

IMPUESTOS VERDES OFFSETS

ETS



5

# Serie de Folletos - Instrumentos de Precio al Carbono

OPCIONES PARA UN MIX DE INSTRUMENTOS  
DE PRECIO AL CARBONO EN CHILE

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania



Ministerio del  
Medio  
Ambiente

Gobierno de Chile



Ministerio de  
Energía

Gobierno de Chile

## Resumen

La implementación del impuesto al carbono en Chile (2017) constituyó un primer paso en el uso de instrumentos económicos para apoyar la política climática. Su éxito permitió el que ahora se pueda gravar a los establecimientos más emisores, implementar un sistema más sofisticado y transitar a impuestos con compensaciones (Ley 21.210), incorporando elementos de mercado que podrán potenciar a los instrumentos de precio en busca de mayor costo-eficiencia en la mitigación del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Sin embargo, hay aún espacio para seguir mejorando y brindando elementos que aceleren el tránsito hacia la carbono neutralidad comprometida por el país al 2050. La política de precio al carbono se expresa a través de una serie de instrumentos regulatorios, administrativos y económicos, generando precios implícitos y explícitos. Evaluar la interacción entre estos instrumentos en general y los potenciales tránsitos de los instrumentos de precio al carbono en específico, será clave no solo para alcanzar las metas nacionales y compromisos internacionales suscritos por el país en materia de cambio climático, sino que también para la gestión ambiental en general. Este documento explora algunos de esos elementos claves, destacando dificultades y potencialidades.



# Introducción

Cada vez más países y jurisdicciones adoptan mecanismos de fijación de precio al carbono como parte de su política para descarbonizar sus economías y cumplir los compromisos suscritos en sus NDC. De acuerdo al Banco Mundial (2020a), actualmente existen 61 iniciativas de precio al carbono, las que cubren aproximadamente el 22% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). Existen múltiples maneras de implementar un precio al carbono (IPC) y la elección de uno o más instrumentos, así como su combinación con otras políticas climáticas, depende de cada jurisdicción, y su eficaz implementación, de que exista: i) voluntad política del gobierno que promueve el instrumento; ii) factibilidad técnica (competencias para su diseño en el sector público e implementación en el sector público y privado) y política (apoyo transversal); y iii) una infraestructura institucional que la soporte.

En el año 2017 Chile implementó, por primera vez, un impuesto a emisiones de contaminantes atmosféricos locales y el principal contaminante global, el dióxido de carbono (Ley 20.780 y su posterior simplificación Ley 20.899). El impuesto aplica a fuentes fijas y a la primera venta de vehículos livianos y medianos<sup>2</sup>. En 2020, la Ley de Modernización Tributaria (Ley 21.210) modificó el umbral de afectación para los establecimientos con fuentes fijas, pasando de un umbral definido por tecnología y capacidad térmica (calderas o turbinas en establecimiento con capacidad total de 50 MWt) a un umbral de emisiones anuales ( $\geq 100$  ton MP o  $\geq 25$  mil ton CO<sub>2</sub>). Asimismo, incorporó un nuevo instrumento de gestión ambiental, las compensaciones (u offsets) como herramienta complementaria a los impuestos, agregando un elemento de mercado que otorga mayor flexibilidad para incentivar reducciones aún más eficientes<sup>3</sup>.

Estas innovaciones entrarán en régimen en 2023, intentando contribuir tanto con los desafíos de descontaminación atmosférica local como con los dos principales desafíos en materia de mitigación de GEI: el cumplimiento de la NDC (Gobierno de Chile, 2020a) y la carbono neutralidad al 2050. Pero además, la implementación de estos instrumentos de precio al carbono (impuesto + offsets) deben evaluarse bajo un paraguas mayor: una política nacional de precio al carbono que se integre a otras políticas relacionadas. En efecto, no solo los mecanismos que explicitan un precio al carbono juegan un rol relevante en la mitigación de GEI, también lo hacen aquellas políticas que generan un precio al carbono implícito y que tienen impacto, como por ejemplo: i) el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático, a través del potencial uso de certificados de reducciones o excedentes para cumplir la norma de GEI propuesta; ii) El uso de un precio sombra al carbono en la evaluación social de proyectos por parte del Ministerio de Desarrollo Social; y iii) las soluciones basadas en la naturaleza para cumplir con los objetivos de reforestación y recuperación de bosque nativo en la NDC, entre otros.

Asimismo, la discusión sobre nuevos mecanismos requiere un debate político amplio respecto de cómo los instrumentos de mercado pueden aportar al logro de los objetivos finales de la política ambiental, considerando elementos como eficacia, eficiencia y equidad. El debate también debe considerar el necesario equilibrio entre los requerimientos para la administración de instrumentos más complejos y las capacidades actuales de los organismos del Estado y de los establecimientos regulados, que necesariamente deberían asumir nuevas

<sup>1</sup> Este documento corresponde a una actualización del documento: 'Potencialidades y posibles tránsitos de los impuestos verdes en Chile' (2018), elaborado por Rodrigo Pizarro, Francisco Pinto y Sebastián Ainzúa. Actualización elaborada por Francisco Pinto.

<sup>2</sup> Dependiendo de su nivel de emisión (óxido de nitrógeno), rendimiento urbano y valor de venta.

<sup>3</sup> Para mayor detalle, véase: Folleto N°1 'Impuesto Verde: Punto de partida para el despliegue de instrumentos de precio al carbono en Chile'.

funciones y requerirían mayores recursos. Es decir, una vez evaluada la viabilidad y efectividad de instrumentos de precio al carbono que incentiven un mercado entre entes regulados y/o con entes no regulados, se requiere valorar las ventajas de la ampliación de estos instrumentos en relación a sus costos y beneficios, así como su coherencia y consistencia con la política ambiental en general.

