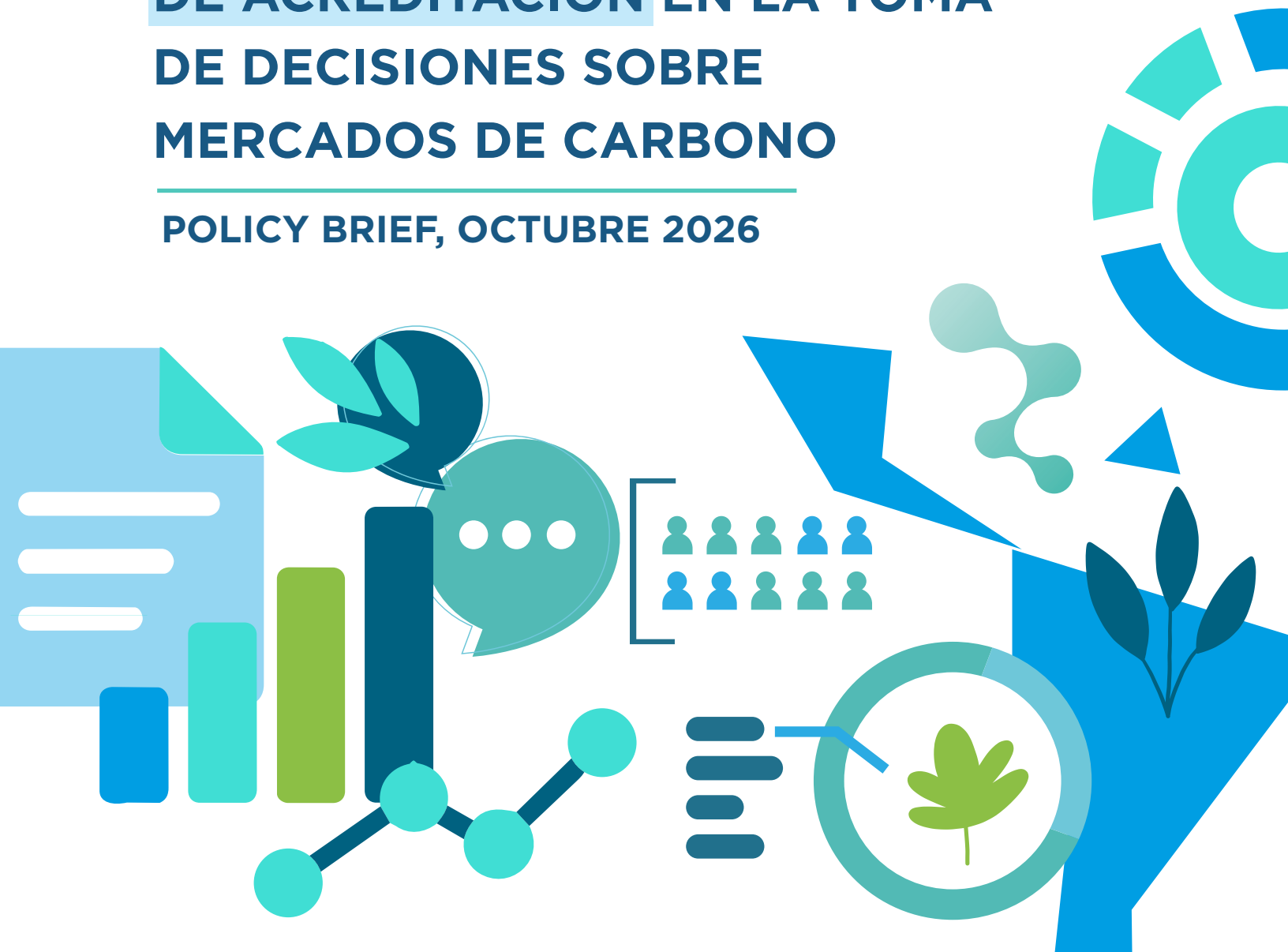
OBSERVATORIO REGIONAL DE MERCADOS DE CARBONO
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

LAC-6
MERCADOS DE CARBONO CON INTEGRIDAD

# EL ROL DE LAS PROYECCIONES DE EMISIONES Y LA LÍNEA BASE DE ACREDITACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES SOBRE MERCADOS DE CARBONO

## POLICY BRIEF, OCTUBRE 2026



Publicado por el Observatorio Regional de Mercados de Carbono (OMC), 2026.

Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada CC BY - NC – ND

## Reproducción

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para servicios educativos o sin fines de lucro, sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se haga un reconocimiento de la fuente. El Observatorio Regional de Mercados de Carbono agradecería recibir una copia de cualquier publicación que utilice esta publicación como fuente. No se podrá hacer uso de esta publicación para la reventa o cualquier otro propósito comercial sin el permiso previo por escrito. Las solicitudes de autorización, con una declaración del propósito y el alcance de la reproducción, deben dirigirse a unep-lac-observatorio@un.org.

## Descargos de responsabilidad

Las designaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte del Observatorio Regional de Mercados de Carbono sobre la condición jurídica de ningún país, territorio o ciudad o zona o sus autoridades, o sobre la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de una empresa comercial o producto en este documento no implica el respaldo del Observatorio Regional de Mercados de Carbono o de los autores. No se permite el uso de la información de este documento con fines publicitarios o comerciales. Los nombres y símbolos de marcas comerciales se utilizan de manera editorial sin intención de infringir las leyes de marcas comerciales o derechos de autor. El contenido y las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones del Observatorio Regional de Mercados de Carbono. Lamentamos cualquier error u omisión que pueda haberse cometido involuntariamente.

© Mapas, fotos e ilustraciones según se especifique

**Cítese como:** Observatorio Regional de Mercados de Carbono (OMC), 2026. El rol de las proyecciones de emisiones y la línea base de acreditación en la toma de decisiones sobre mercados de carbono.

## Reconocimientos

El Observatorio Regional de Mercados de Carbono agradece a los miembros del comité de coordinación, al líder y autores colaboradores por su contribución al desarrollo de este producto.

Las personas que se mencionan a continuación contribuyeron a la producción del brief. Autores y revisores contribuyeron en sus capacidades individuales y sus afiliaciones son solo mencionadas con fines de identificación.

Autores: **Angela Prias** (PNUMA), **Andrés Díaz** (PNUMA) y **Maria Jimena Jurado** (CCAP)

Diseño gráfico: **Karla Delgado** (PNUMA)

Se hace un especial agradecimiento al Programa Euroclima+ por el apoyo financiero del para el desarrollo de este producto.

# Acrónimos

| | |
|---|---|
| **A6.4ERs** | Reducciones de emisiones emitidas bajo el mecanismo del Artículo 6.4 |
| **AFOLU** | Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo |
| **Artículo 6** | Artículo 6 del Acuerdo de París |
| **BAU** | *Business as usual* / escenario tendencial |
| **BAT** | Mejores tecnologías disponibles |
| **BTR / IBT** | Informe Bienal de Transparencia |
| **CMNUCC** | Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático |
| **CPI** | Instrumento de precio al carbono |
| **EDLP** | Estrategia de desarrollo de bajas emisiones a largo plazo |
| **ETF / MTR** | Marco Reforzado de Transparencia |
| **FREL** | Nivel de referencia de emisiones forestales |
| **GEI** | Gases de efecto invernadero |
| **ICM** | Mercados internacionales de créditos de carbono |
| **IPCC** | Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| **IPPU** | Procesos Industriales y Uso de Productos |
| **ITMO** | Resultado de mitigación transferido internacionalmente |
| **LAC-6** | Proyecto: Fortalecimiento de capacidades para la preparación de la implementación de los mercados de carbono y el Artículo 6 en América Latina |
| **MRV** | Medición, reporte y verificación |
| **NDC / CND** | Contribución Determinada a Nivel Nacional |
| **OMGE** | Mitigación global neta / *Overall Mitigation in Global Emissions* |
| **PACM** | Mecanismo de Acreditación del Acuerdo de París |
| **WAM** | Escenario con medidas adicionales |
| **WEM** | Escenario con medidas existentes |
| **WOM** | Escenario sin medidas |

# 1. Resumen ejecutivo





Las proyecciones de emisiones son una herramienta fundamental para orientar decisiones informadas sobre la participación de los países en mercados de carbono. Permiten analizar la trayectoria esperada de emisiones bajo políticas existentes, estimar la brecha frente a la NDC, identificar sectores y medidas con mayor potencial de mitigación, y evaluar las implicaciones de distintas opciones de política climática.

En el contexto del Artículo 6 del Acuerdo de París, estas proyecciones constituyen un insumo clave para definir líneas base de acreditación robustas. Éstas permiten estimar qué parte de las reducciones o remociones podría considerarse adicional y, eventualmente, transferible internacionalmente como resultado de mitigación. Por ello, deben construirse con criterios de conservadurismo, adicionalidad, transparencia, actualización periódica, trazabilidad y coherencia con la NDC, de modo que la participación en mercados de carbono contribuya a movilizar financiamiento y aumentar la ambición sin comprometer el cumplimiento de los objetivos climáticos nacionales.

# Mensajes clave

**1.**

**Las proyecciones de emisiones y las líneas base de acreditación conectan la planificación climática con las decisiones de mercado.**

Cuando un país conoce su trayectoria esperada de emisiones, la brecha frente a su NDC y el impacto probable de sus políticas y medidas, cuenta con una base técnica más sólida para definir qué sectores, actividades o volúmenes podrían participar en mercados de carbono de manera prudente y estratégica.

