

30

Nota Informativa ENCCRV

■ Noviembre 2018

En esta edición

Análisis de opciones para el establecimiento de una oferta de mitigación desde el sector forestal, ante futuros escenarios de instrumentos de precio al carbono

 **NDC** Support Facility

Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA)
Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF)
Corporación Nacional Forestal (CONAF)
Ministerio de Agricultura de Chile



CHILE LO
HACEMOS
TODOS





ENCCR V

ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y RECURSOS VEGETACIONALES

**Estrategia Nacional de Cambio
Climático y Recursos Vegetacionales**

ISSN: 0719-7446
Corporación Nacional Forestal
Noviembre 2018
Santiago, Chile



Análisis de opciones para el establecimiento de una oferta de mitigación desde el sector forestal, ante futuros escenarios de instrumentos de precio al carbono

Autor

Rodrigo García Palma. Ingeniero Civil. Diplomado en Ciencias Ambientales. Máster en Ciencias, Tecnología y Políticas. Consultor Independiente.

Revisores

Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Jael Moraga. Ingeniera Forestal. Diplomada en Restauración y Rehabilitación Ambiental. Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA).

Nicolas Westenenk. Asesor División de Desarrollo Sustentable. Proyecto Partnership for Market Readiness (PMR). Ministerio de Energía.

Banco Mundial

Stavros Papageorgiou. Task Team Leader (TTL), Gerente de Proyecto para CONAF.

Contenido

Resumen Ejecutivo	6
1. Introducción	7
1.1. Instrumentos de Precio al Carbono (IPC) y contexto nacional	8
1.2. Lecciones internacionales sobre la incorporación de sector forestal a los IPC	9
2. Metodología	12
2.1. Construcción de la oferta	13
2.2. Curvas de costos marginales de abatimiento (curva MACC)	16
2.3. Rangos de precios	17
2.4. Caracterización sectorial de la demanda	19
2.5. Costos de transacción	20
3. Resultados de un análisis agregado de la oferta de mitigación del sector forestal a un futuro mercado de <i>offsets</i> en Chile	21
4. Análisis de la oferta del sector forestal a un futuro mercado de <i>offsets</i> en Chile	23
5. Recomendaciones Finales	26
6. Siglas	28
7. Glosario	29



Resumen Ejecutivo

El presente estudio, tiene por objetivo evaluar las alternativas de financiamiento para la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) provenientes del desarrollo de posibles nuevos esquemas de Instrumento de Precios al Carbono (IPC), en coherencia con las opciones presentadas desde el proyecto Partnership for Market Readiness (PMR) para Chile, como referencia.

Las experiencias internacionales de incorporación del sector forestal a los IPC, se enmarcan en metas absolutas que integran todos los sectores bajo las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC, siglas en inglés). Los casos de Nueva Zelanda, Australia y Colombia, son los únicos donde el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) tienen un rol en la oferta de mitigación, tanto como parte de un mercado de derechos de emisión (Nueva Zelanda) o para participar como oferta de mitigación no afecta a los IPC (*offsets* en el caso de Australia y Colombia). Salvo el caso de Colombia, todos los casos tienen una limitación cuantitativa no mayor a 10% en el uso de *offsets*.

Los equilibrios de mercado considerando tanto la desagregación como la agregación de las medidas de acción de la ENCCRV, evidencian que el sector forestal puede proveer una oferta de *offsets* viable (o bajo el precio al carbono) que podría moverse en un rango entre el 40 y el 80% de la demanda de las fuentes afectas bajo el actual impuesto verde (período 2020 a 2024). Sin embargo, gran parte de esta oferta viable, según los resultados de este estudio provienen

de la medida de acción facilitadora “MT.7.Fortalecimiento de los programas de fiscalización forestal y ambiental” y de la medida de acción directa “IF.3. Programa de silvicultura preventiva en interfaz urbana rural”.

Bajo el análisis de oferta agregada, se evaluó un escenario que considera el actual presupuesto existente, además de la recepción de apoyo nacional e internacional para ejecutar ciertas medidas de acción, este escenario denominado Medio es el que retorna mejores excedentes económicos. Además, en todos los escenarios el conjunto de medidas de acción de aumento de existencias reporta un nivel de excedentes económicos menor al resto de la ENCCRV, debido a la costo-efectividad individual de las medidas. Por tanto, a medida que aumenta la disponibilidad de presupuesto, el potencial de ingresos por hectárea decae, justamente porque los mayores recursos del escenario Optimista se desvían en atender medidas de acción menos costo-efectivas.

De modo de maximizar los posibles ingresos asociados al pago por resultados por captura y emisiones evitadas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se recomienda: un rol activo desde CONAF en el diseño y la operación de las opciones de IPC, que favorezca los intereses de la ENCCRV; Persistir en el aumento de la costo-efectividad de las medidas de acción monitoreando los factores que optimicen esta variable; monetizar los ingresos potenciales derivados de otros servicios ecosistémicos de la ENCCRV; y minimizar costos de transacción sin perjudicar el valor del *offset* en el mercado.

1. Introducción

El año 2015 el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, selló el compromiso de Chile ante el Acuerdo de París, mediante su “Contribución Nacional Tentativa” o INDC¹, hoy actual Contribución Nacionalmente Determinada de Chile (NDC)². La meta para el NDC del sector UTCUTS queda resumida por la Tabla 1.

El sector UTCUTS es uno de los sectores con mayores co-beneficios, ya que permite la presencia de servicios ecosistémicos relevantes para la adaptación al cambio

climático, además de habilitar recursos dendro-energéticos provenientes del manejo sustentable del bosque nativo³. Una incorporación adecuada de sectores como el forestal significaría cumplir las metas de mitigación a menor costo y contribuir significativamente a la conservación del patrimonio natural del país.

Como respuesta al Acuerdo de París y a los compromisos de la NDC, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de Chile formuló la Estrategia Nacional de Cambio Climático y

Tabla 1. Compromisos de mitigación sector UTCUTS a partir de 2030.

Medida	Superficie (hectáreas)	Reducción de Emisiones (miles de tCO ₂ e/año)
Manejo sustentable y recuperación de bosque degradado, principalmente nativo	100.000	600
Forestación principalmente con especies nativas	100.000	900 - 1.200
TOTAL		1.500 - 1.800



¹ Ratificado por Chile en Febrero 2017.

² Contiene una meta exclusiva para el sector UTCUTS, y una meta de intensidad de carbono que corresponde al compromiso de al 2030, reducir emisiones de GEI por unidad de PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un crecimiento económico futuro que le permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso.

³ Dicho concepto de proyecto no estaría exento de desafíos metodológicos para imputar el potencial de reducción de emisiones desde el sector de generación de energía (desde donde se estaría utilizando el combustible). Primero por el hecho de ser biomasa disponible cuyas emisiones se le atribuyen al sector forestal, y segundo por el hecho de que las metas de los NDCs separan el sector UTCUTS del resto de los sectores emisores. Dichos desafíos deben ser abordados para habilitar nuevas opciones de mitigación costo-eficiente.

Recursos Vegetacionales (ENCCRV) 2017–2025, la cual aspira a contribuir en la mitigación de emisiones de GEI derivadas de la deforestación y la degradación forestal, aumentar la capacidad de captura de carbono de los recursos forestales, y reducir la vulnerabilidad climática asociada con la degradación y la sequía.

Para facilitar la implementación de la ENCCRV, y el cumplimiento de los compromisos UTCUTS de la NDC, es necesario analizar alternativas de financiamiento que provengan de recursos privados de diferentes sectores económicos de Chile, y recursos públicos nacionales o

internacionales. El presente estudio, tiene por objetivo evaluar las alternativas de financiamiento provenientes del desarrollo de posibles nuevos esquemas de IPC, en coherencia con las opciones presentadas desde el proyecto Partnership for Market Readiness (PMR) para Chile, como referencia.

Por otra parte, el Mapa de Opciones y Recomendaciones para el PMR, considera que durante los años 2020 - 2022, el Servicio Nacional Forestal (institución heredera del rol de CONAF) pueda poner en marcha un estándar de mecanismos de compensación u *offsets* para el sector forestal y elaborar un sistema de *offsets* doméstico para dicho sector⁴.

1.1 Instrumentos de Precio al Carbono (IPC) y contexto nacional

En términos generales, los instrumentos de precio se dividen en dos tipos de categorías: los impuestos y los permisos de emisión transable, siendo este último el más implementado a nivel mundial⁵. Uno de los beneficios más interesantes de la flexibilidad en los instrumentos de precio es que permitiría movilizar recursos para el cumplimiento de las metas de mitigación, desde los sectores con obligaciones de reducción hacia aquellas medidas y sectores más costo-efectivos y con mayores co-beneficios. En consecuencia, se habilitarían nuevos nichos de mitigación en sectores que tradicionalmente han estado al margen de los esfuerzos nacionales de cambio climático, los que en el largo plazo podrían progresivamente ser centrales a las NDCs.

En Chile, el régimen actual del impuesto a las emisiones se enmarca en la reforma tributaria (Ley 20.780 de septiembre 2014), la que afecta a las emisiones de NO_x de la primera venta de vehículos, y las emisiones de CO₂ y de contaminantes locales (SO_x, NO_x, MP) para fuentes fijas de turbinas o calderas con capacidad igual o mayor a 50 MW térmicos. Para las fuentes fijas, este impuesto entró en vigencia el 1 de Enero de 2017 y representa aproximadamente un 40% de las emisiones de GEI nacionales. Actualmente, el sector forestal⁶ no forma parte de ningún IPC en Chile.

La recaudación proyectada del actual régimen chileno de impuestos verdes no está vinculada a movilizar recursos económicos que promuevan directamente nuevas opciones de mitigación, sino que más bien los recursos se funden con el resto de la recaudación tributaria en las arcas fiscales. Por

ende, el impacto de un impuesto a las emisiones de carbono queda acotado a entregar una señal de precio a los subsectores emisores regulados.

Además, el actual impuesto verde, presenta limitaciones en cuanto a la utilización de mecanismos de compensación u *offsets* para sustituir la obligación tributaria. Este tipo de mecanismos permitiría, en el corto plazo, instalar condiciones habilitantes para la realización de nuevos nichos de mitigación costo-efectivos que garanticen la sostenibilidad en el cumplimiento de metas de mitigación (establecidas por los NDCs).

El estudio "Alternativa de Diseño y Medidas Complementarias para un Sistema más Integral de IPC", llevado a cabo en el marco del Proyecto PMR Chile analiza en detalle 3 posibles opciones para la ampliación del actual sistema de IPC en Chile. El presente análisis utilizará estas 3 descritas en el mencionado estudio para caracterizar la demanda por *offsets*. Estas opciones se describen en la Tabla 2.

Para efectos del presente estudio, la Opción 2 y la Opción 3 serán consideradas como compatibles con la oferta de mitigación del sector forestal. Es importante considerar que en agosto del presente año, se envió al Congreso Nacional el proyecto de Modernización Tributaria, el cual sugiere modificar el actual esquema de impuestos incorporando la posibilidad de compensar emisiones con *offsets* en su artículo 16.



⁴ EBP, Climate Focus, y OfREC, "Informe 5 Preliminar: Implementación de un Sistema Integral de Precios al Carbono en Chile", 2017

⁵ World Bank y A. de Bassompierre, "CARBON PRICING POLICIES: Overview and Instrument Options". 2016.

⁶ Si bien el sector forestal en sí no está regulado por el impuesto, sí hay empresas del sector (celulosa/papel y maderero) que están afectas. Algunas de sus fuentes Luego quedan exentas al utilizar biomasa.

Tabla 2. Opciones de Instrumentos de Precio al Carbono en Chile

Opción 1	Opción 2	Opción 3
Un impuesto al carbono ampliado, que aplica "aguas arriba" al carbón, al gas natural y sus productos derivados, y los productos de petróleo, con la excepción de aquellos usados en el sector residencial y público;	Mismos elementos que Opción 1.	Mismos elementos descritos en Opción 1 y Opción 2.
	El sistema permite <i>offsets</i> de GEI fuera del impuesto y <i>offsets</i> de CO ₂ de sectores no afectados por el impuesto.	
La continuación de la aplicación del impuesto "aguas abajo" para calderas y turbinas grandes, junto con exenciones o reembolsos para evitar que estas entidades paguen el impuesto dos veces;	<i>Offsets</i> hasta un máximo de 10% de las emisiones de las instalaciones afectas.	ETS obligatorio para instalaciones de fuente fija de 20 MW y/o emisiones de más de 25.000 tCO ₂ /año y una opción de opt-in para instalaciones de fuentes fija entre 10MW y 20 MW;
	Certificados de carbono emitidos después del 1 de enero de 2017.	
El impuesto se aumenta de forma paulatina hasta USD 40/tCO ₂ e en el 2030;	La importación de certificados de carbono no está prevista.	Las instalaciones participantes en el ETS son exentas del impuesto al carbono;
Un mecanismo que modifique la trayectoria del precio y revisa el alcance del impuesto;	El sistema permite certificados de estándares de carbono del marco del CMNUCC, VCS y Gold Standard (GS).	
La asistencia a hogares e industrias vulnerables;		<i>Offsets</i> para compensar un máximo de 10% del impuesto y ETS como descrito en la opción 2.
Un sistema obligatorio de reporte MRV de emisiones GEI para instalaciones con altas emisiones.	Al entregar los <i>offsets</i> a un registro nacional del gobierno, el gobierno reembolsa el respectivo valor financiero del impuesto.	

1.2. Lecciones internacionales sobre la incorporación de sector forestal a los IPC

La literatura a la fecha permite constatar que no muchos países cuentan con ejemplos de IPC ligados a una oferta de mitigación desde el sector forestal. La Figura 1. permite

graficar el estado de avance de distintas jurisdicciones en esta materia, a la fecha.