## **Política e Instrumentos de precio al carbono**

Antes de entrar a los instrumentos de precio al carbono, conviene definir qué se entiende y cómo se expresa la política de precio al carbono. La política establece, a través de diversos medios, un precio/costo explícito o implícito sobre las emisiones de carbono con el objetivo de generar incentivos a la reducción/mitigación de emisiones. Este cargo puede ser sobre productos, actividades, procesos o decisiones de inversión. Un precio implícito a las emisiones de carbono puede derivarse de una política, regulación, u otro instrumento de política, por ejemplo: a través de la fijación de una norma que regule el máximo de emisiones de una fuente y los costos por su incumplimiento. Por su parte, un precio explícito a las emisiones de carbono se deriva de una política, instrumento u otro mecanismo, por ejemplo: a través de una tasa impositiva a una unidad de emisión de carbono, el establecimiento de un precio social para la evaluación de proyectos sociales, o bien, mediante el establecimiento de un límite máximo de emisión, la posterior subasta de permisos y la generación de un mercado donde se transen (caso de un Sistema de Transacción de Emisiones).

Respecto a los IPCs, en general se observa que la literatura tiende a clasificarla en lugar de definirla, refiriéndose a estos como iniciativas o mecanismos que ponen un precio al carbono de manera explícita a través permisos de emisión transables, impuestos, offsets u otros mecanismos (WB, 2015; Tietenberg, 2013; y Narasimhan, 2018). Pizarro (2020) plantea una definición más amplia, un IPC 'es un vehículo de política, implementado a través de una infraestructura legal e institucional, que puede poner un precio sobre las emisiones de carbono en sectores y / o entidades específicas, a través de regulaciones, rutinas o prácticas'.

La definición de IPC es relevante en sí misma, así como comprender que su adopción responde a los contextos específicos de cada jurisdicción, aunque por cierto en todas las jurisdicciones donde se implementa deben darse tres condiciones: i) voluntad política del gobierno de turno; ii) factibilidad técnica y política, es decir que sea implementable económica y políticamente; y iii) que se diseñe e implemente una sólida estructura institucional para su operación, incluyendo el registro y la medición, reporte y verificación (MRV) de la información específica. No obstante, son las particularidades de cada contexto las que inducen a implementar una u otra opción ¿Por qué algunas jurisdicciones adoptan un impuesto y otras permisos de emisión transable (ETS por sus siglas en inglés)? ¿Es posible implementar un impuesto y un ETS de forma simultánea? ¿Por qué gravar emisiones en lugar de contenido de carbono? ¿Por qué establecer un umbral de afectación en base a características tecnológicas en lugar de uno por emisiones? ¿Poner una tasa alta o baja? Y la respuesta es que la elección de un tipo de instrumento y su estrategia de implementación obedece a un contexto. Algunos países/ jurisdicciones adoptan un instrumento en desmedro de otro por su viabilidad política, por ejemplo, el ETS en California o RGGI resulta la opción más viable porque alcanzar quorum para implementar un impuesto es muy difícil de lograr. Otro ejemplo, ¿Por qué en el caso chileno se gravan emisiones en lugar de contenido al carbono si es más fácil a través del segundo? La respuesta es que la estrategia chilena consideró el doble objetivo de gravar emisiones a contaminantes locales y global simultáneamente, como una manera de explicitar también el objetivo ambiental que se tuvo al gravar estos contaminantes. La variedad y versatilidad de

los IPCs permiten abordar los desafíos de mitigación de cada jurisdicción, adaptándose a los contextos específicos, logrando reducciones de manera costo-eficiente.

Hay múltiples opciones de instrumentos (y combinaciones entre estos). Así, un impuesto complementado con un mercado de offsets puede generar reducciones a costos menores que un impuesto sin offsets. Asimismo, un ETS con un mercado secundario poco profundo no generará reducciones a costos inferiores a un ETS que cuente con un mercado amplio. Más aún, el precio del carbono en un ETS con un mercado secundario acotado se parecería más a un impuesto, manteniéndose cerca de su precio piso.

Las jurisdicciones han adoptado diferentes opciones de instrumentos de precio al carbono, incluso algunos de ellos han evolucionado transitando de un instrumento puro a uno complementado con instrumentos de mercado como en los casos de México, Colombia y Chile. En el caso del primero, comenzó con un impuesto al contenido de carbono de algunos combustibles y ahora se encuentra en etapa de pilotaje para un ETS. En el caso de Colombia y Chile, ambos comenzaron con un impuesto al carbono y posteriormente han pasado a uno que es complementado con offsets, precisamente con el objetivo de incentivar reducciones más eficientes. Más aún, Colombia avanza ahora hacia la implementación de un sistema ETS que en principio coexistirá con el impuesto al carbono y los offsets. Se espera que el ETS entre en etapa de pilotaje en 2024.

## Instrumentos de precio al carbono

Los **impuestos** establecen un precio al carbono a través de un cargo sobre las emisiones (impuestos aguas abajo) o respecto del contenido de carbono de los combustibles fósiles (impuestos aguas arriba). Los impuestos obligan al emisor a internalizar el costo de las emisiones, pero no se establecen límites a las emisiones. En consecuencia, el énfasis está puesto en el precio: idealmente debe reflejar el costo social por contaminar.

Los **permisos de emisión transables (ETS)** determinan un máximo de emisiones agregadas y asignan permisos limitados a las fuentes emisoras para cumplir el máximo establecido. Los permisos asignados se pueden transar, lo que permite establecer, a través de la creación de oferta y demanda de permisos, un precio de mercado para las emisiones. En estos sistemas se fija el límite máximo de emisiones totales que permite garantizar un resultado global para todo el sistema, independiente de quien realice el esfuerzo de reducción. En definitiva, el énfasis está puesto en la cantidad de emisiones, revelando el precio a través del mercado generado.

Los sistemas de **compensaciones** de carbono (offsets) son herramientas de “intercambio” de emisiones que permiten que una medida de reducción o absorción de emisiones de GEI en una jurisdicción o sector, compense las emisiones que no se reduzcan en otra jurisdicción o sectores. Este intercambio se realiza mediante bonos de carbono a las Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (CERs, por su sigla en inglés Certified Emission Reductions) que se transan en mercados de carbono.

## Potenciales nuevos tránsitos

El documento que antecede a este<sup>4</sup> sugería una serie de alternativas que podía seguir Chile para escalar sus instrumentos de precio al carbono, a partir de la consolidación de los primeros impuestos verdes implementados en 2017. Finalmente, dos de esas alternativas fueron incorporadas en la Ley de Modernización Tributaria (Ley 21.210) aprobada en febrero de 2020<sup>5</sup>:

1. El cambio de umbral, pasando de uno establecido por características técnicas (calderas o turbinas de establecimientos con una potencia térmica total de 50 MWt) a uno de emisiones anuales ( $\geq 25$  mil toneladas anuales de  $\text{CO}_2$  o  $\geq 100$  toneladas de MP).
2. La incorporación de offsets (compensaciones) como instrumento complementario a los impuestos verdes. Pudiendo compensarse la totalidad de las emisiones de contaminantes de carbono con reducciones certificadas del mismo contaminante.