**2.**

**No toda proyección útil para la planificación climática es suficiente para la acreditación de resultados de mitigación.**

Las proyecciones permiten explorar trayectorias de política pública y evaluar opciones de mitigación, pero la construcción de una línea base de acreditación para mercados internacionales constituye un paso adicional. Esta debe cumplir estándares más estrictos de conservadurismo, adicionalidad, transparencia, actualización periódica, trazabilidad y coherencia con la NDC.

**3.**

**Las proyecciones y las líneas base de acreditación permiten estimar el espacio de mitigación disponible para orientar decisiones de mercado.**

El escenario BAU, la trayectoria compatible con la NDC y la línea base de acreditación son tres referencias distintas. Al diferenciar entre las reducciones necesarias para cumplir las metas nacionales y aquellas reducciones adicionales que podrían ser autorizadas para transferencia internacional, los países pueden informar mejor el diseño normativo y operativo de sus mercados de carbono, reduciendo riesgos de sobreacreditación, sobreventa y doble contabilidad.

**4.**

**Los Informes Bienales de Transparencia pueden funcionar como una prueba de coherencia para las decisiones de participación en mercados de carbono.**

Los países que logren articular en sus BTRs la información sobre inventarios, proyecciones de emisiones, progreso de la NDC, líneas base de acreditación, autorizaciones y ajustes correspondientes estarán mejor posicionados para demostrar integridad ambiental bajo el Artículo 6. Esta trazabilidad permite pasar de decisiones de mercado basadas en proyectos aislados a decisiones sustentadas en el balance nacional de emisiones, reduciendo riesgos de sobreacreditación, sobreventa y doble contabilidad.

# Recomendaciones prioritarias

**1.**

**Asegurar consistencia técnica entre inventarios, proyecciones y líneas base de acreditación.**

Las proyecciones y líneas base deben utilizar, en la medida de lo posible, las mismas categorías IPCC, gases, series históricas, factores de emisión y supuestos que el inventario nacional. Además, es clave distinguir formalmente entre inventario, escenario BAU, trayectoria compatible con la NDC y línea base de acreditación.

**2.**

**Integrar las proyecciones en los procesos de actualización de la NDC y en la estrategia nacional de Artículo 6.**

Las proyecciones deben informar la definición de metas, la priorización de paquetes sectoriales, la identificación de necesidades de financiamiento y la evaluación del potencial de mercados. La estrategia de Artículo 6 debería considerar la brecha frente a la NDC, el potencial sectorial, los costos, las capacidades institucionales y la coherencia con la EDLP.

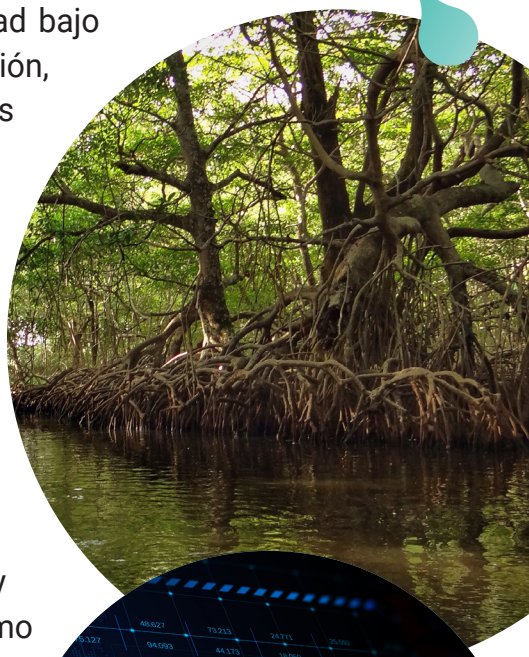
**3.**

**Aplicar criterios prudenciales para autorizar resultados transferibles.**

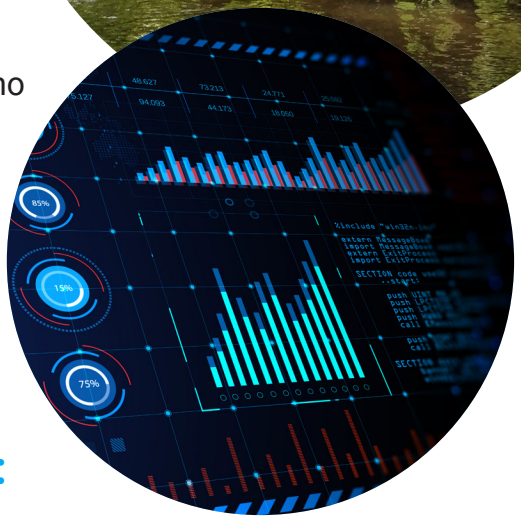
Antes de autorizar ITMOs, los países deben aplicar ajustes de ambición y conservadurismo a las líneas base, también pueden definir criterios de autorización, establecer reservas o límites de transferencia, y usar listas positivas y negativas para reducir riesgos de sobreacreditación, sobreventa, doble contabilidad y afectación del cumplimiento de la NDC.

# 2. Introducción: proyecciones, NDC y mercados de carbono

Las proyecciones de emisiones y remociones de GEI describen cómo podrían evolucionar las emisiones de un país, sector o actividad bajo determinados supuestos sobre crecimiento económico, población, demanda energética, tecnología, uso del suelo, políticas públicas y condiciones sectoriales. No son predicciones exactas del futuro, sino escenarios condicionales que permiten explorar trayectorias posibles y evaluar la consistencia entre objetivos climáticos, políticas existentes y medidas adicionales.



En el marco del Acuerdo de París, las proyecciones cumplen varias funciones. Primero, permiten traducir las metas de la NDC en trayectorias temporales más concretas. Segundo, ayudan a verificar si las políticas existentes son suficientes para alcanzar dichas metas o si se requieren medidas adicionales. Tercero, contribuyen a conectar las metas de corto y mediano plazo de la NDC con las estrategias de largo plazo, como las EDLP. Cuarto, ofrecen una base cuantitativa para reportar bajo el Marco Reforzado de Transparencia, incluyendo información sobre tendencias históricas, políticas y medidas, supuestos metodológicos y escenarios futuros (Araujo Gutiérrez & Bravo Córdoba, 2024).



> **Para los mercados de carbono, las proyecciones cumplen una función adicional: permiten estimar el potencial transferible.**

Una actividad puede tener potencial de reducción, pero ello no significa automáticamente que sus resultados puedan venderse. Para evaluar el potencial transferible, el país debe comparar el escenario de referencia, la trayectoria compatible con la NDC y la línea base de acreditación. Solo la brecha entre estos dos últimos puede indicar resultados potencialmente transferibles. (Center for Clean Air Policy [CCAP] & United Nations Environment Programme [UNEP], 2026).

La participación en mercados bajo el Artículo 6 implica decisiones soberanas sobre si el país autoriza la transferencia internacional de resultados de mitigación, en qué sectores, bajo qué condiciones y con qué volumen. Estas decisiones no deberían tomarse solo a partir de interés de compradores, disponibilidad de proyectos o potencial financiero estimado. Requieren una lectura completa de la trayectoria nacional de emisiones, la brecha frente a la NDC y los riesgos asociados a transferir reducciones que podrían ser necesarias para cumplir los compromisos propios (Global Green Growth Institute [GGGI], 2023a).

# Recuadro 1. Claves conceptuales

## Escenario de referencia o BAU.

Representa una trayectoria tendencial en ausencia de nuevas intervenciones de mitigación adicionales. Debe incorporar políticas existentes, tendencias históricas y supuestos macroeconómicos, pero debe excluir los efectos de las medidas que se buscan acreditar ni políticas futuras aún no adoptadas.

## Presupuesto de carbono

Volumen máximo de emisiones de dióxido de carbono equivalente ($CO_2e$) que puede emitirse durante un período determinado para mantener el aumento de la temperatura media global dentro de un límite específico. Constituye una referencia clave para la política climática, ya que permite orientar, evaluar y monitorear el cumplimiento de las metas de mitigación bajo criterios de progresión y mayor ambición.

## Trayectoria compatible con la NDC.

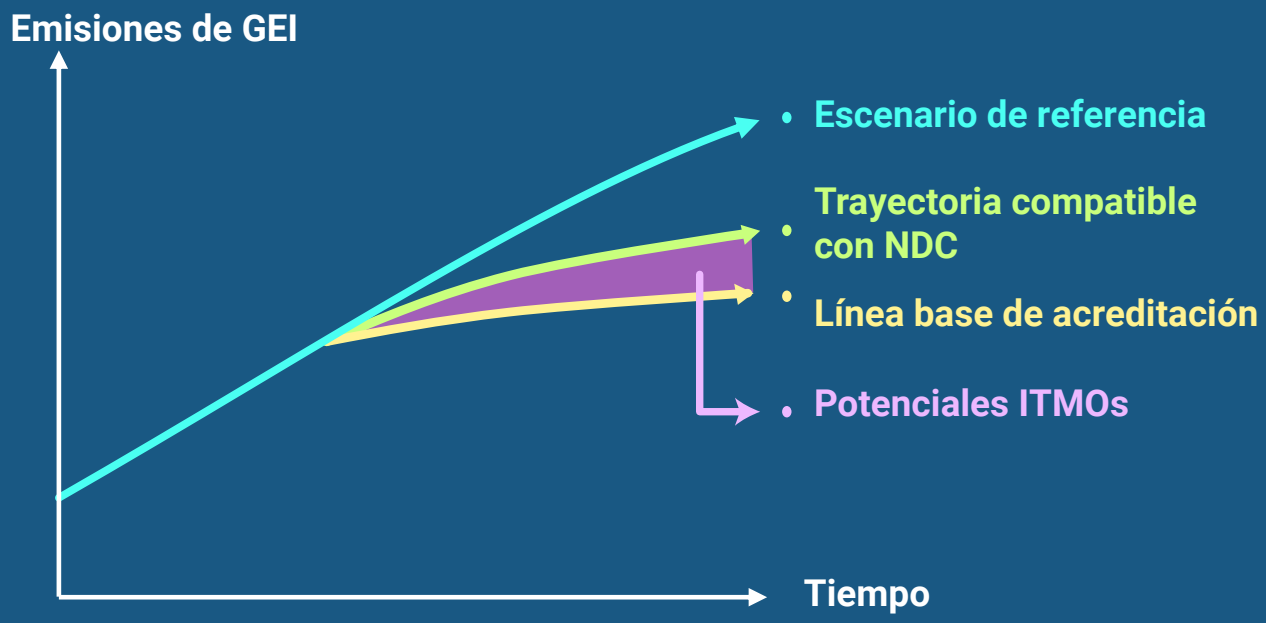
Corresponde al nivel de emisiones implícito o explícito en la NDC. Puede expresarse como presupuesto de carbono, meta absoluta, reducción porcentual frente a BAU o intensidad de emisiones. En decisiones de mercado, esta trayectoria define el umbral mínimo que no debe erosionarse por transferencias internacionales de resultados de mitigación.

