

27

Nota Informativa **ENCCRV**

■ Octubre 2018



En esta edición

Análisis crítico y cuantitativo del conjunto de políticas del Gobierno de Chile relativas al buen manejo de la biomasa forestal. Impacto en mitigación de cambio climático y cobeneficios asociados

 **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

Octubre 2018

Santiago, Chile



Análisis crítico y cuantitativo del conjunto de políticas del Gobierno de Chile relativas al buen manejo de la biomasa forestal. Impacto en mitigación de cambio climático y cobeneficios asociados

Autor

L. Nicolás Schiappacasse Poyanco. Académico Universidad Católica de Temuco. Doctor en Ciencias con mención en Química. Especialista en calidad del aire.

Revisores

Corporación Nacional Forestal (CONAF)

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

Rony Pantoja. Ingeniero Forestal. Unidad de Dendroenergía.

Contenido

Resumen	6
1. Introducción	8
1.1. Descripción del problema	8
1.2. Preguntas de investigación	10
2. Antecedentes Generales	11
2.1. Vulnerabilidad de Chile al cambio climático	11
2.2. Instrumentos de gestión para el CC elaborados por el Estado de Chile	11
3. Resultados	14
3.1. Sinergias entre políticas públicas de Chile referidas a Cambio climático y dendroenergía	14
3.1.1. Identificación de sinergias entre los sectores forestal, energía y medio ambiente en materia de cambio climático y dendroenergía	14
3.1.2. Homologación de metas establecidas en los diferentes instrumentos de gestión con respecto al desarrollo de la dendroenergía	16
3.1.3. Propuesta de arreglo institucional	17
3.2. Mitigación y adaptación al cambio climático por buen manejo de la biomasa forestal	18
3.2.1. Cuantificación de las sinergias entre el sector forestal y el sector energía	18
3.2.2. Seguimiento al cumplimiento de las medidas	18
3.2.3. Mecanismo para evitar la doble contabilidad: Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, SNiChile	20
3.3. Cobeneficios asociados al buen manejo de la biomasa forestal	20
3.3.1. Cálculos para la medida US.3 de la ENCCRV	20
3.3.2. Beneficios y Cobeneficios asociados al cumplimiento de metas en materia de dendroenergía de los instrumentos de gestión analizados	21
4. Conclusiones	23
Anexo: Metodología	25
A.1. Sinergias entre políticas públicas de Chile referidas a cambio climático y dendroenergía	26
A.1.1. Documentos estudiados	26
A.1.2. Interpretación del concepto “sinergia”	26
A.1.3. Homologación de metas referidas al desarrollo de la dendroenergía, contenidas en los diferentes instrumentos de gestión	26
A.2. Mitigación y adaptación al cambio climático por buen manejo de la biomasa forestal	27
A.2.1. Emisiones evitadas de GEI por aumento de la superficie de bosques con planes de manejo productivo sustentable	27
A.2.2. Cuantificación de emisiones evitadas de GEI gracias a la sustitución de leña sin trazabilidad por leña certificada en origen y calidad	27
A.3. Cobeneficios asociados al buen manejo de la biomasa forestal	28
A.3.1. Aumento de producción de leña certificada (leña proveniente de bosques con planes sustentables de manejo productivo y con un porcentaje de humedad inferior al 25%)	28
A.3.2. Generación de empleo	28
A.3.3. Utilidades por la comercialización de leña certificada	28
A.3.4. Cálculo de reducción de emisiones de MP	28
A.3.5. Cálculo de reducción de la concentración de MP	29
A.3.6. Reducción de tasas de mortalidad prematura y morbilidad por exposición a MP	30
A.3.7. Beneficios por costos evitados en salud	31
Siglas y Acrónimos	32



Resumen

En el marco del *Acuerdo de París*, en su “*Contribución Nacionalmente Determinada*” (NDC, siglas en inglés), Chile comprometió una meta de reducción de intensidad de carbono a nivel nacional y otra meta específica para el sector forestal, que consiste en el manejo sustentable y recuperación de 100.000 ha de bosque, principalmente nativo, y en la forestación de otras 100.000 ha, en su mayoría con especies nativas, representando, en total, la captura y reducción anual, a partir del 2030, de 1.500.000 a 1.800.000 ton de CO₂ equivalente.

Tres ministerios de Chile (Agricultura, Energía y Medio Ambiente) promueven en diversos instrumentos de gestión pública un “*mejor manejo de biomasa forestal*”, reconociendo que esta medida contribuye a la mitigación del cambio climático y a la adaptación de sus efectos, y provee un recurso energético renovable y accesible que puede ser usado en sistemas de calefacción más eficientes y menos contaminantes. Sin embargo, no es claro que exista plena coherencia entre tales instrumentos, ni cuáles son las sinergias que pueden ser potenciadas para el cumplimiento tanto de la NDC como de las metas de descontaminación atmosférica e independencia y seguridad energética, entre otras.

Consecuentemente, el objetivo de esta consultoría es identificar y cuantificar las sinergias entre el sector forestal y el sector energía en términos de la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por un mejor manejo de la biomasa, y sus cobeneficios asociados (descontaminación atmosférica, crecimiento económico, generación de empleo, independencia energética, entre otros).

Para alcanzar el objetivo, se contemplaron tres etapas:

1. Identificación y sistematización de las sinergias entre el sector forestal y el sector energía que favorecen el cumplimiento de la NDC;
2. Cuantificación de las sinergias entre el sector forestal y el sector energía en términos de reducción de GEI;
3. Desarrollo de una metodología y memoria de cálculo para cuantificar los cobeneficios asociados a las sinergias y vinculaciones existentes entre los sectores forestal, energía y medio ambiente.