No obstante los avances en materia de instrumentos de precio al carbono, hay aún amplio espacio tanto para su perfeccionamiento como para su sofisticación. Respecto al primero, hay dos elementos claves que deben evaluarse para avanzar hacia una mayor eficiencia.

Primero, la tasa impositiva (USD 5/ ton  $\text{CO}_2$ ) es bastante baja en comparación con el nivel de precio requerido para cumplir el Acuerdo de París. En efecto, el 'Report of the High-Level Commission on Carbon Prices' (CPLC, 2017), señaló que para alinearse con el Acuerdo de París, los costos por tonelada de  $\text{CO}_2$  deberían variar entre USD 40 – 80 para 2020 y entre USD 50 – 100 para 2030. Hoy, menos del 5% de la jurisdicciones con IPC se encuentran en ese rango (Banco Mundial, 2020). Más aún, cerca de la mitad de estas jurisdicciones cuenta con un precio inferior a USD 10 t/ $\text{CO}_2$ . La estrategia original seguida por Chile consideró un precio bajo al implementar su primer impuesto al carbono para viabilizar económica y políticamente su entrada en régimen.

En consecuencia, particularmente en el caso chileno, hay una brecha considerable para avanzar hacia una tasa más cerca al precio sombra del carbono. De hecho, el Banco Integrado de Proyectos del Ministerio de Desarrollo Social (MDS) actualizó en 2017 el precio del carbono utilizado en la evaluación social de proyectos, pasando de un valor aproximado de USD 5 t/ $\text{CO}_2$  (MDS, 2014) a cerca de USD 32,5 t/ $\text{CO}_2$  (MDS, 2017), lo que puede considerarse una primera referencia para escalar el valor del impuesto en Chile.

Por supuesto, un aumento del valor del impuesto debe evaluarse considerando su impacto económico y social. Actualmente, el 94% de la recaudación por impuesto verde se explica por el sector eléctrico, consecuentemente, es clave entender los alcances de un alza impositiva en el mercado de generación eléctrica, su capacidad para gatillar la generación de energía limpia y su potencial irradiación a los consumidores de electricidad. Dadas las condiciones del mercado eléctrico<sup>6</sup> y el mecanismo de prorrateo establecido para que el impuesto sea pagado por todas las unidades generadoras que inyectan y efectúan retiros de la red, incluso por aquellas que generan con energías renovables no convencionales y que deben recurrir al mercado spot para cumplir con sus contratos de provisión de energía, se debe evaluar la

---

4 [Potencialidades y posibles tránsitos de los impuestos verdes en Chile.](#)

5 Para mayor detalle Ver Folleto 1: Impuesto Verde: Punto de partida para el despliegue de Instrumentos de precio al carbono en Chile.

6 El mercado eléctrico nacional establece los costos marginales como base para la determinación de las órdenes de despacho de generadoras.

pertinencia de traspasar el costo del impuesto al costo marginal de generación para alterar el orden de despacho en función del costo real que genera esa unidad (incluyendo los costos ambientales y si el beneficio social de este cambio es mayor que sus costos). Algunos estudios preliminares indican que dada la actual estructura del mercado eléctrico, los costos sociales de una medida como esta serían mayores que los beneficios (Bórquez et. al., 2019) y en consecuencia, no solo se debería evaluar cómo se inserta el impuesto en el mercado de generación eléctrica, sino que su estructura en general.

Un segundo elemento clave refiere a las restricciones que estable la Ley 21.210 en material de compensaciones. Si bien se reconoce como un avance la inclusión de este instrumento, tal como está planteado en la legislación, limita la generación de proyectos de mitigación. En efecto, la Ley establece que solo se podrá compensar con reducciones del mismo contaminante afecto, desestimando por esta vía todos los otros gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático. Para potenciar la oferta de reducciones, la legislación podría establecer que todas las reducciones o capturas de GEI que no sean dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se les aplique el factor de equivalencia de forzamiento radiativo del CO<sub>2</sub> reportado por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

## Potenciales nuevos caminos

Dada la naturaleza del dióxido de carbono como contaminante (particularmente la dificultad tecnológica de abatir sus emisiones), resulta fundamental dotar a la política climática de instrumentos que gatillen su mitigación (o promuevan su secuestro). Los instrumentos económicos bien diseñados garantizan cumplir con este objetivo de manera costo eficiente. Pero, además, es necesario evaluar cómo interactúan con otros instrumentos y si la herramienta es coherente y consistente con la política climática en general.

### Impuesto aguas arriba

El impuesto al carbono se estableció aguas abajo<sup>7</sup> porque grava las emisiones de contaminantes, haciéndolo coherente con abatir la contaminación atmosférica local y global. Sin embargo, su aplicación es factible para un número limitado de fuentes. Ampliar el impuesto para abarcar todas las emisiones no es posible debido a la capacidad técnica de los establecimientos, la tecnología y los costos. En consecuencia, una alternativa es ampliar el impuesto a toda la economía, implementando un impuesto aguas arriba generalizado a los combustibles y fijando la tasa en base al contenido de carbono. Un impuesto en este esquema establece el punto de regulación, el monitoreo y el cobro en las primeras entidades que comercializan los combustibles, como las instalaciones de procesamiento de gas natural o en las refinerías de petróleo. Ello permite extender el impuesto a toda la economía y reducir los costos de regulación y transacción, ya que no se requiere monitoreo de cada fuente. Además resuelve problemas de fugas y competitividad sectorial. Sin embargo, es importante considerar en su diseño que el mecanismo efectivamente genere incentivos para el cambio de comportamiento de los agentes (PMR, 2017).

### Permisos de Emisión Transables (ETS)<sup>8</sup>

Al igual que los impuestos, los sistemas ETS bien diseñados e implementados, pueden ser costo-eficientes en la reducción de las emisiones contaminantes, ya que proveen incentivos

7 Para detalles sobre el punto de regulación aguas abajo véase Folleto N°2. Estructura Institucional asociada a los instrumentos de Precio al Carbono.