## Línea base de acreditación.

Es la referencia específica utilizada para calcular volúmenes acreditables bajo un proyecto, programa, política sectorial o jurisdicción. Esta se diseña de manera conservadora y debe ser coherente con la NDC, considerando políticas existentes, adicionalidad, transparencia, calidad de datos, actualización periódica y riesgos de sobreventa de resultados de mitigación.

Fuentes: (Araujo Gutiérrez & Bravo Córdoba, 2024), (CCAP & UNEP, 2026) y (Chavana & Birlain, 2021)

**Figura 1 Presentación gráfica de las tres proyecciones necesarias para la estimación de potencial de ITMOS**




Fuente: Elaboración propia

# 3. ¿Por qué las proyecciones importan para la actualización de las NDC?



El proceso de actualización de la NDC debe demostrar que las metas son creíbles, implementables y coherentes con la trayectoria de desarrollo del país. Las proyecciones ofrecen la base de información para esa credibilidad.

**En primer lugar, permiten evaluar la suficiencia de las políticas actuales.** Un escenario WEM muestra si las medidas ya implementadas son suficientes para alcanzar la meta. Si la trayectoria proyectada se mantiene por encima del nivel objetivo, el país puede identificar la brecha de mitigación y diseñar medidas adicionales. Si la trayectoria está cerca de la meta, las proyecciones ayudan a identificar riesgos de incumplimiento asociados a variaciones económicas, demográficas, climáticas o sectoriales (Araujo Gutiérrez & Bravo Córdoba, 2024)

**En segundo lugar, las proyecciones permiten priorizar sectores.** No todos los sectores tienen el mismo potencial, costo, viabilidad o importancia estratégica. La modelación sectorial permite identificar dónde se concentran las emisiones, qué sectores tienen mayor potencial de reducción, cuáles requieren apoyo internacional y cuáles cuentan con condiciones para atraer inversión. Esta información es especialmente relevante cuando la NDC incluye metas sectoriales o medidas específicas (CCAP & UNEP, 2026a).

**En tercer lugar, las proyecciones permiten desagregar una meta nacional en presupuestos sectoriales indicativos.** Esta desagregación ayuda a evaluar coherencia, priorizar medidas, asignar espacios de mitigación y prevenir que la suma de líneas base sectoriales de acreditación pueda afectar el presupuesto nacional de carbono (CCAP & UNEP, 2026b).

**En cuarto lugar, las proyecciones ayudan a conectar la NDC con la EDLP.** Una meta de largo plazo puede carecer de credibilidad si no se traduce en hitos intermedios. Las proyecciones permiten estimar la velocidad de descarbonización requerida, los puntos de inflexión sectoriales, la dependencia de tecnologías futuras y la consistencia entre NDC y EDLP (World Bank, 2026).

Finalmente, las proyecciones permiten definir el espacio de mitigación disponible para mercados. Cuantificar el volumen potencialmente autorizable dentro de la NDC puede ayudar a diferenciar medidas incondicionales, medidas condicionales y potenciales resultados autorizables.

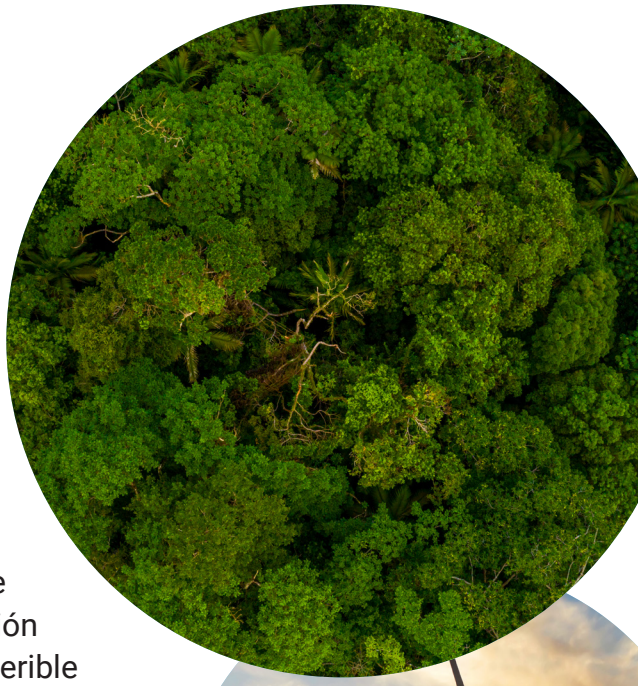
# 4. Situación regional: barreras y oportunidades para usar proyecciones en decisiones sobre mercados de carbono

América Latina y el Caribe muestra un creciente interés en el uso de instrumentos de mercado y enfoques de cooperación internacional bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París. En la región, a la fecha de publicación de este documento, 26 de los 33 países han expresado en sus NDC su intención de utilizar mecanismos de mercado para movilizar financiamiento climático y acelerar la implementación de medidas de mitigación.

Este interés coincide con avances importantes en instrumentos domésticos de precio al carbono, sistemas de comercio de emisiones y marcos regulatorios para la participación en el Artículo 6. A nivel global, en 2026 existen 41 sistemas de comercio de emisiones en operación, que cubren alrededor del 26% de las emisiones globales de GEI y jurisdicciones que representan aproximadamente el 63% del PIB mundial (International Carbon Action Partnership [ICAP], 2026). En América Latina y el Caribe, países como Brasil, México, Chile, Colombia y República Dominicana presentan distintos grados de desarrollo e implementación de sistemas de comercio de emisiones, mientras que Chile, Ecuador, Perú y Panamá, ya cuentan con marcos normativos que reglamentan la participación en el Artículo 6 (Observatorio Regional de Mercados de Carbono para América Latina y el Caribe [OMC-LAC], 2026).



Por otro lado, a la fecha, solo tres países de la región han emitido cartas de autorización (Guyana, Honduras y Surinam) y solo uno ha aplicado un ajuste correspondiente (Guyana) (OMC-LAC, 2026). Esto





muestra que la región se encuentra en una etapa de transición entre la preparación normativa e institucional y la operacionalización efectiva de los mercados de carbono.

En este contexto, los países requieren información robusta para orientar una participación estratégica, íntegra y coherente con sus NDC. Una parte central de esta base técnica consiste en avanzar más allá de los escenarios de planificación hacia la construcción de **líneas base de acreditación**. Esta información puede proveer estimaciones sobre qué parte de la mitigación podría considerarse adicional y potencialmente transferible sin comprometer el cumplimiento de las metas nacionales (CCAP & UNEP, 2026b).

Dado que los países de la región presentan distintos tipos de NDC, sectores priorizados, capacidades técnicas y posturas frente al Artículo 6, se requieren metodologías flexibles y adaptadas a cada contexto nacional y sectorial para que puedan ser útiles para orientar la participación antes y durante los procesos de desarrollo normativo.

## 4.1 Barreras principales

### Barrera 1. Ausencia de líneas base conservadoras.

Muchos países pueden contar con proyecciones útiles para el desarrollo de instrumentos de política, pero no necesariamente con líneas base de acreditación. Para mercados internacionales, la línea base debe ser conservadora, trazable, compatible con la NDC, ajustada por políticas existentes y revisada periódicamente.

### Barrera 2. Disponibilidad, desagregación y consistencia de datos.

Las proyecciones dependen de series históricas de datos de actividad, factores de emisión, variables macroeconómicas y parámetros sectoriales. En varios sectores, especialmente AFOLU, residuos e IPPU, los datos suelen estar incompletos, dispersos entre instituciones, desactualizados o poco desagregados.

### Barrera 3. Limitada capacidad técnica especializada e institucionalización insuficiente.

El desarrollo de proyecciones requiere capacidades en modelación, análisis de escenarios, evaluación de políticas, incertidumbre, MRV, registros y contabilidad. Estas capacidades no siempre están concentradas en una sola institución y pueden depender de consultorías externas o proyectos temporales. Sin presupuesto, equipos capacitados y protocolos claros, tanto para la actualización de proyecciones como para la aprobación y autorización de ITMOS, estos procesos pueden convertirse en ejercicios aislados, en lugar de herramientas continuas de toma de decisión.