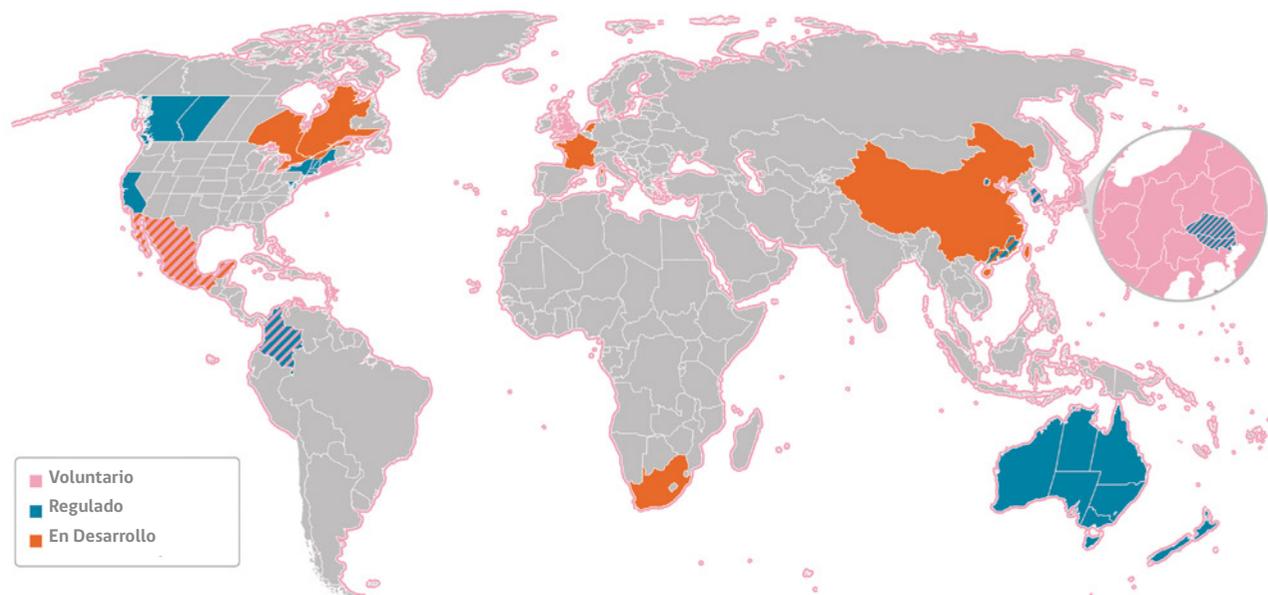


Figura 1. Estado de avance en la integración del sector forestal a los instrumentos de precio al carbono - distintas jurisdicciones. Fuente: Forest Trends, "Fertile Ground: State of Forest Carbon Finance 2017".

La siguiente gráfica resume la tendencia histórica de recursos del mercado del carbono que han ingresado a fondear la mitigación desde el sector forestal. Esto se reporta tanto para

el mercado voluntario como el mercado de cumplimiento (bajo un marco regulatorio de IPC).

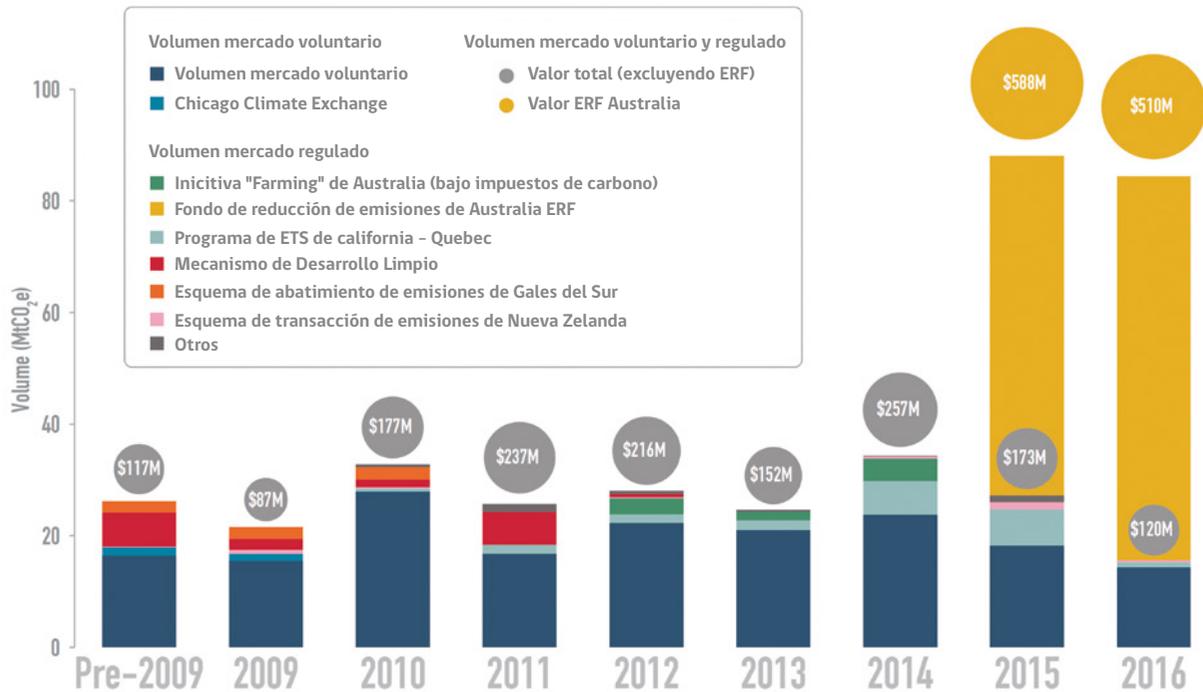


Figura 2. Registro de pagos desde el mercado de cumplimiento y el mercado voluntario, a reducciones desde el sector forestal: volúmenes de transacciones (barras) y valor de las transacciones (círculos).
Fuente: Forest Trends, "Fertile Ground: State of Forest Carbon Finance 2017".

Como se observa, el rol de los mercados regulados bajo el marco del Protocolo de Kioto (MDL - en rojo), ha tomado cada vez menos relevancia en el tiempo. Por otra parte, la oferta de *offsets* transados bajo mercados regulados como el ETS de California y Quebec, ha tenido una presencia limitada en las transacciones, que desde el 2016 ya no refleja mayor actividad. En contraste con esto, las transacciones realizadas en el marco del Emission Reduction Fund (o ERF) de Australia, está tomando un nivel de vigencia que domina todo el mercado internacional de *offsets* forestales.

La literatura reconoce el desafío que implica a los proyectos forestales, encontrar una fuente de demanda para sus *offsets*. Sin embargo un número relevante de las empresas entrevistadas por Forest Trends durante el 2016, reconoce que no persiguió un comprador ya que encontraron otra fuente de financiamiento para el proyecto.

Considerando estos antecedentes se revisaron los casos internacionales de Nueva Zelanda, Australia, Canadá (Quebec y Ontario), Colombia y Suiza, para detectar las brechas frente a la implementación de un IPC que incluya al sector forestal

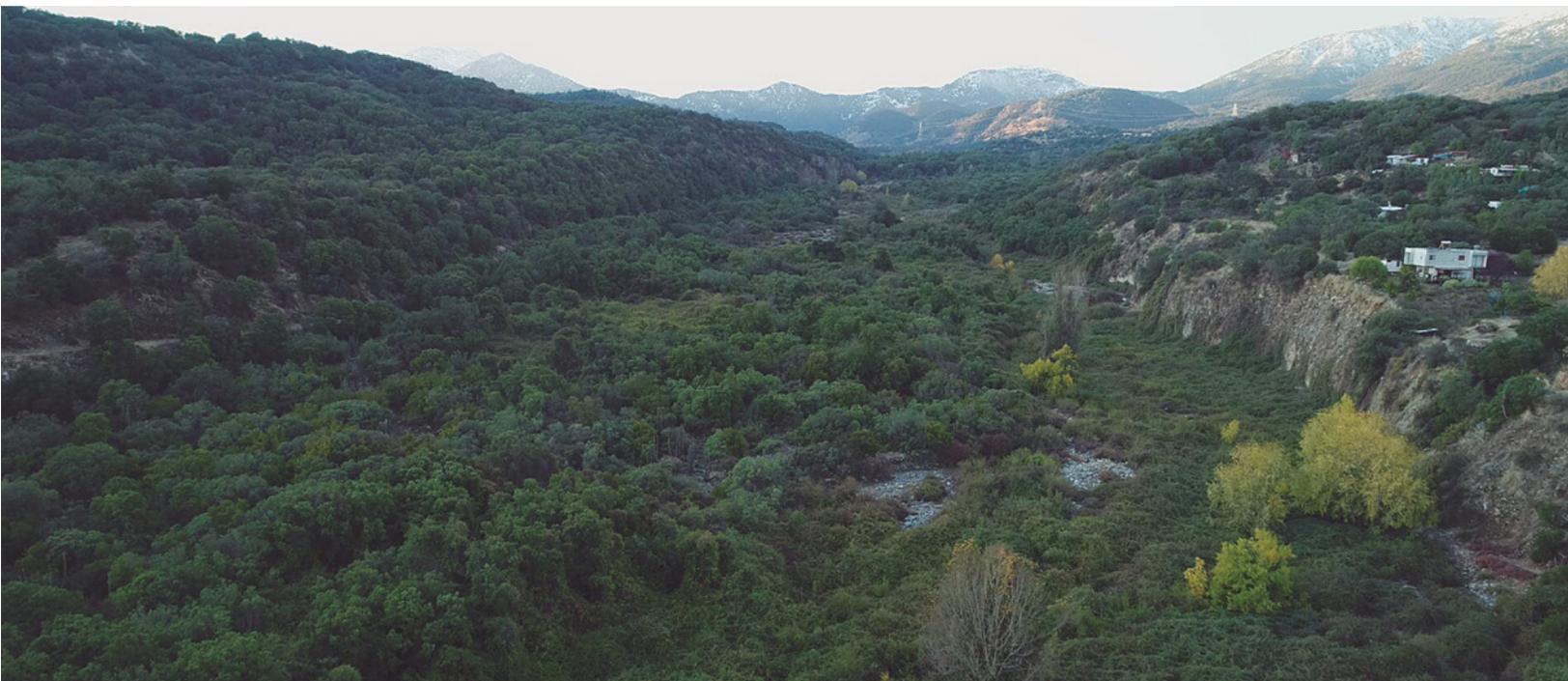
en Chile, elaborándose las siguientes lecciones para el caso chileno:

→ **Metas del NDC:**

Todos los casos estudiados tienen metas absolutas para su NDC, que integran en un mismo objetivo el sector UTCUTS y los otros sectores emisores. Es cierto que mantener todos los sectores emisores y el sector UTCUTS bajo una misma meta NDC, permitiría que *offsets* de sectores no regulados por un IPC contribuyan al mismo objetivo. Sin embargo, los casos revisados no permiten construir un contra-factual para concluir que no integrar todos los sectores bajo un mismo NDC inviabilizaría la oferta de *offset* desde el sector UTCUTS.

→ **Recaudación fiscal:**

Tanto en el caso de Australia, como en el caso de Quebec, se muestra evidencia de recaudación fiscal que se re-invierte en medidas de mitigación. Si bien, el marco fiscal chileno impediría asignar la recaudación a fines específicos, es importante profundizar los alcances de esta materia, para ampliar las alternativas de financiamiento de la ENCCRV.



→ Marcos regulatorios de IPC que abarcan varias jurisdicciones:

Esto se evidencia con el caso de la Iniciativa Climática del Oeste (WCI, Western Climate Initiative), la que abarca a California, Quebec y Ontario. Dicho vínculo establece condiciones de compatibilidad y coherencia en los criterios de diseño del IPC, los *offsets* permitidos, como también respecto de los criterios de adicionalidad y los criterios para evitar doble conteo de los *offsets*. Los diálogos que Chile está construyendo dentro de la Alianza del Pacífico y de la reciente Declaración de París sobre Precio al Carbono de las Américas, pueden determinar los marcos de diseño y condiciones del IPC que aplique en el contexto chileno.

→ Rol del sector UTCUTS:

Los casos de Nueva Zelanda, Australia y Colombia, son los únicos donde el sector UTCUTS tiene (actualmente) un rol en la oferta de mitigación, tanto como parte de un mercado de derechos de emisión (Nueva Zelanda) o para participar como oferta de mitigación no regulada (*offsets* en el caso de Australia y Colombia). Incluso, estos países disponen de una ventana para compensar las emisiones evitadas de la degradación/deforestación, lo que es importante conocer para el caso chileno, dada las dificultades de proyectar los potenciales resultados en reducción de emisiones desde dichas categorías REDD+.

→ Limitaciones cuantitativas y sectoriales en *offsets*:

Salvo en el caso de Colombia, ninguno de los casos estudiados dispone de una limitación cuantitativa en el uso de *offsets*, que

sea mayor a la que se ha recomendado mediante los estudios del PMR Chile (10%). Esto último señalaría entonces, el potencial máximo a considerar dentro de las proyecciones de demanda. Por lo contrario, en el caso de Colombia se elimina los límites en el uso de los *offsets* (respecto del volumen de emisiones afectas) y no se dispone de restricciones en el origen sectorial de *offsets*. De esta forma es importante monitorear, en este caso, el efecto en mitigación de GEI que tendrá esta política, de modo de justificar si Chile debiera seguir el mismo camino de no imponer límites cuantitativos en el uso de *offsets* ni restricciones en el origen sectorial de estos *offsets*. Desde el sector forestal, es particularmente relevante entender la calidad de los *offsets* provenientes de emisiones evitadas por degradación y deforestación. El espacio de cooperación establecido bajo la Alianza del Pacífico es un buen entorno sobre el cual generar aprendizaje en estas materias.