8 Para mayor información, revisar 'Emissions Trading in Practice: A Handbook on Design and Implementation' (PMR y ICAP, 2016).

a los participantes para que estos reduzcan sus emisiones de manera flexible, en el lugar de menor costo y en función de sus propias estructuras productivas y tecnológicas. La transacción de estos permisos genera un precio de mercado por las emisiones contaminantes en función de la oferta y la demanda. Consecuentemente, entre más amplio y profundo el mercado secundario de los permisos, más opciones existen de reducir los costos de mitigación. Además, desde el punto de vista económico, son más factibles de integrar o vincular con jurisdicciones internacionales, lo que permite, potencialmente, reducir emisiones a menores costos al aumentar e tamaño del mercado.

Sin embargo, hay que considerar que este instrumento enfrenta una serie de desafíos para su implementación, especialmente en países de ingresos medios y medio bajos. En efecto, diseñar e implementar un ETS implica la construcción de una nueva institucionalidad, requiriendo una nueva regulación, posiblemente un ente regulador especializado y nuevas capacidades públicas y privadas. En este sentido Chile destaca algunos avances técnicos ante un eventual tránsito hacia un ETS, el impuesto grava emisiones (aguas abajo), el nuevo umbral de afectación es similar al implementado por jurisdicciones que ya cuentan con un ETS y cuenta con un sólido sistema de MRV.

Especialmente relevante, en relación a la institucionalidad, es la puesta en marcha del sistema MRV, el cual presenta una serie de complejidades. No solo se requiere de un registro de establecimientos y un sistema de MRV de emisiones como en el sistema de impuestos, si no que se requiere además de un sistema de registro de transacciones financieras con un nivel de seguridad de información del tipo bancario (nivel 5) y cancelación (utilización) de permisos para evitar su doble contabilidad.

Otro aspecto relacionado con la implementación de los ETS es la variabilidad del precio. Un ETS fija la cantidad de unidades de emisión posibles en una jurisdicción y permite que el precio se ajuste en base a las demandas de los distintos sectores afectos. En el pasado esto ha conllevado una alta variabilidad en el precio (Friedrich et al., 2020 y Zhang et al., 2019), y ha entregado incertidumbre a los privados. No obstante, en vista de la experiencia de diversos países, especialmente en la Unión Europea, se han desarrollado estrategias y herramientas que pueden complementar y estabilizar el precio de mercado para controlar este riesgo, específicamente bandas de precio y fondos de reserva.

Asimismo, en el caso Chile, un ETS concebido con potencial vinculación a otros países o jurisdicciones contribuiría a la obtención de precios más atractivos (a menores costos). Esto, considerando que con el actual impuesto al carbono se constata una alta concentración de las emisiones en un reducido grupo de empresas. Solo diez establecimientos (todos ellos del sector de generación eléctrica) explican el 68% del total recaudado.

Así, debido a que el mercado es pequeño, con sectores productivos de grandes fuentes, con alta concentración y baja competencia, el ETS probablemente tendría mayor eficacia si está conectado internacionalmente. Esto permitiría mayor competencia y heterogeneidad en la estructura productiva y tecnológica de las fuentes potencialmente afectas, lo que facilita la transacción de emisiones. No obstante, aún existe poca experiencia en los vínculos entre múltiples jurisdicciones, y específicamente, entre jurisdicciones con distintos niveles de desarrollo económico (Flachsland et al., 2009; Doda et al., 2017).

La experiencia en esta materia está en el ETS europeo y su conexión con Suiza, el sistema de RGGI (Regional Greenhouse Gas Initiative) del noreste de Estados Unidos, que abarca



varios estados, y quizás la más pertinente para Chile, el ‘Western Climate Initiative’ que es el sistema de ETS que conecta las jurisdicciones subnacionales de California y Quebec, con la posibilidad de que México se conecte en el mediano plazo<sup>9</sup>. Finalmente, cabe destacar que Chile es parte de la Alianza del Pacífico (AP), bloque de integración comercial regional que está compuesto además por Colombia, México y Perú. La Alianza tiene un compromiso explícito con el Acuerdo de París y, además, ha decidido intensificar esfuerzos en materia de MRV con miras a identificar posibles mecanismos de mercado voluntario en la Región (Declaración de Cali, 2017), lo que abre opciones de explorar alternativas de integración en torno a mercados de carbono, aunque en el mediano o largo plazo.

Vincular o conectar los sistemas ETS de distintas jurisdicciones presenta ventajas desde el punto de vista económico, pero también presenta desafíos significativos. La principal ventaja es que un ETS integrado establece un único precio para una tonelada (o su reducción) de CO<sub>2</sub> en todas las jurisdicciones integradas. Ello significa que si está bien establecido el umbral de permisos, el denominado cap, la reducción de CO<sub>2</sub> se haría al menor costo posible porque se accede al menor costo marginal de reducción en todo el mercado integrado. Vale decir, se cumpliría el objetivo ambiental al menor costo posible en aquellas jurisdicciones integradas. La emergencia de un único precio entre economías heterogéneas generará impactos en competitividad que sería necesario atender. Sin embargo, para preparar a los distintos sectores, el Estado puede anticiparse con acciones de apoyo de diversos tipos (capacitaciones y fomento a la I+D, entre otros) para que los cambios tecnológicos sean graduales y se minimicen los impactos económicos.

Es importante señalar que uno de los principales desafíos técnicos que establece un ETS que integra sistemas de jurisdicciones distintas es ‘homologar’ o ‘armonizar’ sus sistemas MRV, siendo la verificación el subsistema más complejo, ya que este debe ser lo suficientemente confiable, transparente y trazable para todas las partes. Existen, en consecuencia, desafíos metodológicos, informáticos, técnicos y legales importantes para la integración de los mercados de carbono.