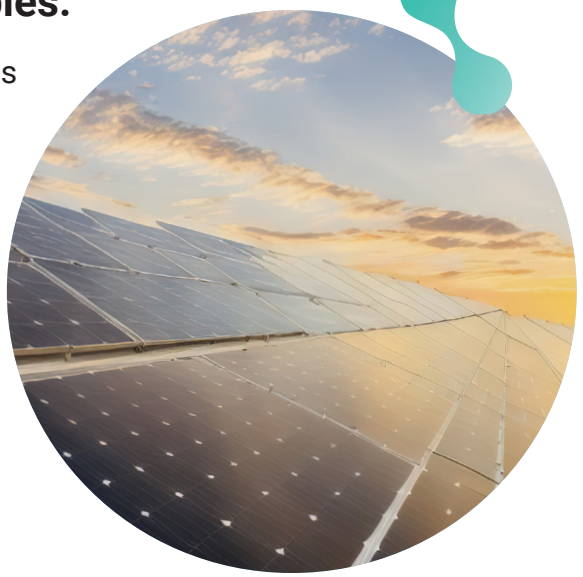
### Barrera 4. Desconexión entre proyecciones, líneas base de acreditación y autorización de ITMOs.

Una de las principales brechas es que los escenarios de emisiones, los procesos de NDC, el desarrollo normativo y las decisiones de autorización de ITMOs pueden avanzar por canales institucionales separados. Esto genera riesgos: aprobar actividades sin saber si contribuyen a cerrar la brecha NDC, autorizar transferencias sin estimar el balance nacional, o reportar en el BTR información inconsistente.

## 4.2 Oportunidades

### Oportunidad 1. Identificar paquetes de mitigación costo-efectivos y potencialmente transferibles.

Las proyecciones permiten comparar medidas y paquetes sectoriales considerando su impacto esperado, costo, temporalidad, viabilidad de implementación y contribución a la NDC. Al vincularse con líneas base de acreditación, también ayudan a diferenciar entre la mitigación necesaria para cumplir las metas nacionales, la mitigación adicional que podría ser considerada para transferencia internacional y aquella que conviene reservar para aumentar la ambición futura.



## Oportunidad 2. Movilizar inversión hacia sectores estratégicos.

Cuando los países pueden demostrar, con datos, escenarios y líneas base robustas, dónde existe potencial de mitigación adicional y qué condiciones se requieren para desbloquearlo, los mercados de carbono pueden contribuir a canalizar financiamiento hacia sectores de alto impacto. Esto permite priorizar acciones que no solo generan reducciones o remociones de emisiones, sino que también requieren inversión adicional, fortalecimiento institucional, tecnología o cooperación internacional para ser implementadas a escala.





## Oportunidad 3. Fortalecer la transparencia y la confianza en las decisiones de mercado.

Los BTRs, inventarios nacionales, registros y sistemas MRV pueden consolidar una base de información pública que aumente la credibilidad de la participación en mercados de carbono. A mayor claridad sobre supuestos, metodologías, sectores elegibles, líneas base, autorizaciones y ajustes correspondientes, menor será el riesgo reputacional para el país y mayor la confianza de compradores, inversionistas y socios de cooperación. Esta transparencia también facilita demostrar que las decisiones de mercado son coherentes con el balance nacional de emisiones y con el cumplimiento de la NDC.

## Oportunidad 4. Impulsar la cooperación regional y el aprendizaje compartido.

Muchos de los desafíos técnicos e institucionales asociados a la generación y uso de proyecciones y líneas base son compartidos entre países de América Latina y el Caribe. Las comunidades de práctica regionales pueden acelerar el aprendizaje, reducir costos, facilitar el intercambio y promover criterios comunes de integridad.

# 5. Consideraciones clave para usar proyecciones en decisiones sobre participación en mercados de carbono



El uso de proyecciones de emisiones para orientar decisiones sobre mercados de carbono requiere distinguir entre tres niveles de análisis: i) el escenario de referencia o trayectoria esperada bajo políticas existentes; ii) la trayectoria compatible con el cumplimiento de la NDC; y iii) la línea base de acreditación, que permite estimar qué parte de las reducciones o remociones podría ser adicional y potencialmente transferible.

A continuación, se propone un proceso en siete pasos para vincular las proyecciones de emisiones con decisiones de participación en mercados de carbono basado en las guías de proyecciones y línea base de acreditación desarrolladas en el marco del proyecto LAC-6[1].

## Paso 1.
## Definir el alcance del escenario

El primer paso consiste en precisar qué decisión se busca informar y, con base en ello, definir el alcance del análisis. Esto incluye **identificar la unidad de análisis**: nacional, sectorial, jurisdiccional, programática o de proyecto; los sectores y gases cubiertos; el horizonte temporal; y la relación del ejercicio con el inventario nacional de GEI, la NDC, la EDLP y los posibles instrumentos de mercado. En el contexto del Artículo 6, se recomienda partir de una mirada nacional para identificar sectores con mayor potencial de mitigación y luego profundizar en sectores.

1. El proyecto LAC-6 Mercados de Carbono con Integridad acompaña a 7 países de América Latina y el Caribe en la preparación para participar en mercados de carbono bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París. Se enfoca en fortalecer las capacidades técnicas, institucionales y operativas para que los países puedan tomar decisiones informadas, asegurar la integridad ambiental y aprovechar los mercados de carbono como una herramienta para la acción climática. El proyecto es implementado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y financiado por el Fondo Verde del Clima.

También es necesario **definir la frontera de emisiones**, especificando qué fuentes, sumideros, gases y actividades se incluyen, así como posibles emisiones indirectas o fugas. Esta frontera debe ser coherente con el inventario nacional y las metodologías IPCC, a fin de evitar doble conteo y asegurar consistencia con otros escenarios (CCAP & UNEP, 2026b).

## Paso 2.
## Construir el escenario de referencia

El escenario de referencia representa la trayectoria esperada de emisiones bajo la continuidad de las tendencias, políticas, regulaciones y medidas vigentes. Su construcción debe **partir de datos históricos** de emisiones y actividad, idealmente con series de al menos cinco a diez años, en coherencia con el inventario nacional, incluyendo variables como producción, consumo energético, población, PIB sectorial, parque vehicular, superficie cultivada, deforestación o generación de residuos, según el sector analizado. También deben **recopilarse factores de emisión** nacionales o locales cuando existan; en su ausencia, pueden utilizarse factores internacionales o valores por defecto del IPCC, documentando sus limitaciones.



Una vez recopilada la información, se deben **analizar las tendencias históricas** e identificar posibles años atípicos, cambios metodológicos, crisis, desastres, transformaciones tecnológicas o cambios regulatorios que puedan afectar la trayectoria. Este análisis permite **seleccionar los principales parámetros impulsores** de las emisiones, como demanda energética, crecimiento económico, intensidad energética, parque vehicular, pasajeros-km, toneladas-km, cambios de uso del suelo o tasas de deforestación.

Los **supuestos** utilizados para proyectar estas variables deben estar claramente documentados, basarse en fuentes oficiales o reconocidas y ser coherentes con las políticas vigentes. Cuando el escenario de referencia se utilice como insumo para decisiones de mercado o líneas base de acreditación, los supuestos deben ser especialmente prudentes para evitar inflar artificialmente las emisiones de referencia.

Con los datos históricos, parámetros impulsores y factores de emisión definidos, se **calculan las proyecciones sectoriales** utilizando herramientas acordes con las capacidades del país, desde hojas de cálculo hasta modelos especializados. Más que la complejidad del modelo, lo importante es que sea transparente, replicable y sostenible en el tiempo. El Anexo I presenta algunos ejemplos de cálculo de proyecciones sectoriales.

Finalmente, las proyecciones sectoriales deben **agregarse a nivel nacional** para verificar su coherencia con el inventario de GEI, la NDC y los reportes de transparencia. Esta agregación es clave para evitar referencias incompatibles entre sectores y reducir riesgos de sobreventa cuando las proyecciones informen decisiones bajo el Artículo 6.

## Paso 3. Construir el escenario de trayectoria compatible con el cumplimiento de la NDC

El tercer paso consiste en traducir la NDC en una trayectoria de emisiones que permita evaluar el nivel de esfuerzo requerido para cumplir la meta nacional. Esta trayectoria puede ser explícita, cuando la NDC incluye un presupuesto de carbono, una meta absoluta o una senda sectorial; o implícita, cuando la NDC se expresa como reducción porcentual frente a BAU, intensidad de emisiones o metas sectoriales no agregadas.

Una primera acción es **revisar el tipo de NDC**. Si la NDC es *economy-wide*, la trayectoria debe estimarse a nivel nacional y, cuando sea necesario, desagregarse en trayectorias sectoriales indicativas. Si la NDC incluye metas sectoriales, la trayectoria puede construirse directamente por sector. Si la NDC combina metas incondicionales y condicionales, debe diferenciarse qué parte del esfuerzo se espera cumplir con recursos propios y qué parte depende de apoyo internacional.

Una segunda acción es **convertir la meta en valores anuales** o plurianuales de emisiones. Para una NDC con meta absoluta, esto implica construir una senda desde el año base hasta el año objetivo.

Una tercera acción es **evaluar la coherencia con la EDLP**. La trayectoria compatible con la NDC no debería considerarse de manera aislada, sino como parte de una senda de descarbonización más amplia. Esto es especialmente importante para evitar que decisiones de mercado de corto plazo transfieran reducciones de bajo costo que el país podría necesitar más adelante para cumplir metas futuras más ambiciosas.

Finalmente, la trayectoria NDC debe documentarse con el mismo nivel de transparencia que el escenario de referencia: fuentes, supuestos, cobertura sectorial, gases incluidos, políticas consideradas, año base, horizonte temporal, incertidumbre y relación con el inventario nacional.