→ Rol de proyectos MDL del sector UTCUTS:

Para los casos revisados, excepto el de Colombia, no se permite el uso de certificados de reducción de emisiones (CERs) proveniente de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) forestales. Esto responde al precedente establecido por el mercado de ETS de la comunidad Europea (EU-ETS), que fueron la principal demanda de CERs del MDL y que excluyeron el uso de tCER y ICER (créditos temporales y de largo plazo provenientes de proyectos forestales para manejar el problema de la permanencia). Existen diversas razones que guardan relación con las conversiones de estos créditos, el tiempo que tomó establecer metodologías específicas, entre otras materias. Pero es un tema que puede volver a ser reconsiderado, sobretudo dado los nuevos IPC en

marcha, como en Colombia, donde se permite compensar las emisiones de GEI mediante proyectos forestales (como vía de cumplimiento ante el impuesto verde)⁷.

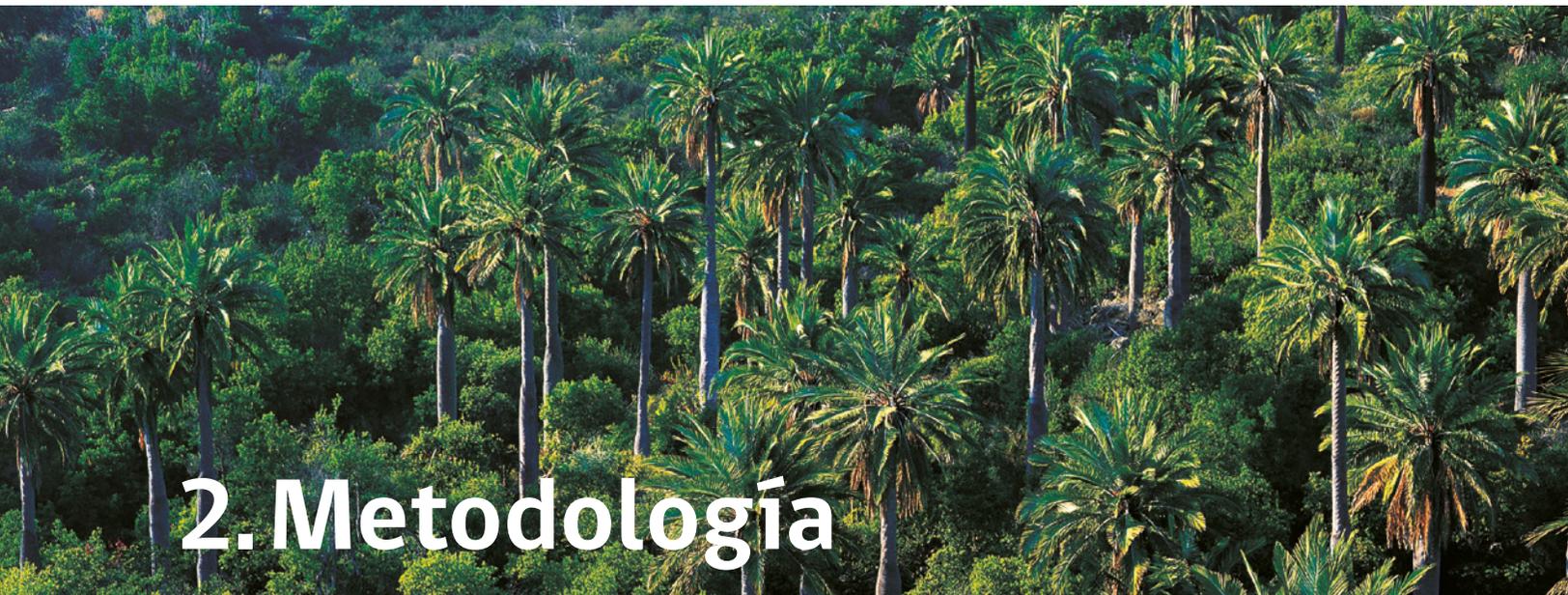
→ **Mercados voluntarios:**

Los mercados voluntarios de carbono han sido la principal fuente de ingreso para ampliar el rol de *offsets* del sector UTCUTS. Sin embargo, el mercado voluntario no es suficiente para impulsar aún más el crecimiento del sector UTCUTS. Es fundamental gatillar todo tipo de mecanismos para impulsar la demanda de este tipo de créditos (y valorar sus ventajas comparativas - por ejemplo en co-beneficios). Del caso de Colombia, es interesante darle seguimiento al rol del Mercado Voluntario del Carbono (MVC), que es una iniciativa

de la Fundación Natura para realizar transacciones dentro del mercado voluntario, y originar acciones de mitigación desde el sector forestal. Esta puede ser una plataforma que motive el capital privado en acciones REDD+, y que permita agregar volumen de mitigación para ofrecerlo en los mercados voluntarios internacionales.

→ **Agregación de actividades forestales bajo nivel jurisdiccional:**

Los *offsets* del sector forestal de Australia y Nueva Zelandia se pueden emitir solo a nivel de proyecto. No hay emisión o contabilidad jurisdiccional y, por lo tanto, no existen acuerdos para anidar varias iniciativas bajo un mismo programa.



2. Metodología

El propósito de la presente sección es evaluar la dinámica de mercado de certificados de reducción de emisiones que se podría dar ante distintos escenarios futuros de IPC en Chile, y focalizarse en los equilibrios de precio (rangos), volumen de demanda anual e ingresos privados anuales futuros que podría obtener la oferta de mitigación desde el sector forestal representado por las actividades REDD+, bajo la ENCCRV.

Para representar este análisis de mercado se construirá la oferta de *offsets* (certificados de reducción de emisiones) desde el sector forestal para tres escenarios financieros de la ENCCRV y se construirá la demanda esperada por estos a lo largo del tiempo. Luego, se analizarán los equilibrios de mercado en términos de rango de precios y volúmenes. Se realizó un análisis de equilibrios de mercado considerando

las medidas de acción desagregadas y también considerando la agregación de todas estas bajo la ENCCRV.

El presente análisis asume que:

-  Los dos NDC de Chile (NDC intensidad de emisiones y NDC forestal⁸) serían integrados en el futuro bajo un mismo compromiso, de modo que exista un incentivo para que la ENCCRV pueda ofertar *offsets* al mercado doméstico.
-  Todas las actividades REDD+ bajo la ENCCRV que cuentan con información de costos y de mitigación, se consideran para la construcción de la curva de oferta de mitigación.

⁷

Sólo hasta fines del 2017, se podría incluso utilizar *offsets* forestales provenientes de otras jurisdicciones fuera de Colombia.

⁸ Se refuerza la importancia de que el NDC forestal consiste en una meta por superficie y no compromete un potencial de reducción de emisiones.

2.1. Construcción de la oferta

Para caracterizar la oferta se construye una curva de costo abatimiento (Marginal Abatement Cost Curve o MACC) de medidas de mitigación desde el sector forestal, en base a las distintas actividades REDD+ de la ENCCRV y sus distintos escenarios de mitigación (caracterizados en el Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal (NREF/NRF)⁹ y el Modelo Financiero de la ENCCRV¹⁰.

La curva MACC permite enfocar la atención en ciertos nichos para alcanzar las metas de mitigación al mínimo costo. Además, la curva MACC permite caracterizar la heterogeneidad de opciones de mitigación y hacer frente a la variación de costos de mitigación en el tiempo¹¹.

Con el fin de construir y leer una MACC, se ha considerado lo siguiente¹²:

NREF/NRF:

El escenario contrafáctico o escenario de línea base queda representado por las emisiones por deforestación

y degradación forestal y la absorción por aumento de existencias, conservación y manejo sustentable de los bosques en ausencia de la ENCCRV. Este escenario fue elaborado por CONAF a través del NREF/NRF para el período 2001-2013 y proyectado hacia el futuro. De esta forma, toda medida de acción de la ENCCRV implementado post-2017 (coincidente con el período de implementación de la ENCCRV), constituiría parte de la oferta de mitigación adicional y disponible al mercado de IPC.

Opciones de mitigación:

La identificación de opciones de mitigación del presente análisis, se basa en las medidas de acción de la ENCCRV a las cuales pueda atribuírsele un potencial de mitigación cuantificable. La Tabla 3 permite listar las medidas de acción de la ENCCRV que se han escogido para este análisis. También se agregan las columnas asociadas a las hectáreas comprometidas en la ENCCRV relacionadas a cada medida de acción.

Figura 3. Costos y cobertura de las medidas de acción incorporadas en las opciones de mitigación para la curva MACC (Fuente: CONAF)¹³

Medida de acción ENCCRV	Actividad REDD+	Monto (USD)			Meta		
		Pesimista	Medio	Optimista	Pesimista	Medio	Optimista
MT. 4. Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas	Aumento de existencias	\$30.965.438	\$86.697.103	\$168.150.000	25.805 ha	72.248 ha	140.000 ha
MT. 5. Fortalecimiento programa de restauración ecológica en comunas/áreas priorizadas	Aumento de existencias	\$1.140.480	\$20.258.061	\$41.140.480	570 ha	10.129 ha	20.000 ha
IF. 2. Programa de restauración de ecosistemas afectados por incendios forestales	Aumento de existencias	\$4.936.254	\$15.604.688	\$20.168.000	2.468 ha	7.800 ha	10.000 ha
MT. 7. Fortalecimiento de los programas de fiscalización forestal y ambiental	Deforestación Degradación	\$2.313.261	\$2.313.261	\$2.313.261	200 comunas	200 comunas	200 comunas
IF. 3. Programa de silvicultura preventiva en interfaz urbana y ambiental	Degradación	\$2.225.000	\$8.437.915	\$10.695.000	1.683 ha	6.385 ha	8.000 ha
US. 1. Programa de ordenación forestal en terrenos públicos y privados	Degradación Aumento de existencias	\$1.655.840	\$29.860.430	\$51.355.840	2.278 ha	41.000 ha	70.000 ha
US. 3. Alineación de la ENCCRV con la estrategia y programa de dendroenergía	Degradación Aumento de existencias	\$11.550.000	\$15.174.161	\$21.950.000	10.621 ha	12.645 ha	14.041 ha



⁹ https://docs.wixstatic.com/ugd/902a1e_cba64b722e734febaac83ae1902956ff.pdf

¹⁰ https://docs.wixstatic.com/ugd/902a1e_f5d5e05deb3444f5a735a9ce5a716bab.pdf

¹¹ Es importante tener la precaución de que el uso simplista de las curvas MACC puede llevar a decisiones sub-óptimas. Las curvas MACC dependen de muchos supuestos estáticos sobre costo y desempeño, por lo que debe ser entendida como un insumo de política más, que permita profundizar el análisis para actualizar la curva en forma permanente, en vez de tomar decisiones categóricas en torno a esta.

¹² D. Moran, M. Macleod, E. Wall, V. Eory, A. McVittie, A. Barnes, R. Rees, C. F. E. Topp, y A. Moxey, "Marginal Abatement Cost Curves for UK Agricultural Greenhouse Gas Emissions", Journal of Agricultural Economics, vol. 62, no 1, pp. 93-118, 2011.

D. Moran, M. Macleod, E. Wall, V. Eory, A. McVittie, A. Barnes, B. Rees, P. Smith, y A. Moxey, "Marginal abatement cost curves for UK agriculture, forestry, land-use and land-use change sector out to 2022", Proceedings of the Agricultural Economics Society 83rd Annual Conference, no April, pp. 1-27, 2009.

¹³ Los costos descritos en esta tabla no incorporan descuentos por ingresos del manejo sustentable de biomasa, los que se describen y se descuentan más abajo.

Cada una de estas medidas de acción de la ENCCRV se representará como una barra en la curva MACC, donde la altura de cada barra representa el costo de la medida por cada tonelada de emisiones abatida (o capturada) relativo al NREF en [US\$/tCO₂] (costo-efectividad), mientras que el ancho de la barra representa el potencial de abatimiento de emisiones o captura anual relativo al NREF en [tCO₂/año] al final del período de análisis (2025). La suma del ancho de todas las barras permite conocer cuál es el potencial total de abatimiento y captura de las medidas que se ofrecen al mercado desde la ENCCRV (al final del período de análisis). De esta forma, las medidas de mitigación son ordenadas por costos crecientes por unidad de CO₂e mitigada. Tanto la información de costos como la información de potencial de mitigación ha sido aportada por la Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA) de CONAF.

Alcance geográfico del análisis:

La implementación de las medidas de la ENCCRV está orientada geográficamente a todo el territorio nacional, sin embargo actualmente se cuenta con NREF/NRF de enfoque subnacional en las regiones de mayor potencial de reducción de emisiones del país. Estas regiones son: Maule, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. El presente análisis de mercado de carbono está acotado sólo a estas regiones, y en forma agregada.

Período de análisis:

La elaboración de la oferta representada está centrada en el período 2018 - 2025 que es coherente con el período de implementación de la ENCCRV. Esto es, se consideran todos los costos y el potencial de mitigación de dicho período para estimar la costo-efectividad de cada medida de acción. No obstante lo anterior, se asumirá que se pueden vender los *offsets* del sector forestal sólo desde el 2020 (siempre que estos sean más costo efectivos que el IPC), aunque a la fecha no exista ninguna referencia regulatoria que proponga esto. Se construirá una curva MACC que ilustre la oferta de mitigación del año 2020 [tCO₂/año] versus la costo-efectividad por cada medida [USD/tCO₂], la que será reflejo del potencial de reducción de emisiones adicionales bajo la ENCCRV.

Cualquier extrapolación de la oferta más allá del 2025, corre el riesgo de ser una sobreestimación del potencial de mitigación, dado que no consideraría un eventual ajuste o actualización del NREF/NRF¹⁴.

Potencial de abatimiento y captura:

El potencial estimado de abatimiento y captura de cada una de las medidas de acción escogidas de la ENCCRV han sido entregados por parte de CONAF. Se debe asumir que los potenciales de mitigación, están asociados a medidas por definición adicionales (ya que la ENCCRV debe ser considerada completamente adicional). De esta forma, estos potenciales de mitigación son "netos" (están por sobre el nivel de referencia).