Otro elemento de gran importancia en la implementación de un sistema ETS es la asignación original de los permisos de emisión a las industrias. Una manera de hacerlo es de forma gratuita, pudiendo ser en función de las emisiones históricas de las entidades individuales —lo que se denomina grandfathering— o en un punto de referencia específico de toda una industria —benchmarking— y dependiendo de si la asignación cambia cuando la producción cambia (ICAP y PMR, 2016<sup>10</sup>). Esto genera amplia aceptabilidad por parte de los agentes regulados debido a que aquellos, en principio más eficientes, tienen la posibilidad de obtener un beneficio económico (Victor y Cullenward, 2007). Sin embargo, la posibilidad de generar y transferir rentas hacia quienes precisamente están ‘contaminando’ puede agregar una dificultad adicional asociada a la pérdida de eficiencia y equidad (Rode, 2014), pero sobre todo es conflictivo desde el punto de vista político.

Otra manera de asignar los permisos es a través de subastas. Esto puede generar nuevos ingresos al Estado, quien puede compensar a la sociedad por el aumento de precios en

---

<sup>9</sup> Un detalle de los potenciales efectos asociados a vínculos internacionales puede encontrarse en ‘Considering the Effects of Linking Emissions Trading Schemes. A Manual on Bilateral Linking of ETS’ (Beuermann et al, 2017) o en ‘Linking Emissions Trading Schemes’ (Tuerk, A. et al, 2009).

<sup>10</sup> Para mayor información sobre los métodos de asignación consultar ‘Comercio de emisiones en la práctica: Manual sobre el diseño y la implementación de Sistemas de Comercio de Emisiones’ de International Carbon Action Partnership (ICAP) y Partnership for Market Readiness (PMR). Disponible en línea en: [https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_attach&task=download&id=464](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=464).

algunos bienes/servicios producidos y afectos a la regulación (por ejemplo la energía eléctrica) o distribuirlos a toda la ciudadanía mediante diversos programas sociales en general, y ambientales en particular (Burtraw et al., 2005), permitiendo además evitar potenciales conflictos políticos debido a la asignación gratuita de rentas (Cramton y Kerr, 1998)<sup>11</sup>.

Otra manera de distribuir los permisos es a través de un mix. Una parte subastada y otras cedida gratuitamente. No obstante, la porción cedida en gratuidad requiere argumentos económicos y acuerdos políticos para su implementación, transparentando los criterios de aplicación: por ejemplo efectos en competitividad y/o leakage.

### **Sistemas Híbridos**

Los instrumentos de precios al carbono pueden convivir. De hecho, en algunos casos, se complementan para reducir algunas de las dificultades que emergen al implementar instrumentos ‘puros’, por ejemplo, en los ETS respecto a equidad y distribución de responsabilidades. Los modelos complementarios se conocen como sistemas híbridos, ya que pueden combinar impuestos con sistemas de mercados de emisiones.

Los sistemas híbridos pueden contener un precio que grava la emisión como base del sistema, permitiendo la transferencia y transacción de permisos de emisión. Estos instrumentos permiten generar un mecanismo que logra transferir recursos con múltiples objetivos. En efecto, los sistemas híbridos no solo contribuyen a prevenir la volatilidad de los precios y reducir potenciales errores de política frente a la incertidumbre, sino que además, ayudan a evitar problemas de interacciones con otras políticas climáticas (Goulder y Schein, 2013). El sumar, además, la opción de complementar con compensaciones (offsets) puede dar alternativas más flexibles para el cumplimiento de compromisos de los regulados e incentivar mitigación en sectores no cubiertos por el instrumento de precio directamente, a la vez que se genera múltiples co-beneficios a nivel local.

## **Interacción con otros instrumentos de política de precios al carbono**

Chile tiene un compromiso con el cumplimiento del Acuerdo de París (explicitado a través de su NDC) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, que incluye entre otros ‘Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos’ (Objetivo 13). De acuerdo a la actualización de la NDC presentada por Chile en 2020, el país se compromete con un presupuesto de emisiones de GEI que no superará las 1.100 MtCO<sub>2</sub>eq, entre 2020 y 2030, alcanzando un nivel de emisiones de GEI de 95 MtCO<sub>2</sub>eq al 2030. Esta meta, además, se contextualiza en un objetivo mayor, lograr la carbono neutralidad al 2050, meta explicitada tanto en la NDC como en el proyecto de Ley Marco de Cambio Climático que se discute en el Congreso.

Por supuesto, la política de precio al carbono y los instrumentos que se apliquen, jugarán un rol determinante para alcanzar esta meta. En consecuencia, es pertinente identificar, evaluar y discutir todas aquellas políticas públicas (y sus interacciones) que afectan explícita o implícitamente el precio del carbono. Ejercicio que deberá también considerarse en la elaboración de la ‘Estrategia Climática de Largo Plazo’ que coordina el Ministerio del Medio Ambiente. Algunas políticas relevantes a considerar:

---

11 La Constitución de Chile contempla el principio de ‘no afectación’, que impide que la recaudación de los tributos tenga un fin específico.

## Impuesto específico a los combustibles

El uso de combustibles fósiles es la principal causa de las emisiones de GEI, por tanto, generar mecanismos que motiven la internalización de los costos sociales y ambientales que genera (externalidades negativas) es por supuesto más eficiente, aunque complejo de implementar políticamente. En Chile existe un impuesto específico a los combustibles. Instaurado en 1986 (Ley 18.502) con el fin de financiar el proceso de reconstrucción del terremoto de 1985, el impuesto grava, entre otros, a la gasolina y el diesel que utilizan los automóviles. No obstante la tasa del segundo (1,5 UTM) es 75% inferior al primero (6 UTM) y consecuentemente, genera un incentivo al mayor uso del diesel respecto a la gasolina, aún cuando desde el punto de vista ambiental no tiene justificación<sup>12</sup>.

Parte de esto es lo que trató de corregir el impuesto verde a los vehículos livianos y medianos en la Reforma Tributaria del 2014 (Ley 20.780) que aplica a la primera venta, dependiendo de su rendimiento urbano (km/litro), potencial de emisiones de NOX y valor del vehículo. Hasta ahora existe poca literatura que evalúe el impacto del impuesto, aunque una de las pocas que existe (Mardones, 2018), señala que el impuesto no ha generado impacto significativo en el tamaño y composición de la flota. En consecuencia, se requiere mayor análisis respecto al impacto del impuesto y de las condiciones que los haría más exitoso.

## Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático

El Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático ingresado para su discusión en el Congreso el 13 de enero de 2020 (Gobierno de Chile, 2020b) en sus artículos N° 13 y N° 14 propone normas de emisión y certificados de reducción de emisiones, absorción o excedentes de GEI, que pueden ser utilizados para el cumplimiento de las normas. Señala, además, que el MMA podrá autorizar el uso de certificados de reducción o absorción de emisiones, correspondientes a proyectos implementados en otros países en el marco de la cooperación referida en el artículo 6 del Acuerdo de París, y la vinculación con este u otros instrumentos similares en el ámbito internacional. El reglamento indicará las condiciones y requisitos necesarios para tal efecto, considerando lo que establezca el Libro de Reglas del Acuerdo de París.

De transformarse en Ley este texto se generará un nuevo precio y potencial mercado de carbono. En efecto, desde una perspectiva económica, los regulados tendrán incentivos a cumplir la norma cuando sus costos de no cumplir sean mayores a los costos en que incurran por cumplir. Esto generará un precio implícito del carbono y se transformará en recaudación para el Estado, en el caso de aquellos regulados que incumplan la norma (deban pagar una multa) y no estén afectados a impuestos verdes. Y por otro lado, abre una nueva opción de mercado al permitir el uso de certificados de reducción de emisiones. Coherentemente, el mecanismo de certificados deberá estar alineado con el sistema de compensaciones que está diseñando el MMA para dar cumplimiento a la Ley de Modernización Tributaria. El elemento innovador es que el proyecto de Ley propone que las compensaciones para la norma aceptaría reducciones generadas en otros países, aunque junto a otros elementos es aún materia de debate en el Congreso. Esto sería más beneficioso para los regulados, permitiéndoles utilizar - de existir en otra jurisdicción y de que cumpla con las condiciones que establezca el reglamento - reducciones a precios más bajos. No obstante, esto también limitaría el incentivo a generar proyectos de reducción locales, con la consecuente pérdida de todos los potenciales co-beneficios que favorecen a la sociedad en su conjunto.

---

12. Además existen exenciones tributarias. Dos ejemplos relevantes: i) 100% de exención cuando el diesel no se utiliza en actividades relacionadas al transporte en calles o carreteras y ii) hasta 25% de exención para transporte de carga (porción que depende del tamaño de la empresa).

## Artículo 6 del Acuerdo de París: Opciones

Específicamente, los Artículos 6.2 y 6.4 del Acuerdo de París. El primero abrió la puerta para el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional (ITMOs) entre Partes<sup>13</sup>, habilitando un potencial mercado de carbono internacional que operará una vez se apruebe su libro de reglas. Esto abrirá amplias posibilidades de mitigar GEI de manera más eficiente, al permitir conectar jurisdicciones donde los costos de mitigación son inferiores con otras con costos de mitigación altos. Por su parte, el Artículo 6.4 emerge como un mecanismo centralizado que constituye una transición del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Este nuevo mecanismo permitiría que los compromisos nacionales de reducciones fueran en parte compensados por proyectos de mitigación que demuestren adicionalidad. Es decir, que demuestren que su implementación tiene efectivamente un impacto en la reducción de emisiones o aumento de secuestro de GEI. Queda por definir cómo operarían los proyectos MDL que se encuentran vigentes y que podrían coexistir al tiempo que se implementa el nuevo sistema centralizado.

Además de los proyectos MDL, hay otros programas de reducciones en el mercado voluntario que se están desarrollando en Chile y que podrían coexistir al tiempo que se implemente el potencial mecanismo centralizado. Dentro de estos el Verified Carbon Standard (VCS) y Gold Standar (GS). Se estima la existencia de 16 millones de créditos de carbono proveniente de proyectos MDL, VCS y GS y 34 millones adicionales en nuevos proyectos que podrían materializarse en los próximos cinco años (StratCarbon, 2020). Será materia de discusión el como cohabitan estos proyectos bajo el Artículo 6.4 y si habrá un proceso de integración gradual y ajustes correspondientes.

Por otra parte, existen diversas iniciativas internacionales que intentan explorar y/o implementar mecanismos colaborativos de mitigación entre países y jurisdicciones. El Banco Mundial está liderando una iniciativa denominada 'Carbon Market Club', en la cual un grupo de gobiernos nacionales desarrollan conjuntamente actividades de pilotoje relacionadas con el artículo 6.2 del Acuerdo de París. Se forma sobre la base del entendimiento mutuo y el compromiso de todos los Miembros de hacer esfuerzos para adherirse e implementar los principios de asegurar la integridad ambiental, evitar la doble contabilidad y seguir las reglas y orientaciones que surgen de las negociaciones internacionales. Chile, junto a otros diez países, ha confirmado su participación en este Club (Banco Mundial, 2020b).

Hay iniciativas bilaterales como el Joint Crediting Mechanism (JCM) liderado por Japón, el cual facilita la difusión de tecnologías, productos, sistemas, servicios e infraestructura bajos en misiones de carbono, así como la implementación de acciones de mitigación y la contribución al desarrollo sostenible. El mecanismo

evalúa las contribuciones a las reducciones o remociones de emisiones de GEI y las usa para lograr el objetivo de reducción de emisiones de Japón previo acuerdo con el país donde se aplica el acuerdo. En Chile actualmente se registra un proyecto de reducciones promedio anual de 500 tons/CO<sub>2eq</sub><sup>14</sup>.

13 Cuando participen voluntariamente en enfoques cooperativos que entrañen el uso de resultados de mitigación de transferencia internacional para cumplir con las contribuciones determinadas a nivel nacional, las Partes deberán promover el desarrollo sostenible y garantizar la integridad ambiental y la transparencia, también en la gobernanza, y aplicar una contabilidad robusta que asegure, entre otras cosas, la ausencia de doble cómputo, de conformidad con las orientaciones que haya impartido la Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el presente Acuerdo.

14 Mayores detalles en: <https://www.jcm.go.jp/cl-jp/projects/61>

Una Otra alternativa la representa la iniciativa Climate Teams, un mecanismo cooperativo que opera bajo el Acuerdo de París, mediante el cual, países ‘anfitriones’, pueden reducir sus emisiones netas de gases de efecto invernadero de manera más rápida, con recursos entregados por países denominados ‘socios’, los que a su vez pueden incrementar la ambición de sus reducciones. El mecanismo conecta a estos países para que trabajen en conjunto y puedan reducir las emisiones globales de manera más costo eficiente. Chile presenta ventajas al presentar una sólida institucionalidad y un robusto sistema MRV de emisiones de GEI tanto para su inventario nacional (top down) como para establecimientos/fuentes sujetas a impuestos verdes (bottom up).