## Paso 4. Construir el escenario de línea base de acreditación

La línea base de acreditación es el nivel de referencia contra el cual se calculan las reducciones o remociones potencialmente acreditables. A diferencia del escenario de referencia o BAU, debe cumplir criterios adicionales de conservadurismo, adicionalidad, transparencia, trazabilidad y coherencia con la NDC.

Para **asegurar la coherencia con la NDC**, si la NDC tiene un enfoque *economy-wide*, la línea base de acreditación puede construirse a nivel sectorial o programático, pero debe comprobarse que la suma de las líneas base sectoriales no erosione el presupuesto nacional de emisiones. Si la NDC contiene metas sectoriales, la línea base de acreditación debe anclarse en esas trayectorias y situarse por debajo de ellas. En el caso de NDC expresadas como reducción relativa frente a BAU, la línea base debe ubicarse igual o por debajo de la trayectoria resultante de aplicar dicha reducción, evitando que la acreditación comprometa el cumplimiento de la meta nacional.

Para transformar el escenario de referencia en una línea base de acreditación, se deben **aplicar factores de ajuste**. Estos pueden incluir factores de ambición de la NDC, mejora tecnológica esperada, saturación o límites superiores, y márgenes de conservadurismo para manejar incertidumbre. Su aplicación puede realizarse mediante ajustes multiplicativos, benchmarking ambicioso o enfoques de ambición creciente que revisen la línea base en cada ciclo de actualización de la NDC. La selección del método dependerá del sector, la disponibilidad de datos, el tipo de NDC y la madurez institucional.



Finalmente, la línea base debe someterse a **validación técnica y análisis de incertidumbre**. Esto implica revisar la completitud, consistencia, comparabilidad, exactitud y trazabilidad de los datos, así como su coherencia con el inventario nacional.

*Nota: Los enfoques metodológicos para la generación de la línea base de acreditación pueden incluir emisiones históricas ajustadas, benchmarking ambicioso, mejores tecnologías disponibles (BAT), líneas base por debajo de BAU, Modelo Climate Action Teams (CAT), Banco Mundial TCAF, entre otros. Sin embargo, ninguno es automáticamente aplicable bajo artículo 6 y todos deben evaluarse frente a integridad ambiental, adicionalidad, contabilidad y coherencia con la NDC (CCAP & UNEP, 2026b)*



## Paso 5. Análisis de brecha 1: escenario de referencia y trayectoria NDC

El primer análisis de brecha compara el escenario de referencia (paso 2), que refleja la evolución esperada de las emisiones bajo políticas y medidas vigentes, con la trayectoria compatible con el cumplimiento de la NDC (paso 3). Esta comparación permite estimar el **esfuerzo adicional requerido para alcanzar la meta nacional** e identificar sectores críticos, medidas prioritarias y necesidades de financiamiento.

Las reducciones necesarias para cerrar la brecha frente a la NDC deben considerarse parte del esfuerzo doméstico de cumplimiento y no asumirse como disponibles para transferencia internacional. De esta manera, se reducen riesgos de sobreventa y de comprometer el logro de la NDC.



## Paso 6. Análisis de brecha 2: trayectoria NDC y línea base de acreditación

El segundo análisis de brecha compara la trayectoria compatible con la NDC (paso 3) con la línea base de acreditación (paso 4). En términos conceptuales, esta comparación permite identificar el **volumen de reducciones** que, en principio, podría considerarse **adicional a la meta nacional y potencialmente disponible para generar ITMOs** u otros resultados transferibles, funcionando como herramienta para mitigar el riesgo de sobre-venta de resultados de mitigación.

Sin embargo, este espacio no debe interpretarse como automáticamente transferible. El volumen final dependerá de diversos factores, incluyendo las decisiones soberanas del país sobre autorización de ITMOS. Además, el país puede decidir reservar parte de esa mitigación para aumentar ambición futura o para reducir riesgos de incumplimiento.

En términos operativos, este paso debería producir al menos tres resultados: i) una estimación preliminar del volumen máximo potencial de reducciones transferibles; ii) una identificación de sectores o actividades con mayor potencial y menor riesgo; y iii) recomendaciones sobre límites, reservas o condiciones de autorización.

## Paso 7. Integrar los resultados en decisiones de regulación de Artículo 6

El último paso consiste en traducir los resultados de los análisis anteriores en reglas, criterios e instrumentos de decisión para la participación en el Artículo 6. Las proyecciones, la trayectoria NDC y las líneas base de acreditación deben alimentar el diseño normativo y operativo del mercado, no quedar como ejercicios técnicos aislados.

Una primera aplicación es la **definición de listas positivas y negativas**. Las listas positivas pueden incluir actividades de bajo riesgo, alto impacto y clara contribución a prioridades nacionales, cuya autorización podría agilizarse. Las listas negativas pueden excluir actividades necesarias para cumplir metas incondicionales de la NDC, actividades con alto riesgo de sobreventa, actividades fuera del alcance del inventario o medidas con riesgos sociales, ambientales o de permanencia difíciles de gestionar (GGGI, 2023d).

Una segunda aplicación es la **definición de límites de acreditación** por sector, período o vintage. Estos límites pueden establecer techos máximos de transferencia, reservas de mitigación, descuentos por incertidumbre o períodos de acreditación más cortos para sectores con mayor riesgo. También pueden diferenciar entre actividades dentro de la NDC, fuera de la NDC, condicionadas a apoyo internacional o alineadas con la EDLP.

Una tercera aplicación es el **fortalecimiento de registros, MRV y reporte**. El registro empleado debe poder rastrear autorizaciones, transferencias, usos, cancelaciones y ajustes correspondientes. Además, debe permitir conectar la actividad o programa con el inventario nacional, el balance de emisiones y la información reportada en el BTR. Esta trazabilidad es fundamental para demostrar que la participación en mercados de carbono es coherente con el cumplimiento de la NDC y con la integridad ambiental del Artículo 6 (GGGI, 2023b).

Finalmente, este proceso debe ser **iterativo**. Las proyecciones y las decisiones de participación en Artículo 6 deben poder actualizarse en coherencia con la NDC, la EDLP, el inventario, las políticas sectoriales, las metodologías internacionales o la disponibilidad de datos.

# Caso Panamá: líneas base para mercados de carbono en un país carbono negativo

Panamá ofrece un caso interesante para analizar cómo las proyecciones de emisiones pueden informar decisiones sobre mercados de carbono en países de la región. Su NDC combina metas sectoriales de reducción frente a BAU con el objetivo de mantener la carbono neutralidad al 2035. Esto implica que cualquier línea base sectorial o jurisdiccional bajo el Artículo 6 debe ser coherente no solo con la reducción de emisiones en sectores específicos, sino también con el balance neto nacional de emisiones y remociones.



La NDC 3.0 de Panamá, *Pacto con la Naturaleza*, plantea una reducción incondicional del 11% de las emisiones de los sectores energía, IPPU, agricultura y residuos respecto al BAU, junto con la restauración de 100.000 hectáreas de ecosistemas, incluidos manglares. De forma condicional, el país prevé aumentar la reducción hasta un 17%, manteniendo la carbono neutralidad hacia 2035. En este contexto, UTCUTS cumple un rol central como sumidero, por lo que las líneas base no pueden evaluarse únicamente sector por sector: deben demostrar que la suma de los resultados autorizados no compromete el balance neto nacional.

En la práctica, las líneas base de acreditación para energía, IPPU, agricultura y residuos deberían ubicarse por debajo de las trayectorias resultantes de aplicar, como mínimo, la reducción incondicional del 11% frente al BAU oficial, e idealmente ser más estrictas para dejar margen al aumento de ambición. Para UTCUTS, las líneas base deben ser coherentes con la meta de restauración y evitar supuestos incompatibles con la carbono neutralidad o con una trayectoria hacia emisiones netas negativas a 2050.

**Tipo de línea base recomendada para Panamá:**

- **Nivel:** jurisdiccional y sectorial, con énfasis en bosques, transporte y energía.
- **Bosques y UTCUTS:** niveles de referencia forestales coherentes con REDD+ y estándares jurisdiccionales como ART-TREES.
- **Transporte y sector marítimo:** benchmarking de intensidad de emisiones, por ejemplo $tCO_2e$ por tonelada-km o pasajero-km.
- **Energía:** emisiones históricas ajustadas y BAU ajustado con factores de ambición y conservadurismo.

El caso de Panamá sugiere que en países carbono neutrales o sumideros netos el potencial de mercados de carbono no debe estimarse solo como la diferencia entre BAU y emisiones proyectadas. Debe evaluarse frente a una trayectoria nacional más exigente, asegurando que los resultados transferibles representen mitigación adicional después de preservar el balance neto del país, cumplir la meta incondicional de la NDC y mantener espacio para aumentar la ambición futura.

Fuente: (CCAP & UNEP, 2026b)







# 6. ¿Qué reportar en el BTR sobre proyecciones y mercados de carbono?

El BTR es el principal vehículo de transparencia bajo el Acuerdo de París. Para países que participan o planean participar en mercados de carbono, el BTR debería ser utilizado no solo como un reporte ex post, sino como una herramienta de coherencia entre inventarios, NDC, proyecciones, Artículo 6 y financiamiento climático.

## 6.1 Información sobre proyecciones

Los países deberían reportar, según corresponda: escenarios de emisiones y remociones bajo políticas existentes; escenarios con medidas adicionales; sectores y gases incluidos; horizonte temporal y años de referencia; metodologías y modelos utilizados; datos de actividad y factores de emisión; supuestos macroeconómicos, demográficos y sectoriales; políticas y medidas incluidas en cada escenario; análisis de sensibilidad e incertidumbre; relación con la NDC y la EDLP; y cambios metodológicos frente a reportes previos (Proyecciones GEI, 2024).