El potencial de abatimiento y captura para los distintos escenarios de la ENCCRV, asumen que no hay interacción entre las medidas de mitigación de carácter sistémico que perjudique su capacidad de mitigación.

Costos:

Los costos estimados de cada medida de acción de la ENCCRV representada en la curva MACC, han sido aportados por CONAF y descritos en la Tabla 3. Se trabajará con los distintos escenarios de la ENCCRV (escenarios "pesimista", "medio" y "optimista"), los que representan distintos niveles de condicionalidad financiera, respectivamente¹⁵. Los costos corresponden al valor en el año 2016 de las actividades silvícolas necesarias para implementar la estrategia.

La costo-efectividad de cada medida a representar en la curva MACC se obtiene por medio del cociente entre los costos totales a valor presente de cada medida, y la reducción de emisiones totales para el período de análisis 2018 - 2025. A modo de simplificación, se asumirá que la costo-efectividad de cada medida es constante a lo largo del período 2020 y 2025¹⁶.

Pago por servicios ambientales:

El sector forestal es un nicho de mitigación de GEI con importantes co-beneficios como son los servicios ecosistémicos (menor erosión, escorrentía con menor sedimento, mayor capacidad de regulación hídrica de la cuenca y biodiversidad). En general, es buena práctica incluir los co-beneficios como ingresos dentro de la elaboración de la curva MACC, ya que reflejan todos los atributos en la comparación de una medida de mitigación sobre otra. Sin embargo, dado que no existen referencias de precios oficiales para el pago de servicios ecosistémicos de la ENCCRV¹⁷, el presente análisis no incorporará la cuantificación de los co-beneficios de cada medida.



¹⁴ No obstante lo anterior, es importante subrayar que las opciones estudiadas bajo el marco del Proyecto PMR Chile, contemplan un incremento en el impuesto a las emisiones de fuentes fijas y la incorporación de un impuesto aguas arriba, justamente desde el año 2025 en adelante. Por ejemplo, los mayores valores del impuesto al CO₂ se esperan para el 2030, con un valor de 40 USD/tonCO₂.

¹⁵ El modelo financiero presenta una nomenclatura de 5 categorías de escenarios, desde muy pesimista a muy optimista [69]. Sin embargo, para efectos de esta consultoría CONAF ha presentado antecedentes para representar 3 escenarios: optimista, medio y pesimista (para mayor detalle consultar glosario).

¹⁶ La costo-efectividad incorpora los ingresos por manejo sustentable del bosque nativo los que se explican a lo largo del cuerpo del informe.

¹⁷ El estado del mercado por servicios ambientales en la actualidad no permite adoptar un enfoque basado en la disposición a pagar de la demanda. Se han utilizado estimaciones basadas en la lógica de pago por resultados [69] y también basada en el valor de cada servicio ambiental [67], pero estas no constituyen un mercado operativo que pueda a priori asumirse como fuente de ingresos para un modelo de financiamiento.

Ingresos por venta de biomasa proveniente del manejo sustentable del bosque nativo:

Las medidas de acción US.1. "Programa de ordenación forestal en terrenos públicos y privados" y US.3. "Alineación de la ENCCRV con la estrategia y programa de dendroenergía", constituyen vías para el manejo sustentable del bosque nativo, que permiten comercializar volúmenes relevantes de biomasa. Los ingresos estimados provenientes de dichas medidas de acción por hectárea, no repercuten en forma significativa en los resultados del análisis (esto significa que no alteran en forma relevante la costo-efectividad de la oferta al mercado de *offsets*).

Construcción de la Demanda:

Para caracterizar la demanda se consideraron los sectores regulados bajo los escenarios analizados en el "Mapa de

Opciones" estudiado en el marco del Proyecto PMR Chile¹⁸, y con la posibilidad de compensar las emisiones afectas al impuesto mediante *offsets* en hasta un máximo de 10% de las emisiones afectas, asumiendo que no existen medidas de mitigación adicionales sobre este total. La demanda se construye en base a un escenario de las actuales fuentes afectas ante un valor incrementado al 2020 y en base a un escenario de impuesto con valor incrementado al 2025, bajo el cual estarían afectas las fuentes fijas sobre 10 MW térmicos o 10.000 tCO₂/año, como también toda la distribución de combustibles.

La Tabla 4 describe estos escenarios y agrega uno adicional (Escenario C) basado en la implementación de un mercado voluntario de transacción de emisiones al 2025¹⁹.

Tabla 4. Calendario y condiciones de implementación para componentes de IPC.

Nombre de Escenario	Escenario A	Escenario B	Escenario B
Año de implementación	2020	2025	2025
Escala y tipo de fuentes de emisión afectas al IPC	Fuentes fijas con capacidad superior a los 50 MWt	Todas las fuentes de uso de combustibles fósiles ante implementación de un impuesto aguas arriba asociado a la distribución de combustibles	Implementación voluntaria de un <i>cap-and-trade</i> para fuentes fijas con capacidad superior a los 20 MWt o emisiones asociadas superiores a 25.000 tCO ₂ /año
Volumen de emisiones asociadas (tCO ₂ /año)	41.707.738	101.300.000	Desconocido volumen de certificados que serían cubiertos por ETS vs. la oferta del mercado de <i>offsets</i>
Referencia	Tabla 1 de informe SISTAM para PMR ²⁰ .	Escenario de "Políticas actuales" en Tabla 4.2 del Plan de Mitigación del Sector de Energía ²¹ .	Se asume que dicho escenario implica un desvío de la demanda total correspondiente al escenario B, hacia un sistema de ETS futuro ²² .
Demanda referencial por <i>offsets</i> (tCO ₂ /año)	4.170.774	10.130.000	N/A



¹⁸ Consultoría "Alternativas de Diseño y Medidas Complementarias para un Sistema más Integral de Instrumentos de Precios al Carbono". Se cumple con subrayar que dichas opciones presentadas por este estudio son escenarios evaluados y no constituyen en ningún caso recomendaciones por parte del Proyecto PMR-Chile.

¹⁹ Es importante explicar que la mencionada Consultoría "Alternativas de Diseño y Medidas Complementarias para un Sistema más Integral de Instrumentos de Precios al Carbono", estudia escenarios intermedios, en que las fuentes afectas al impuesto verde son ampliadas a:

- Post-2020: Fuentes fijas con capacidad superior a los 20 MWt o emisiones asociadas superiores a 25.000 tCO₂/año
- Post-2022: Fuentes fijas con capacidad superior a los 10 MWt o emisiones asociadas superiores a 15.000 tCO₂/año.

No fue posible representar estos escenarios debido a la falta de información para individualizar las emisiones anuales de las fuentes fijas (por rango de emisiones anuales), o en su defecto, la potencia instalada y combustible utilizado para cada fuente. Esta información no estuvo disponible durante el desarrollo de este reporte ni en las bases de datos de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), ni tampoco en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

²⁰ SISTAM INGENIERIA, Catastro y caracterización de establecimientos afectos al impuesto al carbono en Chile. 2017.

²¹ Ministerio de Energía de Chile, "Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía". 2017.

²² No existe referencia conocida que permita cuantificar el efecto que genera un ETS en desviar la demanda desde *offsets* forestales a *offsets* de los sectores regulados. Por ende, dicho escenario se analizará en forma cualitativa.

A diferencia de todos los otros componentes representados en la tabla 4, la última columna corresponde a la puesta en marcha de un sistema de *cap-and-trade* voluntario, el cuál sería el único componente donde parte de los flujos económicos por compensación se desviarían a opciones de mitigación dentro de los mismos sectores afectados a los IPC. De esta forma, algunos agentes económicos con fuentes afectas pudieran preferir invertir en mitigación dentro de su propio sector regulado. Por lo tanto, el principal efecto que esto genera es incorporar a la oferta de mitigación a aquellas empresas que tienen activos que coexisten entre aquellos afectados y aquellos no afectados.

Todos los componentes de la demanda se van sumando entre sí, esto quiere decir que no son mutuamente excluyentes. Es importante mencionar que estos componentes no contemplan el volumen de demanda originado por el Fondo Cooperativo del Carbono Forestal (FCPF, siglas en inglés) administrado por el Banco Mundial. El análisis está acotado al equilibrio frente a la demanda exclusivamente local por el mercado de *offsets* para los IPC.

2.2. Curvas de costos marginales de abatimiento (curva MACC)

La elaboración de cada curva MACC se basa en la costo-efectividad promedio para cada medida de acción, durante el período 2018-2025. Las siguientes figuras consideran como referencia el potencial de abatimiento por medida de acción para el año 2020. Como se observa en la Figura 4, que ilustra la curva MACC de la oferta de la ENCCRV del escenario Medio, las medidas US.1 y US.3 son las menos costo-eficientes, ante cualquier valor esperado futuro del impuesto verde (aun incorporando los ingresos potenciales por venta de biomasa por manejo sustentable del bosque nativo). Esto ocurre también en el escenario Optimista (Figura 5). Para estos dos escenarios, las medidas de acción de fiscalización (MT.7) y silvicultura preventiva (IF.3) son particularmente interesantes

en base a su nivel de costo efectividad y potencial de mitigación. Es aquí donde se concentra el mayor potencial de contribución del sector forestal y de la ENCCRV (para el escenario medio y optimista), sin embargo se debe considerar que el potencial de estas medidas está fundamentado en supuestos probabilísticos de ocurrencia y prevención a que ciertas acciones negativas no se efectúen.

Mientras tanto para el escenario Pesimista representando por Figura 3, si bien el presupuesto canalizado en la medida US.1 demuestra mejor costo-efectividad que en los otros escenarios, este refleja una contribución muy baja al nivel de mitigación de GEI.

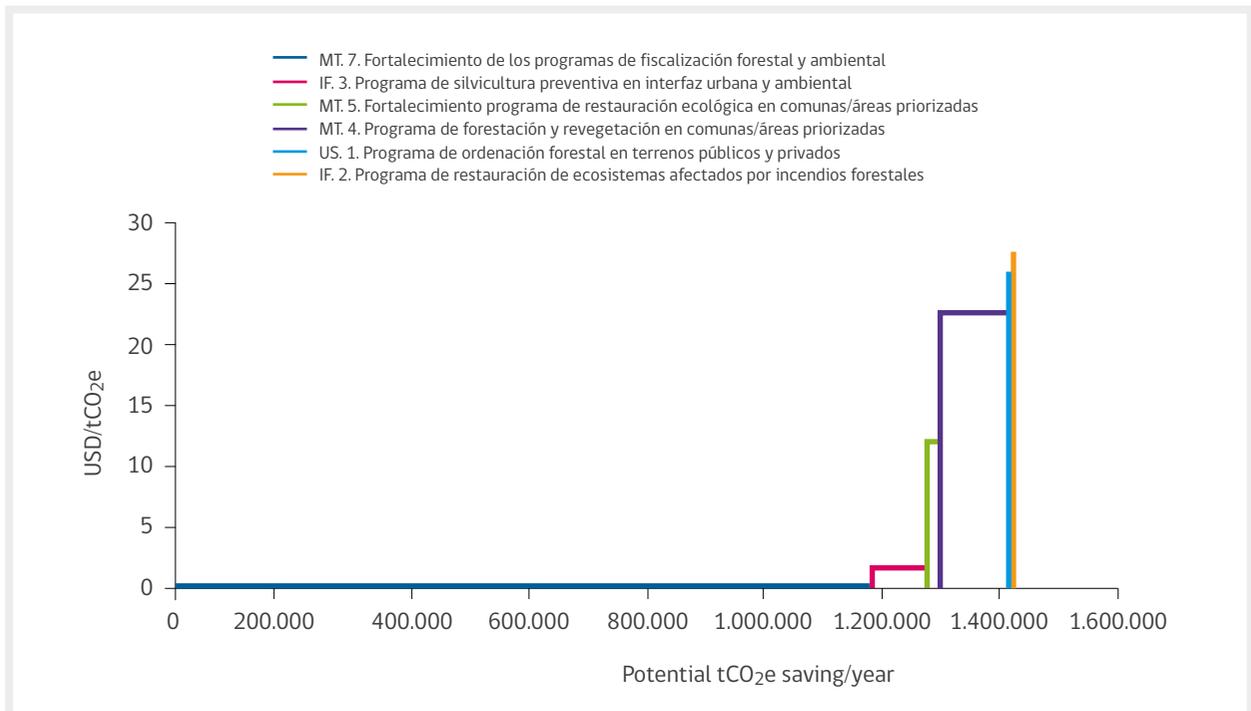


Figura 3. Curva MACC para opciones de mitigación ENCCRV - escenario pesimista / 2020