En términos generales, el mecanismo opera bajo un acuerdo entre un pequeño grupo de gobiernos que establecen arreglos para la entrega de recursos con la contrapartida de reducciones de emisiones más allá de las comprometidas por el país anfitrión. Se trata de un mecanismo novedoso que no se ha implementado aún. Chile podría ser el primer país anfitrión en explorarlo y potencialmente implementarlo. Ello puede significar acceder a una enorme cantidad de recursos y adelantar significativamente el compromiso de carbono neutralidad (Kerr y Pinto, 2020), por ejemplo: i) pudiendo acelerar el proceso de retiro de centrales termoeléctricas a carbón programado para el año 2040; ii) la implementación temprana del hidrógeno en Chile; o iii) Electromovilidad urbana acelerada (en vehículos comerciales y particulares) por medio de incentivos, entre otros.

## Conclusión

La implementación de los primeros impuestos verdes en Chile (2017), incluyendo un impuesto al carbono, permitió la instalación de una completa infraestructura institucional que sustenta la operación de los instrumentos, incluyendo un completo sistema MRV. La consolidación de este instrumento junto con la necesidad de alinearlo y perfeccionarlo considerando los desafíos ambientales locales y compromisos internacionales, motivó ajustes al impuesto y la incorporación de una herramienta adicional (la compensación de emisiones) a través de la Ley de Modernización Tributaria aprobada en 2020, esto añade un elemento de flexibilidad al impuesto al carbono que puede contribuir al logro de reducciones de manera más eficiente.

Si bien esto representa un avance de la política de precio al carbono, aún hay elementos claves de su diseño que pueden ser considerados en el futuro para hacer de estos instrumentos una herramienta más eficiente en la mitigación y mayor captura de GEI: el aumento de la tasa impositiva y la ampliación del uso compensaciones a todos los GEI (y no solo al carbono).

Asimismo, tanto la contingencia nacional como la emergencia internacional en lo relativo al cambio climático, ofrecen oportunidades para seguir ampliando y perfeccionando instrumentos de precio al carbono. Chile tiene un compromiso con la descarbonización de su economía hacia el 2050 y en consecuencia, su NDC actualizada, el actual proyecto de Ley Marco de Cambio Climático que se discute en el Congreso y la Estrategia Climática de Largo Plazo se alinean en post de este objetivo, intentando ampliar la opciones de mitigación a través de herramientas que sean coherentes y compatibles con la política ambiental en general y climática en particular.

Por su parte, el Artículo 6 del Acuerdo de París representa la oportunidad para acelerar el proceso chileno de descarbonización a través de la cooperación internacional mediante

acuerdos bilaterales y multilaterales. El país está en una buena posición para alcanzar arreglos mutuamente beneficiosos para las Partes: sólida institucionalidad ambiental, robusto sistema MRV, experiencia en la implementación de instrumentos de precio al carbono y capacidades técnicas instaladas.

La oportunidad de avanzar y acelerar el paso hacia una economía sustentable y baja en carbono está vigente, el desafío está en diseñar e implementar políticas consistentes con los objetivos de la política nacional y que sean complementarias entre sí. Esto requiere un diálogo amplio entre los agentes involucrados, la dotación de recursos para su implementación y la instalación de un proceso de revisión que evalúe el impacto de los instrumentos de política que se aplican.



# Bibliografía

- Banco Mundial (2020a). Situación y tendencias de la fijación del precio al carbono 2020. Disponible en línea: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33809>
- Banco Mundial (2020b). Unlocking Ambition through a Climate Market Club. World Bank Blogs. Publicado en Development and Climate Change por Srinivasan S. y Sánchez F. Disponible en línea: <https://blogs.worldbank.org/climatechange/unlocking-ambition-through-climate-market-club>
- Bórquez, R.; Mancilla, M.; Aguirre, F.; Möller, N. (2019). Análisis del Impacto Económico y Social de la Inclusión del Impuesto Verde en la Determinación del Costo Marginal de la Energía Eléctrica
- Cramton, P. y Kerr, S. (1998). Tradable Carbon Permit Auctions: How and Why to Auction Not Grandfather. RFF Discussion Papers 98-34.
- Carbon Pricing Leadership Coalition (CPLC) (2017). Report of the High-Level Commission on Carbon Prices. Disponible en línea en: <https://www.carbonpricingleadership.org/report-of-the-highlevel-commission-on-carbon-prices/>
- Beuermann, C., Bingle, J., Santikarn, M., Tänzler, D. and Therna, J. (2017). Considering the Effects of Linking Emissions Trading Schemes. A Manual on Bilateral Linking of ETS. Disponible en línea: [https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/Linking\\_manual%20Copy.pdf](https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/Linking_manual%20Copy.pdf)
- Doda, B., Quemis, S. y Taschini L. (2017). A Theory of Gains from Trade in Multilaterally Linked ETSs. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working Paper No. 275. ISBN 2515-5717.
- Flachsland, C., Marschinski, R. y Edenhofer, O. (2009). To link or not to link: benefits and disadvantages of linking cap and trade systems. Climate Policy, 9, 358-372.
- Friedrich, M., Mauer, E., Pahle M. and Tietjen O. (2020). From Fundamentals to Financial Assets: The Evolution of Understanding Price Formation in the EU ETS, ZBW – Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg. Disponible en línea: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/216726/1/FriedrichMauerPahleTietjen.pdf>
- Gobierno de Chile (2020a). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Disponible en línea en: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC\\_Chile\\_2020\\_espan%CC%83o-1.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83o-1.pdf)
- Gobierno de Chile (2020b). Proyecto de Ley que fija una Ley Marco sobre Cambio Climático. Boletín N° 13191-12. Disponible en línea en: <https://www.camara.cl/legislacion/ProyectosDeLey/tramitacion.aspx?prmID=13728&prmBoletin=13191-12>
- Goulder, L. y Schein, A. (2013). Carbon Taxes vs. Cap and Trade: A Critical Review. NBER Working Paper No. 19338.
- International Carbon Action Partnership (ICAP) y Partnership for Market Readiness (PMR). (2016). Comercio de emisiones en la práctica: Manual sobre el diseño y la implementación de Sistemas de Comercio de Emisiones. Disponible en línea: [https://icapcarbonaction.com/en/?option=com\\_attach&task=download&id=464](https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_attach&task=download&id=464)
- Ley N°18.502 (1986). Establece Impuestos a Combustibles que Señala. Disponible en línea en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29903>
- Ley N° 20.780 (2014). Reforma Tributaria que Modifica el Sistema de Tributación de la Renta e Introduce Diversos Ajustes en el Sistema tributario. Disponible en línea en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1067194&idVersion=2016-10-26>
- Ley N° 20.899 (2016). Simplifica el Sistema de Tributación a la Renta y Perfecciona otras Disposiciones Legales Tributarias. Disponible en línea en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1087342>
- Ley N° 21.210 (2020). Moderniza la Legislación Tributaria. Disponible en línea en: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1142667>
- Kerr, Z. y Pinto, F. (2020). Implementación de Equipos Climáticos en Chile: Una Propuesta para combatir el Cambio Climático y la Contaminación Local. Disponible en línea en: <http://climateteams.org/>
- Mardones, C. (2018). Análisis Retrospectivo de la Implementación de Impuestos Verdes sobre Automóviles. Informe Final. Universidad de Concepción. Disponible en línea en: <http://catalogador.mma.gob.cl/8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuiid=e5f7c9c5-b060-4681-832c-ab1fc4b3a2ae&fname=INFORME%20FINAL%20-%2020%20de%20feb%202018.pdf&access=public>
- Ministerio de Desarrollo Social (2014). Precios Sociales Vigentes 2014. Disponible en línea en: [http://www.dellibertador.cl/diplan/2014/precios\\_sociales\\_vigentes\\_2014.pdf](http://www.dellibertador.cl/diplan/2014/precios_sociales_vigentes_2014.pdf)