## 6.2 Información sobre mercados de carbono

Cuando el país participe en Artículo 6 o mercados internacionales, debería reportar: rol previsto de mercados en la NDC; sectores o actividades elegibles; autoridad responsable de autorizaciones; criterios de autorización; arreglos de MRV y registro; volumen de resultados autorizados, transferidos o adquiridos; vintages y períodos correspondientes; aplicación de ajustes correspondientes; relación entre resultados transferidos y cumplimiento de la NDC; medidas para evitar doble contabilidad; salvaguardas sociales y ambientales; contribución al desarrollo sostenible; y uso de ingresos, si aplica (SPAR6C Guide 3, 2023).



Adicionalmente, cuando se utilicen líneas base de acreditación, el BTR debería poder rastrear la conexión entre: i) inventario nacional; ii) escenario referencia; iii) trayectoria NDC; iv) línea base de acreditación; v) resultados verificados; vi) resultados autorizados; vii) resultados transferidos; y viii) ajuste correspondiente. Esta trazabilidad es esencial para evitar que los mercados operen como un sistema paralelo a la planificación climática nacional.

# 7. Recomendaciones

## A. Para mejorar las proyecciones y las líneas base de acreditación

1.

**Alinear las proyecciones con el inventario nacional.**

Usar las mismas categorías IPCC, gases, factores de emisión y series históricas cuando sea posible. Cuando existan diferencias metodológicas, documentarlas y justificar su impacto.

2.

**Aplicar ajustes de ambición y conservadurismo.**

Cuando las proyecciones se usen para mercados, los países deberían definir factores de ajuste que reduzcan la línea base frente al BAU y la alineen con la NDC, incluyendo márgenes de incertidumbre, mejora tecnológica y ambición creciente.

3.

**Revisar y actualizar periódicamente las líneas base.**

Las líneas base deben reflejar cambios tecnológicos, políticas nuevas, información actualizada y ciclos de NDC. Una revisión cada tres a cinco años, alineada con la actualización de la NDC, puede ser un punto de partida.

## B. Para mejorar el uso de proyecciones en la actualización de NDC

1.

**Integrar las proyecciones en el ciclo de diseño de políticas.**

Las proyecciones deben utilizarse desde la formulación de la NDC, no solo al momento de reportar. Deben informar metas, medidas, financiamiento, priorización sectorial y seguimiento.

2.

**Conectar la NDC con la EDLP.**

Las decisiones de corto plazo, incluidas las de mercado, deben ser coherentes con la trayectoria de largo plazo. Transferir reducciones de bajo costo hoy puede encarecer el cumplimiento futuro si no se gestiona cuidadosamente.

3.

### Definir explícitamente el rol de los mercados en la NDC.

La NDC debería aclarar si los mercados serán suplementarios, condicionales o centrales; qué sectores serán elegibles; qué volumen estimado se espera transferir o adquirir; y cómo se aplicarán salvaguardas y ajustes correspondientes.

## C. Para evaluar potencial para mercados de carbono y Artículo 6

1.

### Desarrollar una estrategia nacional de Artículo 6 que considere la información de escenarios y líneas base.

La estrategia debería partir de los análisis de brechas, el potencial sectorial, la preparación institucional, los riesgos de sobreventa y la contribución a largo plazo.

2.

### Crear reservas, descuentos o límites prudenciales.

Para gestionar incertidumbre y evitar sobreventa, los países pueden definir buffers, descuentos, límites sectoriales, límites por vintage, reservas de mitigación para cumplimiento nacional o condiciones de reparto de resultados de mitigación.

3.

### Usar listas positivas y negativas.

Las listas negativas pueden excluir actividades con alto riesgo de sobreventa, fuera del alcance de la NDC, no visibles en el inventario o necesarias para cumplir metas incondicionales. Las listas positivas pueden facilitar actividades de bajo riesgo, alto costo o incluidas en componentes condicionales de la NDC.

4.

### 4. Fortalecer registros y sistemas MRV.

La autorización de ITMOs requiere trazabilidad desde la actividad hasta el balance nacional. El registro debe permitir rastrear resultados, usos autorizados, transferencias, cancelaciones y ajustes.

# 8. Checklist para gobiernos: 10 preguntas de autoevaluación

| | Preguntas | Si | No |
|---|---|---|---|
| 1 | ¿Existe una institución líder con mandato claro para coordinar proyecciones, líneas base, NDC, Artículo 6 y BTR? | ○ | ○ |
| 2 | ¿El país cuenta con escenarios de referencia BAU actualizados? | ○ | ○ |
| 3 | ¿El país cuenta con escenarios de trayectoria NDC actualizados? | ○ | ○ |
| 4 | ¿El país cuenta con línea base de acreditación actualizada? | ○ | ○ |
| 5 | ¿Las proyecciones están alineadas con el inventario nacional de GEI en categorías, gases, factores de emisión y series históricas? | ○ | ○ |
| 6 | ¿Las líneas base de acreditación se ubican por debajo de BAU y son coherentes con la NDC? | ○ | ○ |
| 7 | ¿El país puede estimar qué parte de las reducciones proyectadas es necesaria para cumplir la NDC y qué parte sería adicional? | ○ | ○ |
| 8 | ¿Se aplican factores de ambición, mejora tecnológica y conservadurismo antes de definir volúmenes acreditables? | ○ | ○ |
| 9 | ¿Existen o se están considerando listas positivas, listas negativas, límites de transferencia o reservas para gestionar riesgos de sobreventa? | ○ | ○ |
| 10 | ¿La información sobre proyecciones, líneas base, mercados de carbono y ajustes correspondientes puede reportarse de forma coherente en el BTR? | ○ | ○ |

# 9. Conclusión



Las proyecciones de emisiones son una herramienta habilitante para la acción climática, la transparencia y la participación estratégica en mercados de carbono. Su valor no radica únicamente en producir trayectorias futuras, sino en orientar decisiones: qué medidas priorizar, qué sectores tienen mayor potencial, qué reducciones son necesarias para cumplir la NDC y qué resultados adicionales podrían transferirse sin comprometer los objetivos nacionales.

Para América Latina y el Caribe, el momento es estratégico. La región avanza en transparencia, instrumentos de precio al carbono y preparación para Artículo 6. Sin embargo, para convertir el interés en mercados en resultados de alta integridad, los países necesitan fortalecer la conexión entre inventarios, proyecciones, líneas base de acreditación, NDC, EDLP, MRV y marcos de Artículo 6.

La recomendación central de este policy brief es que para decidir cuánto transar, o qué sectores o actividades priorizar, los países deben saber con claridad qué necesitan para cumplir su propia NDC y qué resultados adicionales pueden potencialmente lograr. Las proyecciones y las líneas base de acreditación ayudan a responder esa pregunta y a traducirla en decisiones que promueven la integridad en la participación en mercados de carbono.

# Referencias


1. Araujo Gutiérrez, Z., & Bravo Córdoba, S. (2024). *Guía para presentar proyecciones de emisiones y remociones de GEI para la planificación y comunicación de la acción climática*. Climate Ambition and Transparency, UNEP LACO & IIASA.

2. Center for Clean Air Policy, & United Nations Environment Programme. (2026). *Guía de las metodologías existentes para calcular proyecciones de emisiones para los sectores económicos priorizados de los países, con base en las series históricas de emisiones* [Documento no publicado]. Proyecto LAC-6.

3. Center for Clean Air Policy, & United Nations Environment Programme. (2026). *Guía para calcular líneas base o niveles de referencia* [Documento no publicado]. Proyecto LAC-6.

4. Chavana, M., & Birlain, M. (2021). *Manual para la estimación de un presupuesto de carbono subnacional para el sector eléctrico y su ruta de descarbonización*. GIZ México e Iniciativa Climática de México. https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/Manual-presupuestos-carbono_FINAL.pdf

5. Global Green Growth Institute. (2023). *Developing an Article 6 host party strategy: SPAR6C Guide 2*. Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation.

6. Global Green Growth Institute. (2023). *Developing an Article 6 host party institutional framework: SPAR6C Guide 3*. Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation.

7. Global Green Growth Institute. (2023). *Screening and developing Article 6 activities: SPAR6C Guide 5*. Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation.

8. Global Green Growth Institute. (2023). *Using Article 6 with carbon pricing instruments: Three key policy issues for host parties: SPAR6C Guide 4*. Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation.

9. Global Green Growth Institute. (2024). *Promoting ambition and transformational change using Article 6: SPAR6C Guide 1*. Supporting Preparedness for Article 6 Cooperation.

10. International Carbon Action Partnership. (2026). *Emissions trading worldwide: Status report 2026*. ICAP.

11. Michaelowa, A., Ahonen, H.-M., & Espelage, A. (2021). *Setting crediting baselines under Article 6 of the Paris Agreement*. Perspectives Climate Research.

12. Observatorio Regional de Mercados de Carbono. (2026). *Componentes indicadores*. UNEP, CCAP y RCC LatAm.

13. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2021). *Decision 2/CMA.3: Guidance on cooperative approaches referred to in Article 6, paragraph 2, of the Paris Agreement*.

14. United Nations Framework Convention on Climate Change. (2025). *Biennial transparency reports and national inventory reports: Synthesis report by the secretariat*.

15. World Bank. (2026). *Guidance for policymakers on the role of domestic carbon pricing and international carbon credit markets in achieving LTSs and NDCs*. World Bank.

# Anexos

## Anexo I. Fichas de ejemplos sectoriales

Este anexo presenta tres ejemplos sectoriales que ilustran cómo pueden construirse proyecciones de emisiones o remociones y cómo estas pueden utilizarse para analizar el potencial espacio para resultados transferibles bajo el Artículo 6. Las fichas tienen un propósito ilustrativo y no sustituyen el desarrollo y adaptación de metodologías.