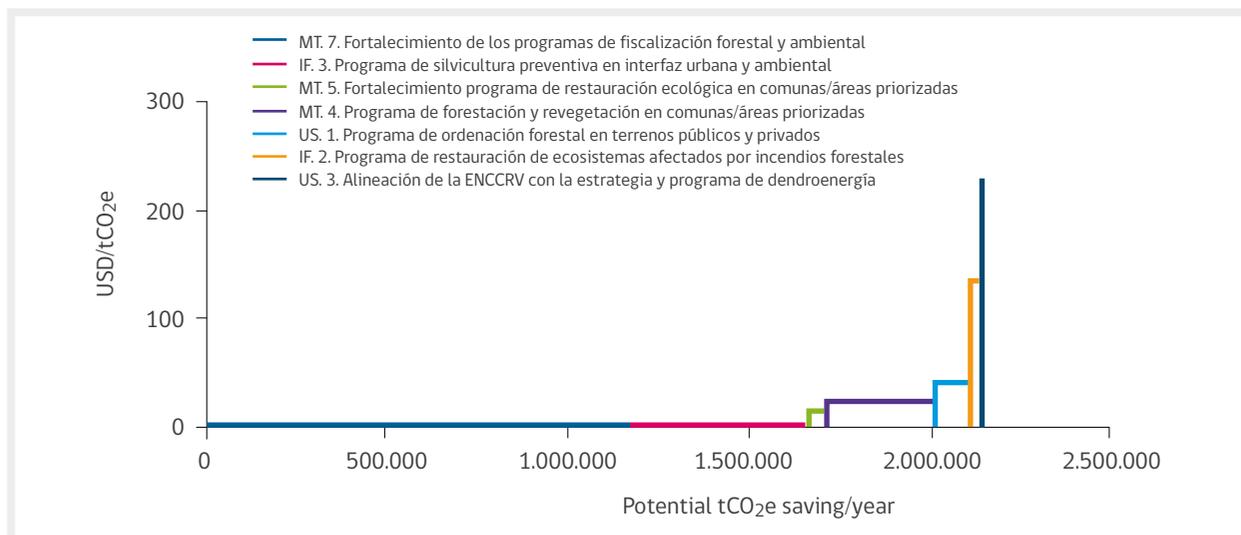


Figura 4. Curva MACC para opciones de mitigación ENCCRV - escenario medio / 2020

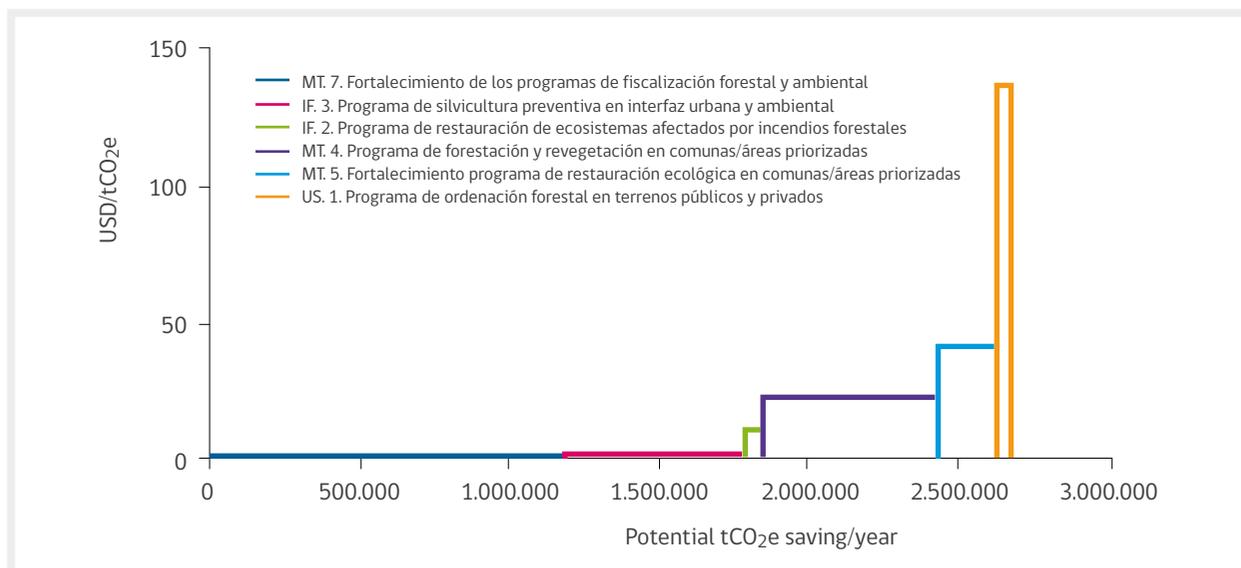


Figura 5. Curva MACC para opciones de mitigación ENCCRV - escenario optimista / 2020

2.3. Rangos de precios

Para obtener los equilibrios de mercado, se contrastan (o intersectan) las curvas MACC resultantes para cada escenario de cada año, frente a los distintos componentes de demanda correspondiente de la Tabla 4 y con un precio de demanda equivalente al valor del impuesto para el año correspondiente²³. De esta forma, por ejemplo, para el año

2020 se considera un valor del *offset* de 8,18 USD/tonCO₂ y una demanda de 4.170.774 tCO₂e/año, mientras que para el año 2025 este valor incrementa hasta un *offset* con un valor de 24,08 USD/tonCO₂ y una demanda de 10.130.000 tCO₂e/año.



²³ Vale la pena detenerse en las condiciones de precio que se pueden esperar desde un mercado de *offsets*. Por una parte, está la perspectiva de la demanda que busca compensar parte de sus emisiones afectas al impuesto verde, por tanto, está dispuesta a pagar un máximo equivalente al mismo valor del impuesto. Por otra parte, está la perspectiva de la oferta que busca al menos vender sus *offsets* a un precio superior que el costo de su esfuerzo de mitigación (en este caso la costo-efectividad de cada medida de acción de la ENCCRV). De esta forma, el rango de precio siempre se va a mover entre estos dos ámbitos (la evolución del impuesto y la costo-efectividad de cada medida).

Las Figura 6, Figura 7 y Figura 8 representan la variación en el valor del impuesto a lo largo del tiempo y su contraste con la costo-efectividad de las distintas medidas de acción de

la ENCCR. Esto es equivalente al rango de precios disponible para el mercado de *offsets*²⁴.

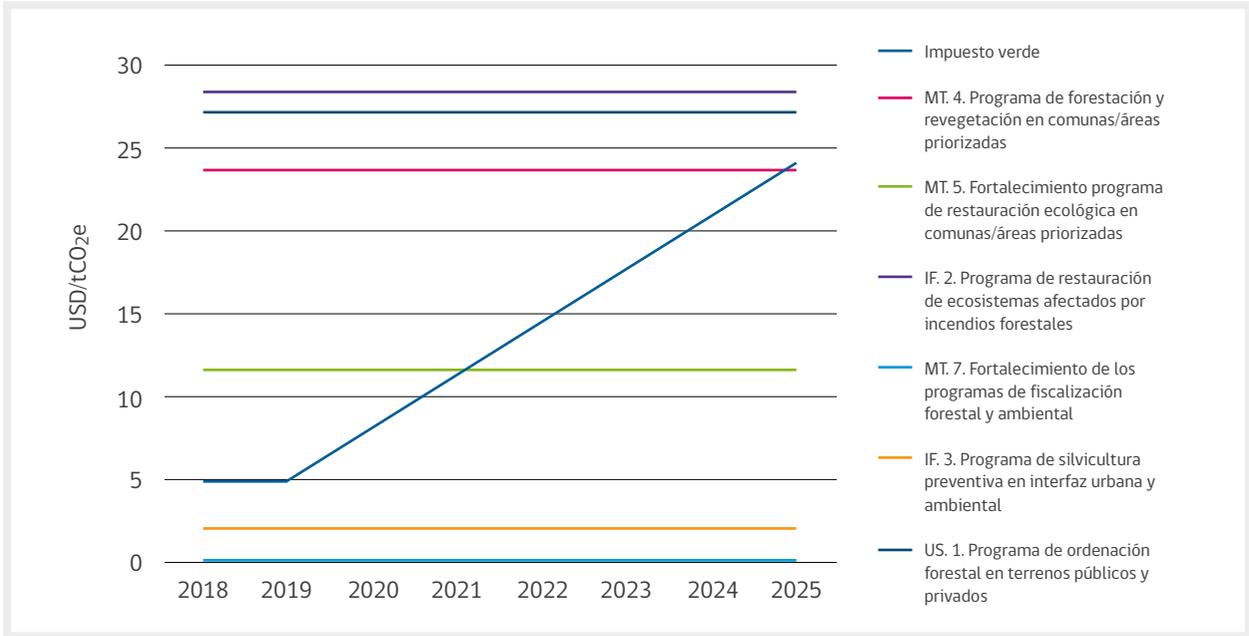


Figura 6. Contraste de valor del impuesto verde y la costo efectividad de las distintas medidas de acción de la ENCCR (escenario pesimista).

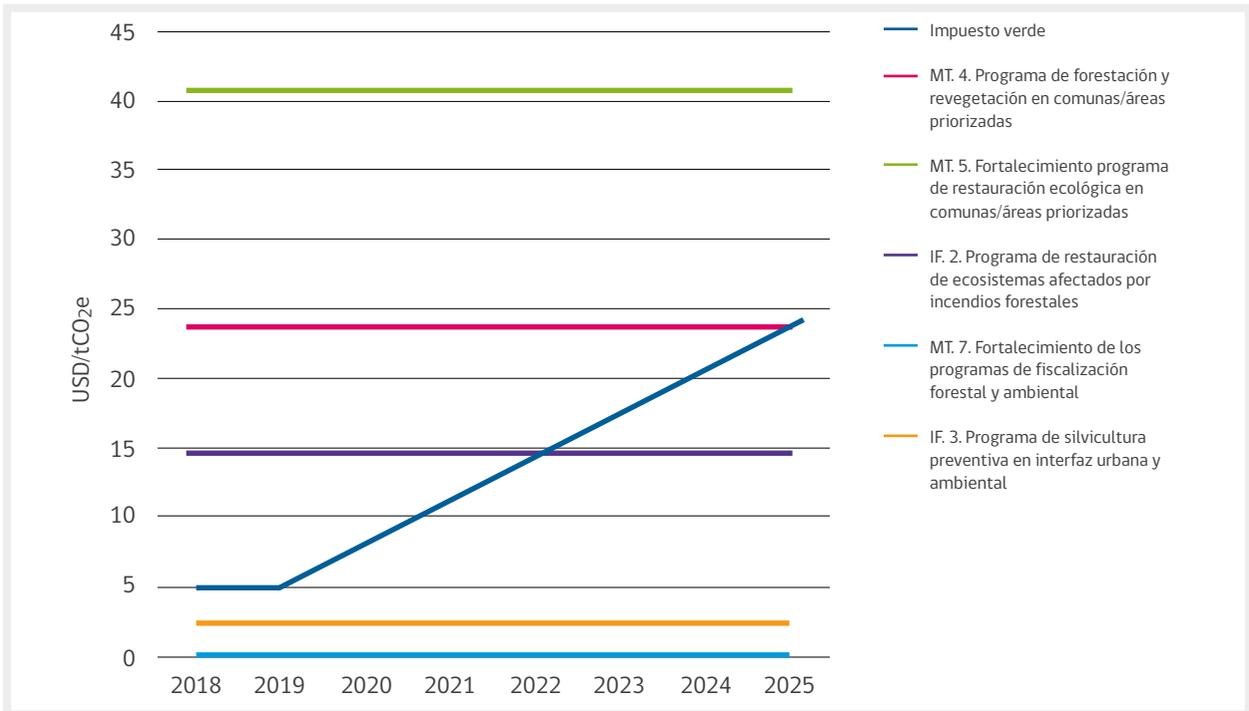


Figura 7. Rango de precios: Contraste de valor del impuesto verde y la costo-efectividad de las distintas medidas de acción de la ENCCR (escenario medio).



²⁴ Dado el alto costo asociado a las medidas de acción US.1 y US.3, se ha decidido representar estas figuras sin estas medidas de acción para no perder la perspectiva de las otras medidas de acción. Esto salvo para el caso del escenario pesimista, donde la medida de acción US.1 toma un valor más costo-efectivo como se explicó anteriormente (por lo que se decide incluirla).

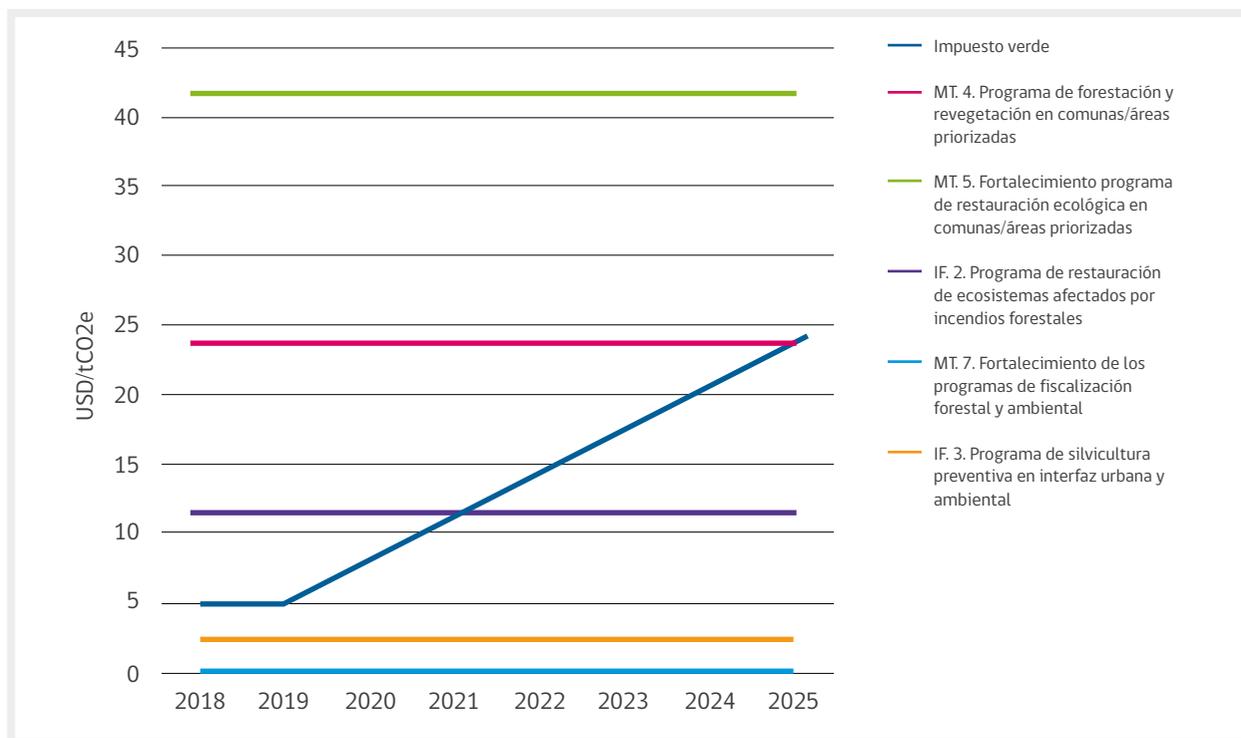


Figura 8. Rango de precios: Contraste de valor del impuesto verde y la costo-efectividad de las distintas medidas de acción de la ENCCRV (escenario optimista)

Es interesante observar que para todo el período 2018 - 2025, al menos en lo que se refiere a precios, las medidas de acción IF.3 y MT.7 permanecen siendo las más costo-efectivas (asociadas a evitar la deforestación y degradación) y las con mayor prioridad para constituirse en *offset* al mercado (aunque la oferta de la ENCCRV se presente como un conjunto en el marco REDD+). Sólo desde el 2021 y para el escenario optimista, comienza a justificarse incorporar la oferta de las medidas de acción IF.2, y luego en 2025 se incorpora MT.4 (en ese orden de prioridad en coherencia con su costo-

efectividad). Lo anterior, en la medida que no sobrepasen la demanda total por *offsets* y no sobrepasen los límites de presupuesto establecidos para las medidas de acción directa de la ENCCRV²⁵. Lo mismo ocurre en el escenario Medio, salvo que la medida IF.2 comienza a justificarse desde el 2022.

