles descarbonizados tales como el hidrógeno verde o los biocombustibles avanzados; tecnologías de emisiones negativas como la captura directa de aire (DAC); e innovación en agricultura, residuos y procesos industriales.

Las medidas a largo plazo deben priorizar el despliegue de la siguiente fase de soluciones⁶ después del 2035, abordando algunas de las aplicaciones más difíciles, como la industria, la agricultura, los residuos y las aplicaciones de transporte fuera de carretera. Conjuntamente:

- + La **investigación y el desarrollo** tendrán que continuar en las décadas del 2020 y el 2030 para garantizar que las soluciones puedan desplegarse a escala para alcanzar las metas del 2050. Particularmente, se necesitará apoyo adicional para comercializar biocombustibles avanzados,

⁶ Todas las situaciones hipotéticas de vías de descarbonización incluyen tecnologías que se encuentran al menos en fase de demostración precomercial para garantizar que no dependamos de tecnologías demasiado incipientes, pero será necesario contar con investigación, desarrollo y despliegue adicionales para comercializar una cartera completa de opciones.

hidrógeno verde, vehículos de emisiones cero para todas las clases de vehículos, electrificación industrial y la captura directa de aire.

- + Carolina del Norte necesita redoblar sus esfuerzos para aumentar el **almacenamiento y captura de carbono** de las tierras naturales y de trabajo, con base en las recomendaciones de las partes interesadas en el [Plan de acción para las Tierras Naturales y de Trabajo de Carolina del Norte](#) del 2020.