Cada ficha presenta: el objetivo del ejercicio, el alcance del análisis, los datos de entrada, la lógica de cálculo del escenario de referencia, el escenario con mitigación, la lectura frente a la NDC y las consideraciones relevantes para mercados de carbono.

## Ejemplo 1. Sector industrial: sustitución de clínker en la producción de cemento

### Objetivo del ejercicio

Este ejemplo ilustra cómo construir una proyección de emisiones para el sector cementero y cómo evaluar el potencial de una medida de sustitución de clínker bajo un posible esquema de cooperación del Artículo 6. El ejercicio permite distinguir entre la reducción total generada por una medida y la porción que podría considerarse adicional respecto a la trayectoria compatible con la NDC.

### Alcance del análisis

El análisis se concentra en las emisiones de proceso asociadas a la producción de clínker, principal componente del cemento. La variable de actividad es la producción anual de clínker, medida en kilotoneladas (kt). El horizonte de análisis cubre el período 2023–2035, con 2030 como año de evaluación central.

La frontera de emisiones incluye las emisiones de $CO_2$ derivadas de la descarbonatación en el proceso de producción de clínker. Para efectos del ejemplo, no se incluyen emisiones energéticas asociadas al consumo de combustibles ni electricidad, aunque estas podrían incorporarse en una aplicación completa si forman parte de la frontera definida por el país.

### Datos de entrada del ejemplo

| Parámetro | Valor utilizado |
|---|---|
| Año de referencia | 2023 |
| Horizonte de análisis | 2023–2035 |
| Año de evaluación central | 2030 |
| Producción de clínker en 2023 | 1.500 kt |
| Factor de emisión del proceso | 0,52 $tCO_2$/t de clínker |
| Crecimiento anual promedio del PIB construcción | 4,0% |
| Elasticidad producción de clínker / PIB construcción | 0,85 |
| Crecimiento anual proyectado de clínker | 3,4% |
| Meta sectorial de la NDC en 2030 | 900 $ktCO_2e$ |
| Reducción de clínker por la medida en 2030 | 15% |

## Construcción del escenario de referencia

El escenario de referencia se construye proyectando la producción de clínker a partir del crecimiento esperado del PIB del sector construcción y de la elasticidad histórica entre actividad constructora y producción de clínker. En este ejemplo, si el PIB del sector construcción crece 4,0% anual y la elasticidad es 0,85, la producción de clínker aumenta 3,4% anual.

La producción proyectada se multiplica por el factor de emisión de proceso para estimar las emisiones de referencia:

**Emisiones de referencia = producción de clínker × factor de emisión**

Para 2030, la producción proyectada de clínker alcanza 1.894 kt. Al aplicar el factor de emisión de 0,52 $tCO_2$/t de clínker, las emisiones de referencia ascienden a aproximadamente 985 $ktCO_2e$.

| Año | Producción de clínker - escenario de referencia (kt) | Emisiones – escenario de referencia ($ktCO_2e$) |
|---|---|---|
| 2023 | 1.500 | 780 |
| 2024 | 1.551 | 807 |
| 2025 | 1.604 | 834 |
| 2026 | 1.658 | 862 |
| 2027 | 1.714 | 891 |
| 2028 | 1.772 | 921 |
| 2029 | 1.832 | 953 |
| **2030** | **1.894** | **985** |
| 2031 | 1.958 | 1.018 |
| 2032 | 2.025 | 1.053 |
| 2033 | 2.094 | 1.089 |
| 2034 | 2.165 | 1.126 |
| 2035 | 2.238 | 1.164 |

## Escenario con mitigación

El escenario con mitigación incorpora una medida de sustitución gradual de clínker mediante el uso de adiciones o materiales alternativos en el cemento. En este ejemplo, se modela que la medida alcanza una reducción del 15% en la necesidad de clínker para 2030 frente al escenario de referencia.

Con esta medida, la producción de clínker en 2030 se reduce de 1.894 kt a 1.609,9 kt. Al aplicar el mismo factor de emisión, las emisiones del sector disminuyen a aproximadamente 837 $ktCO_2e$.

| Año | Producción de clínker en escenario de referencia (kt) | Reducción aplicada | Producción con mitigación (kt) | Emisiones con mitigación ($ktCO_2e$) |
|---|---|---|---|---|
| 2023 | 1.500 | 0% | 1.500,0 | 780 |
| 2024 | 1.551 | 2% | 1.518,4 | 790 |
| 2025 | 1.604 | 4% | 1.535,0 | 798 |
| 2026 | 1.658 | 6% | 1.551,9 | 807 |
| 2027 | 1.714 | 9% | 1.566,6 | 815 |
| 2028 | 1.772 | 11% | 1.582,4 | 823 |
| 2029 | 1.832 | 13% | 1.595,7 | 830 |
| **2030** | **1.894** | **15%** | **1.609,9** | **837** |
| 2031 | 1.958 | 15% | 1.664,3 | 865 |
| 2032 | 2.025 | 15% | 1.721,3 | 895 |
| 2033 | 2.094 | 15% | 1.779,9 | 926 |
| 2034 | 2.165 | 15% | 1.840,3 | 957 |
| 2035 | 2.238 | 15% | 1.902,3 | 989 |

## Lectura frente a la NDC y potencial transferible

Para 2030, el escenario de referencia proyecta emisiones de 985 $ktCO_2e$. Si la NDC establece una meta sectorial de 900 $ktCO_2e$ para ese mismo año, el país necesita reducir al menos 85 $ktCO_2e$ para cumplir su compromiso nacional.

La medida de sustitución de clínker reduce las emisiones a 837 $ktCO_2e$, generando una reducción total de 148 $ktCO_2e$ frente al escenario de referencia. Sin embargo, no toda esa reducción puede considerarse potencialmente transferible. De las 148 $ktCO_2e$ reducidas,

85 $ktCO_2e$ son necesarias para alcanzar la meta de la NDC. La diferencia restante, equivalente a 63 $ktCO_2e$, representa el excedente potencialmente transferible, sujeto a autorización, verificación, aplicación de ajustes correspondientes y cumplimiento de los criterios de integridad.

| Indicador en 2030 | Valor |
|---|---|
| Emisiones de referencia | 985 $ktCO_2e$ |
| Emisiones con mitigación | 837 $ktCO_2e$ |
| Meta sectorial de la NDC | 900 $ktCO_2e$ |
| Reducción total generada por la medida | 148 $ktCO_2e$ |
| Reducción necesaria para cumplir la NDC | 85 $ktCO_2e$ |
| Excedente potencialmente transferible | 63 $ktCO_2e$ |

Si el país decidiera autorizar la transferencia de 63 $ktCO_2e$, debería aplicar un ajuste correspondiente. En ese caso, aunque las emisiones reales del sector fueran 837 $ktCO_2e$, el balance contable del país anfitrión incorporaría las 63 $ktCO_2e$ transferidas, resultando en 900 $ktCO_2e$. De esta forma, el país seguiría cumpliendo la meta sectorial de la NDC después de la transferencia.

## Consideraciones para mercados de carbono

Este ejemplo muestra que el potencial transferible no equivale a la reducción total de emisiones generada por una medida. La transferencia solo debería considerarse sobre la porción que excede el esfuerzo necesario para cumplir la NDC. También ilustra la importancia de que las líneas base de proyectos, programas o actividades estén alineadas con la trayectoria sectorial y nacional; de lo contrario, se requeriría un ejercicio de anidación para asegurar consistencia con el inventario nacional y evitar doble contabilidad.

# Ejemplo 2.
# Sector AFOLU: restauración y manejo forestal sostenible

## Objetivo del ejercicio

Este ejemplo presenta un ejemplo de proyección de remociones en el sector AFOLU, centrado en acciones de restauración y manejo forestal sostenible. El ejercicio ilustra cómo diferenciar entre las remociones necesarias para cumplir una meta nacional y las remociones adicionales que podrían considerarse potencialmente transferibles bajo el Artículo 6.

## Alcance del análisis

El análisis se concentra en actividades de restauración de ecosistemas, manejo forestal sostenible y sistemas agroforestales. La variable de actividad principal es el área bajo restauración o manejo, medida en hectáreas. El resultado se expresa como remociones de $CO_2e$.

La frontera del análisis debe definir el área incluida, los tipos de ecosistemas, los reservorios de carbono considerados, las actividades de manejo forestal, los riesgos de reversión y las salvaguardas sociales y ambientales aplicables. En sectores forestales, es fundamental diferenciar entre emisiones, remociones y cambios en los stocks de carbono.

## Datos de entrada del ejemplo

| Parámetro | Valor ilustrativo |
|---|---|
| Meta nacional de restauración a 2035 | 50.000 ha |
| Restauración anual compatible con la meta | 5.000 ha/año |
| Restauración histórica marginal en referencia | 500 ha/año |
| Acumulación de carbono en escenario de referencia | 3 $tCO_2e$/ha/año |
| Acumulación de carbono con manejo mejorado | 5 $tCO_2e$/ha/año |
| Remociones proyectadas sin medidas de mitigación en 2030 | 4.700 $ktCO_2e$ |
| Remociones con restauración y manejo sostenible en 2030 | 5.000 $ktCO_2e$ |
| Meta sectorial AFOLU de la NDC en 2030 | 4.850 $ktCO_2e$ |

*Nota: Las remociones se presentan como magnitudes positivas para facilitar la lectura del ejemplo. En inventarios nacionales, el país deberá mantener la convención de signos que utilice oficialmente para emisiones y remociones.*

## Escenario de referencia

El escenario de referencia representa una situación de restauración mínima, en la cual no se implementan programas adicionales de promoción de restauración o manejo forestal sostenible. Para efectos del ejemplo, se asume que la restauración ocurre solo a tasas históricas marginales de 500 ha/año y que los bosques manejados mantienen tasas bajas de acumulación de carbono.