Para el caso del escenario Pesimista, en vez de tener la incorporación de la medida de acción IF.2 el 2021, es la medida MT.5 la que comienza a tener un costo bajo el impuesto a las emisiones desde ese año.

2.4. Caracterización sectorial de la demanda

La información disponible no permite hacer una identificación muy específica de los principales nichos de demanda por *offsets*. En estricto rigor, los sectores que tendrán mayor demanda por *offsets* serán aquellos que no disponen de medidas de abatimiento costo-efectivas dentro de su propio sector, y que además vean más sacrificada su competitividad ante la implementación de IPC. Todo sector regulado por un IPC que pueda compensar con *offsets* va a ser un potencial demandante de la oferta del sector forestal, aunque aquellos sectores que vean su competitividad más comprometida,

debieran ser los que tengan más disponibilidad a pagar por estos *offsets*.

Existen al menos dos vías para caracterizar aquellos sectores económicos que siendo regulados por instrumentos de precio al carbono, pueden sufrir la mayor vulnerabilidad en su capacidad de mantenerse competitivos (y por tanto van a ser los sectores más necesitados de invertir en *offsets* costo-efectivos).



²⁵ La ENCCRV asume un valor del 20% de los pagos por resultados que estaría asignado a costos de transacción (administrativos, financieros, y para financiar algunas medidas de acción facilitadoras de la ENCCRV). La única medida de acción facilitadora considerada dentro del presente análisis sería "MT.7 - Fortalecimiento de los programas de fiscalización forestal y ambiental". La interpretación de este análisis es que el resto de las medidas disponibles como *offset* (medidas directas de la ENCCRV) no cubran más del 80% de los ingresos por pagos por resultados.

Una primera referencia se basa en los principales sectores con mayor cantidad de fuentes fijas afectas a lo largo de la evolución de los IPC (descrita en la Tabla 4). Estos son:

→ **Entre el 2018 - 2022:**

Sector eléctrico y sector de industria de alimento (dentro de este último cobra especial relevancia la industria de alimentos y procesos de la pesca).

→ **Entre el 2022 - 2025:**

Mismos sectores anteriores más la incorporación del sector de industria de la madera.

Una segunda referencia sobre posibles nichos de demanda de *offset*, corresponde a los sectores con mayor riesgo ante una transición baja en carbono considerando la perspectiva del peso relativo de su intensidad de emisiones frente a su producto económico. Mediante un estudio financiado por la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ)²⁶, se ha logrado identificar preliminarmente algunos de estos sectores.

2.5. Costos de transacción

Los costos de transacción se deben definir como aquellos recursos utilizados para identificar, establecer, mantener y transferir los derechos de propiedad (en este caso derechos o permiso de emisión de CO₂)²⁷ (establecer contratos, identificar compradores, seguros, aprobación regulatoria y monitoreo). Algunos estudios incluyen también los recursos necesarios para distribuir los beneficios entre los propietarios y los recursos necesarios para implementar un plan de monitoreo²⁸. Por otro lado, otras referencias incluyen a lo anterior también los costos de desarrollo (costos necesarios para identificar sitios y contactar potenciales participantes y establecer un nivel de referencia por región). El análisis de los costos de transacción es muy particular a cada contexto y es difícil

de caracterizar en un marco más sistemático. Un obstáculo importante para el comercio de certificados de reducción de emisiones desde la actividad forestal es la presencia de altos costos de transacción para convertir una compensación de carbono en un producto comercializable²⁹.

Se asumirá que los costos de monitoreo son parte de los costos fijos de la ENCCRV establecidos en el Sistema de Medición y Monitoreo (SMM)³⁰. Por otro lado, la evaluación realizada ya descuenta un buffer por riesgos de no permanencia, que sería uno de los principales riesgos a manejar desde el seguro de una transacción.



²⁶ "Antecedentes para determinar las brechas tecnológicas existentes para la implementación de tecnologías limpias" - Estudio aun no publicado.

²⁷ T. R. H. Pearson, S. Brown, B. Sohngen, J. Henman, y S. Ohrel, "Transaction costs for carbon sequestration projects in the tropical forest sector", *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 19, no 8, pp. 1209-1222, 2014.

²⁸ T. H. D. Phan, R. Brouwer, M. D. Davidson, y L. P. Hoang, "A comparative study of transaction costs of payments for forest ecosystem services in Vietnam", *Forest Policy and Economics*, vol. 80, pp. 141-149, 2017.

²⁹ O. J. Cacho, L. Lipper, y J. Moss, "Transaction costs of carbon *offset* projects: A comparative study", *Ecological Economics*, vol. 88, pp. 232-243, 2013.

³⁰ https://docs.wixstatic.com/ugd/902a1e_f616aaea17904274a66a133ee39be75b.pdf

3. Resultados de un análisis agregado de la oferta de mitigación del sector forestal a un futuro mercado de *offsets* en Chile

La presente sección tiene por objetivo realizar el análisis de mercado considerando la oferta de agregar todas las medidas de acción de la ENCCRV bajo dos grupos: medidas asociadas a emisiones evitadas de la degradación/deforestación (MT.7 e IF.3)³¹ y las medidas asociadas a captura de CO₂ proveniente del aumento de existencias (MT.4, MT.5, IF.2, US.1 y US.3).

El análisis está construido sobre los mismos supuestos descritos en la sección anterior, considerando los 3 escenarios (pesimista, medio y optimista) e incluyendo los ingresos por venta de biomasa proveniente del manejo forestal (para US.1 y US.3). El siguiente análisis no realiza una diferenciación sobre la costo-efectividad de las medidas. Se realiza la agregación de todas las medidas ya que el objetivo de la ENCCRV no es canalizar recursos a medidas de acción aisladas, sino financiar la estrategia completa³².

La siguiente tabla resume los niveles de costo efectividad obtenidos para cada escenario, para todas las medidas en

forma integrada, bajo los grupos de medidas de acción de emisiones evitadas (“sólo emisiones evitadas”) y de captura (“sólo absorciones”).

Como se observa, el costo por tonelada de CO₂ mitigada para la categoría de medidas de “sólo capturas” supera importantemente todas las otras combinaciones de medidas agregadas. En particular, el costo por tonCO₂ de esta categoría de medidas supera el valor del precio de la IPC esperado, dejando esta agregación fuera de mercado.

La siguiente figura ilustra los excedentes económicos asociados a cada uno de los escenarios y bajo los grupos de medidas de acción descritos anteriormente. Los excedentes son equivalentes a los ingresos por venta de *offsets* y venta de biomasa proveniente del manejo forestal (sólo para US.1 y US.3), menos los costos de las medidas de acción³¹.

Tabla 5. Costo efectividad esperada para nivel agregado, bajo distintos escenarios de disponibilidad presupuestaria.

Costo Efectividad (USD/tCO ₂)	Escenarios		
	Pesimista	Medio	Optimista
Capturas y emisiones evitadas	11	8	11
Sólo capturas	101	30	30
Sólo emisiones evitadas	0,7	0,6	0,7



³¹ MT7 y la IF3 no generan un valor agregado, sino que su resultado se basa en los altos volúmenes de emisiones históricas (actualmente reducidos) y en la modelación del potencial impacto de incendios por lo cual no es ajustado.

³² No obstante lo anterior, desde el momento en que la ENCCRV interactúe con un mercado de IPC (y no con un donante o un financista), se enfrenta a alternativas de mitigación que pueden ser más costo-efectivas. Desde esta perspectiva, es valioso para CONAF disponer de una curva MACC de los componentes de la ENCCRV que informe como se compone la oferta de mitigación forestal, independiente de como decida la ENCCRV distribuir los ingresos entre distintas medidas de acción, aunque se tenga que evaluar en forma agregada el potencial de mitigación y los costos, si será un insumo relevante para decisiones internas conocer la costo-efectividad individual de cada MDA.

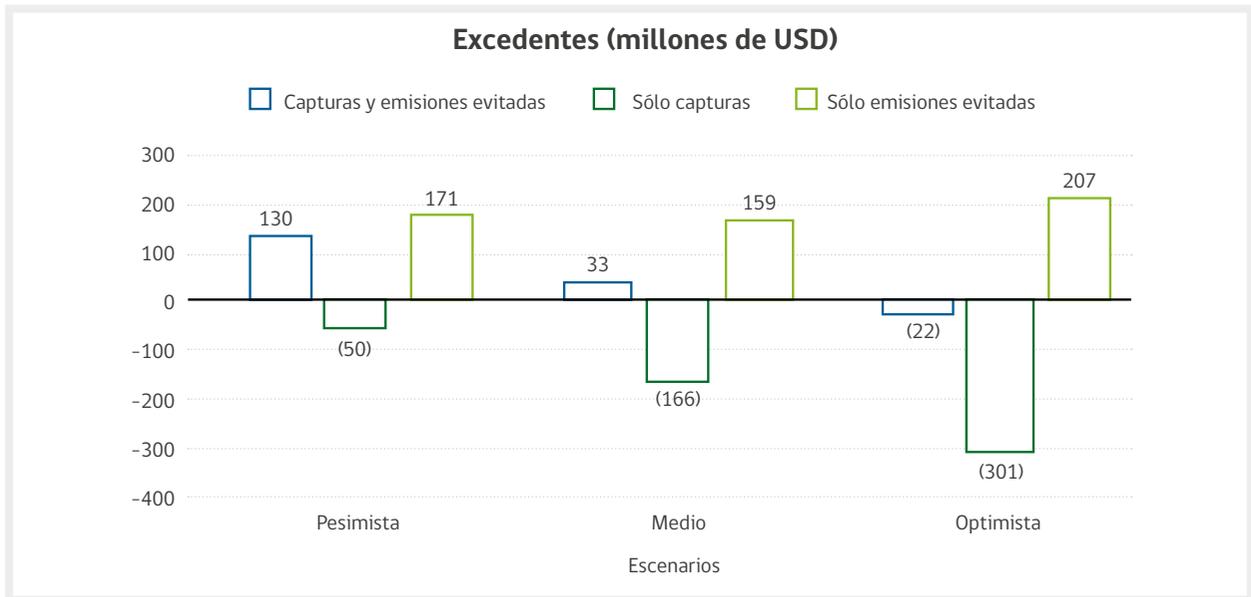


Figura 9. Excedentes económicos por escenario y por grupo de medidas de acción (millones de USD).

Como se observa en la Figura 9, el escenario pesimista es el que retorna mejores excedentes considerando la suma de las capturas y emisiones evitadas, y para el caso de sólo capturas, mientras que el escenario optimista es el que obtiene mejor rendimiento para las emisiones evitadas. Al mismo tiempo, en la figura se revela que para todos los escenarios las acciones que implican absorción reportan un nivel de excedentes menor que el conjunto de medidas de acción de emisiones evitadas. Esto se debe principalmente a las razones explicadas anteriormente sobre la costo efectividad de las medidas de captura en forma individual.

Por otro lado, en el escenario optimista (“capturas y emisiones evitadas” y para “sólo capturas”) se dispone de mayores recursos que se desvían en atender las medidas de acción menos costo efectivas, lo que redunda en peores excedentes para el programa en comparación con los otros escenarios.

A continuación, la Figura 10, detalla los ingresos esperados (por venta de *offsets* y venta de biomasa proveniente del manejo forestal) por hectárea para cada uno de los escenarios y para cada grupo de medidas de acción.