Ministerio de Desarrollo Social (2017). Estimación del Precio Social del CO2. Disponible en línea en: <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/precio-social-co2-2017/?wpdmdl=2406>

Partnership for Market Readiness - PMR (2017). Carbon Tax Guide. A Handbook for Policy Makers. World Bank, Washington, DC. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. Disponible en línea en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/26300>

Partnership for Market Readiness (PMR) and International Carbon Action Partnership (2016). Emissions Trading in Practice: A Handbook on Design and Implementation. Disponible en línea en: <https://icapcarbonaction.com/es/icap-pmr-ets-handbook>

Pizarro, R. (2020). Presentación en Taller Técnico para América Latina y el Caribe. Red de Política Fiscal Verde (GFPN). Naciones Unidas. CEPAL. 13-14 de Octubre.

Rode, A. (2014). Rent-seeking over tradable emission permits: theory and evidence. AEA Conference Proceeding 2015 and working paper, Department of Economics, University of Chicago.

Stavins, R. (2019). The Future of U.S. Carbon-Pricing Policy. Working Paper No. 25912. Disponible en línea: <https://www.nber.org/papers/w25912>

StratCarbon (2020). Análisis de la Oferta de Créditos de Carbono de Proyectos de Reducción de Emisiones Existentes en Chile. Disponible en línea en: [https://ef1be6ad-68f3-437e-8e2d-00987c8ec28c.filesusr.com/ugd/125a5e\\_2bf2e52a05224819a45acb1fae7cf368.pdf](https://ef1be6ad-68f3-437e-8e2d-00987c8ec28c.filesusr.com/ugd/125a5e_2bf2e52a05224819a45acb1fae7cf368.pdf)

Tietenberg, T. (2013). Reflections-Carbon Pricing in Practice. Review of Environmental Economics and Policy, Volume 7, Issue 2, Summer 2013, Pages 313–329. Disponible en línea: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1093/reep/ret008>

Tuerk, A., Sterk, w., Haites, E., Mehling, M., Flachsland, C., Kimura, H., Betz, R., Jotzo, F., (2009)\_Linking\_Emissions\_Trading\_Schemes (2009). Linking Emissions Trading Schemes.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015). Acuerdo de París. Disponible en línea: [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish.pdf)

Victor, D. y Cullenward, D. (2007). Making Carbon Markets Work. Scientific American, December issue.

World Bank (2015). State and Trends of Carbon Pricing 2015. Disponible en línea en: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/22630>

Zhang, W., Tian L., Yao Y., Tian Z., Wang M. y Zhang G. (2019). Dynamic Evolution Characteristic of European Union Emissions Trade System Price from High Price Period to Low Price Period. Journal of Cleaner Production. Volume 224, 1 July 2019, Pages 188-197. Disponible en línea: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619309023?via%3Dihub>





Publicado, apoyado y financiado por:  
**Ministerio Federal de Medio Ambiente,  
Conservación de la Naturaleza y  
Seguridad Nuclear (BMU)**  
Stresemannstraße 128-130, 10117  
Berlín, Alemania  
**Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ)**  
**GmbH**  
Federico Froebel 1776, Providencia,  
Santiago de Chile  
[www.giz.de](http://www.giz.de)

Nombre del proyecto:  
**Global Carbon Market, GIZ**  
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins  
1449, Edificio Santiago Downtown II,  
piso 14, Santiago de Chile  
[https://www.4echile.cl/proyectos/  
gcm/](https://www.4echile.cl/proyectos/gcm/)

Autor:  
**Francisco Pinto,**  
Consultor Independiente

Responsable:  
**David Fuchs,** GIZ

Equipo de Trabajo:  
**Isabella Villanueva,** GIZ  
**Constanza Montes,** GIZ  
**Mariela Ramos,** GIZ  
**Juan Pedro Searle,** Ministerio de  
Energía  
**Francisco Dall'Orso,** Ministerio de  
Energía  
**Marlen Görner,** PMR Chile  
**Rodrigo Bórquez,**  
Ministerio de Medio Ambiente  
**Marcelo Sánchez,**  
Ministerio de Medio Ambiente  
**Juan Pablo Rodríguez,**  
Superintendencia de Medio Ambiente

Diseño:  
**Bárbara Smok**