Bajo este escenario, las remociones en 2030 se proyectan en 4.700 $ktCO_2e$. Esta cifra representa la trayectoria esperada en ausencia de una intervención adicional de restauración y manejo sostenible.

## Escenario con mitigación

El escenario con mitigación incorpora programas de restauración y manejo forestal sostenible que permiten alcanzar una restauración anual de 5.000 ha/año. Además, se asume que las actividades de manejo mejorado incrementan la tasa promedio de acumulación de carbono a 5 $tCO_2e$/ha/año.

Con la implementación de estas acciones, las remociones en 2030 aumentan a 5.000 $ktCO_2e$.

## Lectura frente a la NDC y potencial transferible

El impacto total de la medida se calcula como la diferencia entre las remociones con intervención y las remociones en el escenario de referencia:

**5.000 $ktCO_2e$ – 4.700 $ktCO_2e$ = 300 $ktCO_2e$**

Esto significa que la medida genera un aumento total de remociones de 300 $ktCO_2e$ en 2030.

Sin embargo, si la NDC establece que el sector AFOLU debe alcanzar 4.850 $ktCO_2e$ de remociones en 2030, el país necesita aumentar sus remociones en al menos 150 $ktCO_2e$ frente al escenario de referencia:

**4.850 $ktCO_2e$ – 4.700 $ktCO_2e$ = 150 $ktCO_2e$**

Por tanto, de las 300 $ktCO_2e$ de remociones generadas por la medida, 150 $ktCO_2e$ son necesarias para cumplir la NDC, mientras que las 150 $ktCO_2e$ restantes representan un excedente potencialmente transferible.

| Indicador en 2030 | Valor |
|---|---|
| Remociones en escenario de referencia | 4.700 $ktCO_2e$ |
| Remociones con restauración y manejo sostenible | 5.000 $ktCO_2e$ |
| Meta sectorial AFOLU de la NDC | 4.850 $ktCO_2e$ |
| Remoción total generada por la medida | 300 $ktCO_2e$ |
| Remoción necesaria para cumplir la NDC | 150 $ktCO_2e$ |
| Excedente potencialmente transferible | 150 $ktCO_2e$ |

En un contexto de participación en Artículo 6, este excedente podría considerarse potencialmente elegible para autorización y transferencia como ITMO, siempre que se cumplan los requisitos de adicionalidad, permanencia, salvaguardas, monitoreo, verificación, coherencia con la NDC y ajustes correspondientes.

## Consideraciones para mercados de carbono

El sector AFOLU requiere especial cautela por su alta incertidumbre biofísica, la variabilidad temporal y espacial de los datos, los riesgos de reversión, la posible saturación de sumideros y la necesidad de salvaguardas sociales y ambientales efectivas. Por ello, antes de autorizar resultados transferibles, el país debería aplicar criterios prudenciales, como reservas, descuentos por incertidumbre, límites de transferencia o períodos de monitoreo más estrictos.

# Ejemplo 3. Sector residuos: desvío de residuos orgánicos hacia compostaje

## Objetivo del ejercicio

Esta ficha ilustra cómo construir una proyección de emisiones para residuos sólidos municipales y cómo evaluar el efecto de una medida de mitigación basada en el desvío de residuos orgánicos hacia compostaje. El ejemplo permite mostrar cómo variables demográficas, composición de residuos y prácticas de manejo influyen en la generación de metano.

## Alcance del análisis

El análisis se concentra en residuos sólidos municipales, particularmente en la fracción orgánica con potencial de generación de metano en sitios de disposición final. La variable de actividad principal es la cantidad de residuos generados anualmente, expresada en Gg/año. También se consideran la composición de los residuos, la fracción enviada a relleno sanitario o sitios no categorizados, y los parámetros asociados a la degradación del carbono orgánico.

La frontera del análisis incluye la generación de metano derivada de la disposición de residuos sólidos. No se incluyen, para efectos de esta ficha, emisiones asociadas al transporte de residuos, operación de instalaciones, reciclaje o uso final del compost.

## Datos de entrada del ejemplo

| Parámetro | 2025 | 2030 | Unidad / descripción |
|---|---|---|---|
| Población | 8.500.000 | 9.200.000 | Habitantes |
| Generación per cápita | 1,3 | 1,3 | kg/hab/día |
| Residuos generados | 4.033,25 | 4.370,00 | Gg/año |

La composición de residuos utilizada en el ejemplo es la siguiente:

| Tipo de residuo | Participación |
|---|---|
| Residuos de comida | 50% |
| Residuos de jardín | 8% |
| Papel y cartón | 12% |
| Madera | 3% |
| Textiles | 6% |
| Pañales | 7% |
| Plásticos y otros inertes | 14% |

## Escenario de referencia

El escenario de referencia proyecta la generación de residuos a partir de la población y de una tasa constante de generación per cápita. En ausencia de nuevas políticas o tecnologías de mitigación, se mantiene la distribución de residuos hacia relleno sanitario y sitios no categorizados.

El cálculo de emisiones se basa en la estimación de metano generado por la descomposición de la fracción orgánica. Para ello se consideran parámetros como el carbono orgánico degradable, la fracción del carbono que se descompone, el factor de metano, la tasa de descomposición y el factor de corrección de metano asociado al tipo de sitio de disposición.

| Parámetro técnico | Función en el cálculo |
|---|---|
| Carbono orgánico degradable (DOC) | Determina la proporción de carbono orgánico que puede degradarse en cada tipo de residuo. |
| Fracción del DOC que se descompone (DOCf) | Estima la porción del carbono degradable que efectivamente se transforma en metano. |
| Factor de metano (F) | Representa la fracción del biogás generado que corresponde a metano. |
| Tasa de descomposición (k) | Refleja la velocidad de degradación de los residuos, según tipo de residuo y condiciones climáticas. |

| | |
|---|---|
| Factor de corrección de metano (MCF) | Ajusta las emisiones según el tipo y nivel de manejo del sitio de disposición final. |

## Escenario con mitigación

El escenario con mitigación incorpora una medida de compostaje aplicada a una parte de los residuos orgánicos, principalmente residuos de comida y jardín. Al desviar esta fracción de la disposición final, se reduce el volumen de materia orgánica que se descompone en condiciones anaerobias y, por tanto, se evita parte de la generación de metano.

Para efectos del ejemplo, se asume que el compostaje se aplica sobre una fracción de los residuos orgánicos. Esta modificación reduce los residuos enviados a disposición final y cambia los parámetros de generación de metano del modelo.

| Parámetro | 2030 referencia | 2030 mitigación |
|---|---|---|
| Total de residuos considerados (Gg) | 4.370,00 | 3.933,00 |
| Residuos de comida a disposición (Gg) | 2.185,00 | 1.966,50 |
| Residuos de jardín a disposición (Gg) | 349,60 | 314,64 |
| Residuos a relleno sanitario (Gg) | 2.622,00 | 2.427,84 |
| Residuos a sitios no categorizados (Gg) | 1.748,00 | 1.748,00 |
| DDOCm total (Gg C) | 383,24 | 360,74 |
| DDOCm descompuesto (Gg C) | 327,70 | 309,09 |
| $CH_4$ generado (Gg $CH_4$) | 218,50 | 205,90 |
| Reducción de $CH_4$ (Gg $CH_4$) | — | 12,60 |

En 2030, la medida reduce la generación de metano de 218,50 Gg $CH_4$ a 205,90 Gg $CH_4$. La reducción estimada es de 12,60 Gg $CH_4$. Para expresar este resultado en $CO_2e$, el país deberá aplicar el potencial de calentamiento global utilizado oficialmente en su inventario nacional.

## Lectura frente a la NDC y potencial transferible

El ejemplo muestra cómo una medida de compostaje puede generar reducciones cuantificables frente al escenario de referencia. Sin embargo, para evaluar si estas reducciones podrían transferirse bajo el Artículo 6, el país debe compararlas con la trayectoria compatible con la NDC para el sector residuos.

Si las reducciones generadas por la medida son necesarias para cerrar la brecha sectorial frente a la NDC, deberían contabilizarse como parte del esfuerzo doméstico. Solo si la medida genera reducciones adicionales por debajo del nivel requerido por la NDC, y si se cumplen los requisitos de autorización, MRV, integridad ambiental y ajustes correspondientes, podría considerarse un volumen potencialmente transferible.

## Consideraciones para mercados de carbono

El sector residuos ofrece oportunidades relevantes para mitigación mediante compostaje, captura y quema de biogás, reciclaje, reducción de residuos orgánicos en disposición final y mejora de sitios de tratamiento. Sin embargo, para utilizar estas reducciones en mercados de carbono, se requiere asegurar consistencia entre los datos municipales, el inventario nacional, la trayectoria NDC y los registros de resultados de mitigación.

También es necesario documentar claramente los supuestos de generación per cápita, composición de residuos, tasas de disposición, características de los sitios y factores de emisión. Cuando los datos sean limitados, pueden utilizarse factores por defecto del IPCC, pero se debe reportar la incertidumbre y avanzar progresivamente hacia datos nacionales más específicos.

OBSERVATORIO REGIONAL DE MERCADOS DE CARBONO

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

LAC-6

MERCADOS DE CARBONO CON INTEGRIDAD



accionclimatica-alc.org/omc/