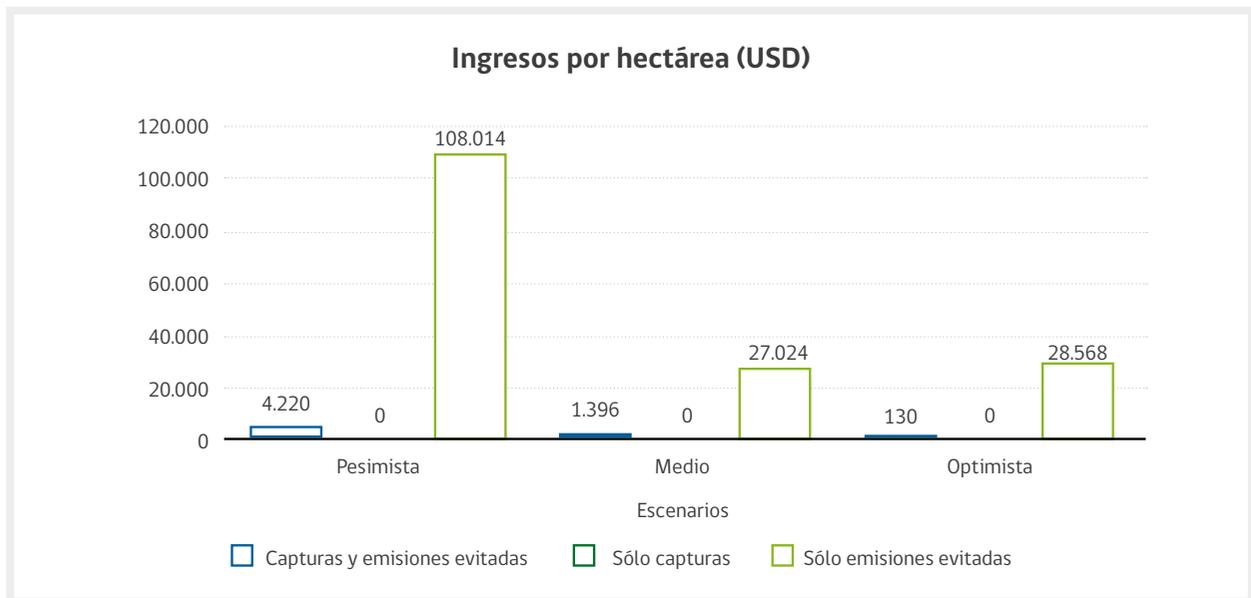


Figura 10. Ingresos por hectárea por escenario y por grupo de medidas de acción (USD/hectárea)



³¹ Los costos considerados corresponden a los costos totales de cada grupo de medida de acción, y no son costos parciales. Por ejemplo, en caso que hubiese una demanda por *offsets* menor a la oferta total se consideró la inversión total y no parcial de todas las medidas de acción comprometidas en cada grupo.

La Figura 10 confirma la costo-efectividad del grupo de medidas de emisiones evitadas (MT.7 e IF.3), aspecto que ya se evidenció en el análisis anterior. Además, se observa que a medida que aumenta la disponibilidad de presupuesto

y se evoluciona del escenario pesimista hacia el medio, el potencial de ingresos por hectárea decae. Esto ocurre porque a medida que se dispone de más presupuesto, este se canaliza en las medidas menos costo-efectivas.



4. Análisis de la oferta del sector forestal a un futuro mercado de *offsets* en Chile

A partir de los resultados obtenidos, es posible establecer los siguientes análisis:

→ Al asumir la implementación completa del Mapa de Opciones estudiada por el proyecto PMR Chile, representada por la Tabla 4 se obtiene que la oferta de *offsets* desde el sector forestal es menor a la demanda total para cada período (salvo para el año 2024 en el Escenario Medio y para el año 2022 al 2024 en el Escenario Optimista). Al 2020, la oferta acumulada (de medidas de acción con una costo-efectividad menor al valor del IPC) es menor a la demanda de 4.170.744 tCO₂/año para todos los escenarios. Al 2025, la oferta acumulada para todos los escenarios es menor a la demanda de 10.130.000 tCO₂/año. Se establece que tanto la medida de acción US.1 y US.3 posiblemente no alcancen a ser parte de la oferta de mitigación dado su alto costo de implementación.

→ El sector forestal dispone de una oferta atractiva para el potencial mercado nacional de *offsets*, tanto desde la perspectiva de volumen como de precio, la que podría moverse en un rango entre el 40 y el 80% de la demanda proveniente de las fuentes afectas bajo el actual impuesto verde (período 2020 a 2024). Sin embargo, los resultados reflejan que la oferta está concentrada, en gran parte, en las acciones de reducción de emisiones IF.3 (medida directa) y MT.7 (medida facilitadora). Las cuales en base a las acciones que históricamente realiza CONAF en materia de prevención y fiscalización que se han fortalecido en los últimos años

entrega resultados exitosos asociados a las actividades de deforestación y degradación evitada.

→ Como oferta agregada, el escenario Pesimista es el que retorna mejores excedentes para las combinaciones de venta de *offsets* "Capturas y emisiones evitadas" y "sólo capturas", mientras que el escenario Optimista es el que obtiene mejores excedentes para la combinación "sólo emisiones evitadas". Además, para todos los escenarios el conjunto de medidas de acción de "sólo capturas" no constituye una opción de mitigación económica frente al valor del impuesto esperado, debido a la costo-efectividad individual de las medidas de capturas.

→ Un mayor presupuesto para la implementación de la ENCCRV, no implica una oferta más atractiva para el mercado de *offsets*, si es que no mejora la costo-efectividad de las medidas. Esto se visualiza, ya que a medida que aumenta la disponibilidad de presupuesto, los excedentes para las medidas de acción de sólo capturas decaen, justamente porque los mayores recursos del escenario Medio y Optimista se desvían en atender las medidas de acción menos costo efectivas, cuyo costo supera el valor del impuesto. Dicha situación implica reflexionar más sobre las alternativas de reducir los costos para las medidas de acción directas, lo cual podría variar según la escala de los proyectos de ejecución en el territorio.

→ Aunque se incremente la demanda por *offsets* como se refleja desde el escenario A (2020) al escenario B (2025) de la Tabla 4 en coherencia con el Mapa de Opciones y Recomendaciones analizado por el Proyecto PMR Chile³⁴, el volumen de oferta desde el sector forestal queda siempre limitado por el costo real de cada medida de mitigación. Esto quiere decir que, si la exigencia del IPC aplicara a más fuentes afectas o permitiese una mayor utilización de *offsets*, esto no implicaría un aumento en el volumen o precio de las transacciones desde el sector forestal.

→ El desarrollo de un mercado de *offsets* complementario al pago de un impuesto al carbono, abriría la puerta para el financiamiento de carbono, no sólo para proyectos forestales sino para también opciones de mitigación que no se encuentran en los sectores afectos al impuesto verde. Estas últimas podrían tener una ventaja de precio frente a las acciones de la ENCCRV y por tanto desplazarlas dentro de las preferencias del mercado de *offsets*³⁵. Para reducir este riesgo, es necesario considerar vías regulatorias para promover una demanda mínima de *offsets* para el sector forestal (por ejemplo, para quienes usan *offsets* exigir una cuota mínima de *offsets* provenientes del sector forestal).

→ Existe una posibilidad de que Chile implemente un ETS que permita el uso de *offsets* como medida complementaria. En ese caso, el *offset* juega un rol de dar flexibilidad al sistema mediante la incorporación de medidas fuera del sector regulado, las cuales pueden ser reconocidas como reducciones válidas (en la medida que el precio del *offset* esté por debajo del precio de mercado de los permisos de emisión transados). Sin embargo, existe el riesgo de que una parte importante de la demanda por *offsets* se desvíe hacia este nicho futuro de cumplimiento de ETS dado que algunas inversiones bajas en carbono desde el sector regulado (sector de generación eléctrica) pueden contar con flujos de ingresos más predecibles y conocidos, y ser una oportunidad de inversión más atractiva³⁶.

→ El análisis asumió la implementación programada de las opciones estudiadas por parte del Mapa de Opciones y Recomendaciones para el Proyecto PMR-Chile, considerando que existiría una continuidad entre la demanda de las fuentes afectas bajo el impuesto vigente y la demanda de un impuesto

aguas arriba sobre el uso de toda fuente de combustibles fósiles. Sin embargo, si no existiese una evolución del precio al carbono ni de los instrumentos de precio al carbono durante el período 2020-2025, entonces esto podría posiblemente restringir la oferta a sólo algunas medidas de acción.

→ El factor que puede redundar en cambios más significativos en los resultados, sería un cambio en el costo por unidad de mitigación de las medidas de acción (en USD/tonCO₂), lo cual es posible considerando la escala de los proyectos que se ejecuten en el territorio, evaluando opciones de paisaje y no proyectos de pequeña escala.

→ La medida de acción "IF.3. Programa de silvicultura preventiva en interfaz urbana rural" destaca dentro de las acciones a realizar a través de propietarios privados. Sin embargo, es relevante considerar los desafíos asociados a las compensaciones a escala predial para un esfuerzo de mitigación por degradación evitada, tanto desde la perspectiva de la adicionalidad como desde la coherencia entre los períodos de pago por resultados y los períodos de monitoreo. Estos son elementos que debieran orientar el diseño del estándar, sistema de registro y validación de *offsets* proveniente de la ENCCRV³⁷.

→ La elaboración de una curva MACC o curva de costos de abatimiento debiera incluir todos los posibles co-beneficios dentro de su construcción. Algunos de los co-beneficios³⁸ asociados a las medidas de acción se han identificado y en algunos casos cuantificado en el marco de la ENCCRV³⁹. Sin embargo, no existen garantías de que estos co-beneficios puedan ser monetizados, y en muchos casos no existen referencias del valor de estos co-beneficios para la gran mayoría de las medidas de acción. Por tanto, es relevante analizar cómo podría cambiar la estructura de la curva MACC y por ende la oferta REDD+ para un mercado *offset* si se incorporaran todos estos co-beneficios.

→ Es relevante revisar la experiencia internacional respecto de casos de compensación de actividades de carácter indirecto y su aceptación por parte del mercado de *offsets*, en particular para la medida de acción facilitadora MT.7. Como referencia, se tiene que las actividades cubiertas



³⁴ Dicho Mapa de opciones se trata de un análisis de futuras opciones, que a día de hoy son hipotéticas y no es una extensión definitiva del actual IPC existente en Chile.

³⁵ Por ejemplo, algunas acciones tienen costos negativos en la curva MACC. Este es el caso de acciones en el ámbito comercial, residencial e industrial o CPR (aireadores o mejores prácticas en iluminación), en el ámbito de transporte (vehículos eléctricos, etiquetado de eficiencia) o en la industria (sistemas de gestión de energía para la minería, eficiencia energética industrial, ERNC para autoconsumo). Poch Ambiental y Asociación de Generadoras A.G., "Actualización de la proyección de emisiones 2017- 2030 y análisis medidas de mitigación de CO₂ equivalente", 2017.

³⁶ No existe referencia conocida que permita cuantificar el efecto final que genera un ETS en desviar la demanda desde *offsets* forestales a *offsets* de los sectores regulados.

³⁷ Para IF.3, ocurre que la compensación por emisiones evitadas de deforestación/degradación es más factible a nivel jurisdiccional que a nivel predial, principalmente porque sólo el administrador del programa REDD+ puede garantizar no sobre-estimar el nivel de referencia.

³⁸ Los cobeneficios que se identifican son biodiversidad, provisión de agua, turismo regulación de nutrientes, control de erosión y control biológico.

³⁹ https://docs.wixstatic.com/ugd/902a1e_032f4a1d73c340ce990ba46af7fddf21.pdf



como REDD+ por parte del estándar VCS, son aquellas que están diseñadas para detener la deforestación planificada (designada y sancionada) o la deforestación y/o degradación no planificada (no autorizada). Por lo contrario, las actividades que buscan detener la degradación planificada, aplican como actividad IFM (o Improved Forest Management⁴⁰). La oferta de mitigación MT.7 coincidiría con una medida para detener la degradación no planificada, lo que reduciría su riesgo, pero para lograr dar mayor robustez a esta fuente de oferta se puede considerar combinar las medidas facilitadoras con la medida directa IF.3, pensando en obtener mejores precios por cada *offset*.

→ Las medidas de acción de la ENCCRV MT.4 y US.1 concentran la mayor cantidad de hectáreas, y por ende permitirían facilitar el cumplimiento de la NDC forestal. Sin embargo, estas no son una fuente de mitigación costo-efectiva. US.1 queda descartada de la oferta de *offsets* al tener un costo superior al impuesto esperado para todos los

escenarios, mientras que MT.4 está disponible como oferta sólo al final de período y siempre que los IPC lleguen a cubrir todas las fuentes de consumo de combustibles fósiles (componente de impuesto aguas arriba en la Tabla 4). Lo cual cambiaría considerando un horizonte superior al 2025.

→ Cualquier modificación o actualización del nivel de referencia utilizado, podría tener implicancias muy significativas a la estimación del potencial de mitigación de emisiones. Lo relevante es minimizar el nivel de incertidumbre respecto de los plazos de cuando esto podría ocurrir.

→ A nivel internacional existe experiencia en combinar *offsets* con ETS, mientras que la combinación de *offset* con impuesto al carbono todavía no ha sido implementada (aunque exista un primer ejemplo en Colombia, México y Sud-África estén legislando en torno a esta línea). Este es un factor relevante a la hora de pensar en la sustentabilidad de la oferta de *offsets* desde la ENCCRV.



⁴⁰ Improved Forest Management o Mejora de la gestión forestal (IFM): una gestión forestal mejor y más sostenible aumenta el carbono en el bosque y en productos de la madera. Incluye acciones como: Aumentar la edad total del bosque al aumentar las edades de rotación; Incrementar la productividad del bosque al adelgazar árboles enfermos o suprimidos o al manejar maleza y otra vegetación competitiva; Mejorando las prácticas de cosecha.



5. Recomendaciones Finales

A continuación, y a modo de conclusión, se entregan algunas recomendaciones finales para CONAF, que debieran ser discutidas con los distintos agentes involucrados en el establecimiento de IPCs:

1.

Rol activo de CONAF en el diseño y operación de las opciones de IPC: Es clave el rol de CONAF para empujar y abogar por una evolución de los IPC en Chile⁴¹, no sólo para el cumplimiento de la NDC, sino promover una mirada ambiciosa y de largo plazo desde el Gobierno de Chile. Esta evolución tiene que incorporar al sector forestal como oferta de mitigación, incluso si las opciones de IPC quedan acotadas sólo a un ETS (desde el cual el sector forestal también podría participar como ocurre en Nueva Zelanda). Adicionalmente se recomienda, un rol activo desde CONAF para influir en maximizar una fracción de la demanda por *offsets*⁴² dedicada a promover la venta desde

el sector forestal, ampliando los límites en el uso máximo de *offsets* y teniendo presente priorizar los IPCs que permitan una transferencia de recursos con la mayor flexibilidad de objetivo⁴³.

2.

Persistir en la reducción de los costos y su monitoreo: Uno de los elementos centrales para fortalecer la viabilidad de la oferta de *offsets* desde el sector forestal, se encuentra en la reducción de costos de cada medida de acción (en particular para las medidas de acción asociadas al aumento de existencias). CONAF debiera poder optimizar los costos de implementación de cada medida, incluyendo un mayor nivel de granularidad por zona y circunstancias de ejecución, de modo de enfocarse en la oferta más competitiva. Así mismo, CONAF debiera poder monitorear los factores que permiten que estas



⁴¹ En este sentido, es relevante advertir que la acelerada dinámica de decarbonización del sector eléctrico (con la incorporación de energías renovables y los recientes acuerdos para la reducción progresiva de la operación de centrales a carbón), pueden eliminar toda urgencia de avanzar en cambios o mejoras al IPC.

⁴² Si bien el Mapa de Opciones y Recomendaciones para una Agenda del PMR establece que los *offsets* permitidos serán sólo aquellos de emisiones y sectores no regulados (como el sector forestal), este marco de política no es definitivo ni representa la posición futura del Gobierno. Un riesgo que puede atentar contra la demanda por *offsets*, corresponde a la posible incorporación de "insets" u oferta de mitigación proveniente de los mismos sectores afectos a un IPC. Estos nichos (por ejemplo, energías renovables para autoconsumo) pueden entrar en directa competencia con la ENCCRV, asumiendo que corresponden a segmentos donde existen otros atributos que viabilizan mejor su materialización (venta de energía, potencia) y donde existe una industria más madura de proveedores e inversionistas.

⁴³ No como ocurre hoy con la recaudación del impuesto verde que queda limitada a fundirse en las arcas fiscales.



medidas reduzcan sus costos, como parte del sistema de MRV para toda la ENCCRV. Una definición respecto de los costos optimizados para cada medida de acción, permitirá establecer las expectativas frente a la oferta de *offsets* ante un escenario Optimista de presupuesto. Del mismo modo, un proceso de subastas para el financiamiento de *offsets* (como ocurre en Australia), forzará una oferta económica y estimulará la competencia.

3.

Monetizar los ingresos potenciales derivados de los servicios ecosistémicos de la ENCCRV: cualquier ejercicio más profundo respecto de la oferta potencial para un mercado de *offsets*, requiere de un mejor nivel de información respecto de los ingresos realistas por servicios ecosistémicos. Estos atributos pueden ser factores de gran contribución a la viabilidad financiera de la ENCCRV, y por ende cualquier esfuerzo en promover una política que demande la existencia de estos servicios, será beneficioso para el programa.

4.

Minimizar costos de transacción sin perjudicar el valor del *offset* en el mercado: Tal como se realiza actualmente con el buffer para manejar el riesgo de no-permanencia, todos los otros componentes de los costos de transacción, deberían ser descontados del volumen de mitigación de la ENCCRV y no sumados al precio de comercialización (o sea costos de transacción no cargados a la demanda). Esto justamente, porque no hay suficientes fuentes de ingreso que aseguren la competitividad de los *offsets* del forestal, contra otras opciones de mitigación.

5.

Entregar certezas para inversionistas y compradores de *offsets*. La calidad de precio de *offsets* y continuidad de la demanda, dependerá en gran medida de que el estándar implementado para *offsets* forestales y el sistema de registro puedan preservar la adicionalidad de la oferta de la ENCCRV (incluso ante un cambio del nivel de referencia) y minimizar el nivel de incertidumbre sobre los flujos futuros del programa REDD+.

6. Siglas

CER	Certificado de Reducción de Emisiones
ENCCRV	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos de Vegetacionales
ETS	Esquema de Transacción de Emisiones (siglas en inglés)
FCPF	Fondo Cooperativo del Carbono Forestal (siglas en inglés)
GCF	Fondo Verde del Clima (siglas en inglés)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPC	Instrumento de Precio al Carbono
ICER	Créditos de largo plazo provenientes de proyectos forestales
UTCUTS	Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura
MACC	Curva de Costos Marginales de Abatimiento (siglas en inglés)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
MVC	Mercado Voluntario del Carbono de Colombia
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada (siglas en inglés)
NREF/NRF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal
Offset	Compensación económica por la reducción de emisiones.
PMR	Partnership for Market Readiness
REDD+	Reducción de emisiones por deforestación, degradación forestal y aumento de existencias de carbono
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
tCER	Créditos temporales provenientes de proyectos forestales
VCS	Verified Carbon Standard
VER	Reducción de Emisiones Voluntarias (siglas en inglés)
WCI	Western Climate Initiative

7. Glosario

- **Adicionalidad:** Es el requerimiento de que un proyecto a actividad genere una reducción de emisiones adicional al que hubiera ocurrido en la ausencia del proyecto o actividad. La reducción de emisiones de GEI debe ir más allá de la práctica actual dictada por la regulación existente más estricta vigente entre todas las jurisdicciones.
- **Cap-and-trade:** Se refiere a una estrategia basada en el mercado para controlar contaminación por medio la estructuración de incentivos económicos para premiar reducciones en la emisión de contaminantes. La autoridad central define un límite de contaminación (cap) y otorga permisos de contaminación que representan el derecho de emisión de una cantidad de contaminante. El total número de los permisos es equivalente al límite definido y las entidades reguladas pueden comprar y vender los permisos para asegurar que tienen una cantidad de permisos que corresponda a su nivel de emisiones.
- **Co-beneficios:** Cada medida de mitigación, tiene una serie de implicancias colaterales que pueden ser deseables o no, dentro de los objetivos más amplios de política pública. Para representar esta dimensión adicional de cada medida de mitigación (que va más allá del costo de mitigación y de su potencial de reducción de emisiones), se acude al concepto de co-beneficios. Estos co-beneficios representan el principio de optimizar la relación beneficio-costos total detrás de cada medida de mitigación (o combinación de medidas de mitigación).
- **Contribución Nacionalmente Determinada de Chile:** Compromiso adquirido por Chile en el Acuerdo de París en 2015 que se sustenta en una meta de intensidad de carbono expresada en emisiones de CO₂ equivalente/PIB, que incluye a todos los sectores emisores menos al sector de UTCUTS, el cual queda sujeto a una segunda meta expresada en hectáreas exclusiva para el sector UTCUTS. Estas dos metas se han abordado en forma separada y son parte del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC), cuya implementación redundante en desafíos importantes de política pública.
- **Curva de costo abatimiento o curva MACC:** La curva MACC representa el costo adicional o marginal de implementar una medida, junto con el potencial de abatimiento de la misma, con respecto a una línea base.
- **Deforestación:** Conversión de bosques en zonas no boscosas, basada en una disminución de la cubierta de dosel o de la densidad de carbono.
- **Degradación forestal:** Reducción o pérdida de la capacidad productiva, tanto biológica como económica de la tierra. Generalmente es producto de actividades humanas, exacerbada por procesos naturales y a menudo magnificada por el cambio climático y la pérdida de biodiversidad.
- **Doble conteo:** Ocurre cuando se han emitido dos créditos provenientes de una misma reducción de emisiones. Para evitar el doble conteo, no se pueden usar los créditos *offsets* en conjunto con, o ser reclamados por cualquier otro sistema de ETS.
- **Emission Reduction Fund:** Esquema de transacción de emisiones empleado por el Gobierno Australiano como elemento clave de su política pública de mitigación que contempla como créditos las Unidades de Crédito de Carbono Australianas.
- **Escenarios pesimista, medio, optimista:** Escenarios de condicionalidad basados en los recursos disponibles ante diversos marcos de fomento: inclusión de temáticas de cambio climático en Ley N°20.283, Nueva Ley de Fomento, donación u otros instrumentos de fomento. Se definen 3 escenarios:
 - **Optimista:** 100% de concreción de los financiamientos. El escenario "optimista" asume la mayor disponibilidad de fondos nacionales e internacionales para la ejecución de la ENCCRV en su máxima expresión (315 MM USD).
 - **Medio:** 50% de concreción de los financiamientos. Considera 178 MM USD disponibles.
 - **Pesimista:** 0% de financiamiento condicional. Considera 54 MM USD.
- **Esquema de transacción de emisiones (ETS):** Instrumento de mercado diseñado para reducir emisiones de GEI. Los gobiernos o jurisdicciones que los utilizan determinan un límite máximo (tope o cap) de emisiones totales en uno o más sectores de la economía. Las empresas involucradas deben contar con permisos por cada tonelada emitida a la atmósfera. Estos permisos puedan transarse (trade o comercio), generando oferta y demanda de permisos de emisión entre actores del mercado, generando una mayor flexibilidad en los tiempos y fórmulas para reducir emisiones.
- **Impuestos verdes:** El régimen actual del impuesto a las emisiones se enmarca en la reforma tributaria (Ley 20.780 de Septiembre 2014), la que afecta a las emisiones de NOx de la primera venta de vehículos, y las emisiones de CO₂ y de contaminantes locales (SOx, NOx, MP) para fuentes fijas de turbinas o calderas con capacidad igual o mayor a 50 MW térmicos.

■ **Instrumentos de Precio al Carbono:** El precio al carbono (o carbon pricing, por su denominación en inglés) es la forma en la que los países y mercados fijan un valor monetario a las emisiones de CO₂ y otros GEI. El precio al carbono contribuye, de manera más flexible y con menores costos para la sociedad, a la reducción costo-efectiva de emisiones de GEI y se transforma en uno de los incentivos más poderosos que los gobiernos pueden utilizar para lograr políticas de mitigación frente al cambio climático. Además, permite fomentar el uso de energías alternativas y la inversión tecnológica para la reducción de emisiones, promoviendo nuevos motores de crecimiento económico más sustentable y bajos en carbono.

■ **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):** El MDL es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kioto establecido en su artículo 12, que permite a los gobiernos de los países industrializados y a las empresas suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso comprendido entre los años 2008 - 2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (también denominados países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kioto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (CERs) a menores costos que en sus mercados.

■ **Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/Nivel de Referencia Forestal:** Puntos de referencia con base a información histórica (línea base) empleados para evaluar el desempeño en la ejecución de actividades orientadas a la reducción de las emisiones de carbono producto de la deforestación, devegetación y degradación de bosques nativos y formaciones xerofíticas, así como también las absorciones de carbono originadas por actividades de recuperación, forestación, revegetación y manejo sustentable de estos recursos nativos.

■ **Offsets:** Un *offset* es una medida y/o acción de reducción o absorción de emisiones de GEI que permite reducir en otros países o sectores, las emisiones que los países o los sectores no logren reducir, mediante compensaciones con el uso de créditos de carbono medidos en toneladas de dióxido de carbono equivalente.

■ **Partnership for Market Readiness (PMR):** PMR es una instancia creada en 2010, y gestionada por el Banco Mundial, que proporciona financiamiento y asistencia técnica para explorar, desarrollar y poner a prueba los instrumentos de fijación de precios del carbono en los países beneficiarios, con el objetivo de apoyar una reducción rentable de las emisiones de GEI. Se trata de una plataforma de aprendizaje e intercambio de buenas prácticas y lecciones aprendidas en la implementación de impuestos, esquemas de comercio de emisiones y otros instrumentos basados en el mercado. El Gobierno de Chile, a través del Ministerio de Energía, es parte de esta iniciativa PMR desde 2011, recibiendo una donación

de USD 4.98 millones para la ejecución del proyecto PMR Chile (también conocido como Precio al Carbono Chile (PCC) <http://www.precioalcarbonochile.cl/>).

■ **REDD+:** Enfoques de política e incentivos positivos sobre aspectos relacionados con la reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques; y el fomento de la conservación forestal, manejo sustentable de bosques y el aumento de las reservas de carbono forestal en países en desarrollo.

■ **Riesgos de no permanencia:** La no permanencia se relaciona con el riesgo de que se pueda liberar carbono terrestre hacia la atmósfera debido a causas naturales y/o antropogénicas (es decir, humanas). Esto representa una inquietud especialmente cuando el CO₂ que se captura de la atmósfera se ingresa al sistema de contabilidad para demostrar que se ha cumplido con la cantidad comprometida de reducción de emisiones (por ejemplo, como parte de un compromiso nacional) y posteriormente ésta se libera y se emite en la atmósfera.

■ **Salvaguardas:** Se entenderá como el conjunto de compromisos, directrices, medidas y orientaciones nacionales e internacionales, obligatorias y voluntarias, que adaptadas a las circunstancias nacionales, incluidas las leyes y reglamentos relacionados, tienen por objeto prevenir los potenciales riesgos y mitigar, revertir y/o compensar los impactos socio-ambientales que se podrían generar con implementación de la ENCCRV, maximizando al mismo tiempo, los potenciales beneficios y asegurando el respeto pleno de los derechos de los grupos vulnerables, especialmente de las comunidades locales y Pueblos Indígenas.

■ **Servicios ecosistémicos:** Beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas. Éstos incluyen servicios de aprovisionamiento, como alimentos, agua, madera y fibra; servicios de regulación que afectan el clima, inundaciones, enfermedades, así como la calidad del agua; servicios culturales que proporcionan beneficios recreativos, estéticos y espirituales; y servicios de apoyo tales como la formación del suelo, la fotosíntesis y el ciclo de nutrientes. La especie humana, a pesar de estar resguardada ante los cambios ambientales por la cultura y la tecnología, depende fundamentalmente del flujo de servicios de los ecosistemas.

■ **Sistema de Medición y Monitoreo:** Conjunto de arreglos institucionales, herramientas y metodologías, comparables y consistentes con el nivel de referencia de emisiones y absorciones forestales y de formaciones xerofíticas diseñadas para evaluar de manera transparente, precisa y completa el resultado de las actividades orientadas a reducir emisiones y promover absorciones de carbono en ecosistemas forestales y xerofíticos.







Corporación Nacional Forestal

Unidad de Cambio Climático y Servicios Ambientales (UCCSA)

Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF)

Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Ministerio de Agricultura de Chile

www.enccrv.cl

www.conaf.cl

Paseo Bulnes 377, Oficina 207

Santiago de Chile