Para identificar y sistematizar las sinergias entre el sector forestal y el sector energía, se hizo un análisis comparado entre los instrumentos de gestión en materia de Cambio Climático de los siguientes sectores:



Forestal

“Política Forestal”, “Estrategia de Dendroenergía” y “Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025” (ENCCRV).



Energía

“Ruta Energética 2018-2022” y “Política Energética de Chile, Energía 2050” (PE2050)



Medio ambiente

“Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022” (PANCC-II) y “Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica 2014-2018”

Se consideró que habría una oportunidad de sinergia cuando: existiera coincidencia o complementariedad en acciones a implementar; la acción a implementar por una institución contribuyera a las metas de la otra; y la implementación de una acción demandara las competencias de más de una institución.

En general, no se observaron contradicciones entre las acciones propuestas en uno y otro instrumento de gestión, ni duplicidades de esfuerzos. Se observó que todos los instrumentos de gestión comprometían una meta referida al desarrollo de la dendroenergía, pero tanto los plazos para cumplirla como los indicadores usados para cuantificarla eran muy diferentes. Después de homologar las metas entre todos los instrumentos (al mismo plazo y al mismo indicador) se hizo evidente que había enormes diferencias entre las magnitudes comprometidas.

La intervención de bosques nativos con planes sustentables de manejo productivo, implica que pueden evitarse emisiones de CO₂ por dos vías: por el manejo mismo, que conserva el bosque, impidiendo su deterioro y degradación; y por la sustitución de leña sin trazabilidad por leña certificada en calidad y origen.

La identificación de sinergias entre los diferentes instrumentos analizados implica que las gestiones de los Ministerios de Agricultura a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), de Energía y del Medio Ambiente deben estar fuertemente coordinadas. Para el cumplimiento de esta condición, se propone aprovechar una institucionalidad ya creada y oficializada: el Comité Interministerial de Leña. Una de las ventajas de este comité es que tiene una expresión local en los Subcomités Regionales.

Con respecto a los cobeneficios de un Programa de Dendroenergía, se hizo una cuantificación de los beneficios en salud, para lo cual hubo que determinar: la cantidad de leña certificada que producirían las hectáreas sujetas a manejo sustentable productivo; la reducción de emisiones y concentración de MP_{2,5} que generaría el buen uso de esta leña certificada; la disminución de efectos en salud por exposición a MP_{2,5}; y los correspondientes costos evitados. Específicamente, para la medida US.3 de la ENCCRV fue posible determinar la razón Beneficio/Costo, arrojando un valor cercano a 1.

Las cuantificaciones de los beneficios y cobeneficios asociados a las metas de dendroenergía de los diferentes instrumentos de gestión se presentan en la Tabla 6. Los valores resultantes dependen de la cantidad de hectáreas que cada instrumento contempla intervenir con planes de manejo productivo. Pareciera que una meta razonable y suficientemente ambiciosa es la de la *“Estrategia de Dendroenergía”*. Los beneficios en términos de captura y reducción de GEI superarían la meta comprometida en la NDC, y los cobeneficios asociados implicarían una modernización y profesionalización del mercado de la leña, un fortalecimiento

de las economías locales, un aumento en casi 1 millón de m³st de leña certificada en origen y calidad (combustible renovable, accesible y carbono neutral) y una reducción de efectos en salud por exposición a MP con los consiguientes ahorros por gastos evitados.

La oferta de casi 1 millón de m³st de leña certificada en calidad y origen es todavía mucho menor que la demanda actual, pero se espera que ésta disminuya ostensiblemente como resultado de las medidas estructurales que buscan

reducir la excesiva demanda energética para calefacción de las viviendas.

Dados los beneficios y cobeneficios, se justifica plenamente que el país impulse con decisión un Programa de Dendroenergía, entendiendo que no habrá incompatibilidad con la Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica para las ciudades del sur de Chile, sino que, por el contrario, aportará al éxito de su implementación.



Introducción

1.1. Descripción del Problema

Se ha observado que los Ministerios de Agricultura, Ministerio de Energía y Ministerio del Medio Ambiente, en diversos instrumentos de gestión, reconocen directa o indirectamente la necesidad de *mejorar el manejo de la biomasa forestal*¹, pues contribuye a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a sus efectos, y provee un recurso energético local, renovable y accesible (la leña), que puede ser usado en sistemas de calefacción más eficientes y menos contaminantes.

De tales instrumentos, el que condensa y compendia la gestión de Chile en materia de cambio climático y, a la vez, sirve de marco para la elaboración de nuevos instrumentos, es la Contribución Nacionalmente Determinada de Chile². La NDC fue presentada a la secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en septiembre del 2015. En ella, Chile comprometió una meta de intensidad de carbono – sin incluir el sector Uso de Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura (UTCUTS) – y otra



¹ El concepto "mejor manejo de la biomasa forestal" significa que los recursos forestales, en cuanto unidades productivas, son gestionados de manera tal que no se produce deforestación ni degradación forestal.

² Gobierno de Chile (2015). "Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015". Obtenido en dic de 2017 de <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Chile/1/Chile%20INDC%20FINAL.pdf>

meta específica para este sector. La primera señala que “al 2030, Chile reducirá sus emisiones de CO₂ por unidad del PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007”, y la segunda, que “Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de gases de efecto invernadero en alrededor de 600.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, a partir del 2030, y a forestar 100.000 hectáreas, en su mayoría con especies nativas, que representará capturas de entre 900.000 y 1.200.000 toneladas de CO₂ equivalente anuales, a partir del 2030”. El hecho de que estas metas hayan sido incorporadas al “*Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2018-2022*”³ (PANCC-II) evidencia la seriedad con que el país está asumiendo los compromisos contraídos.

Los instrumentos de gestión del sector forestal tributan directamente al cumplimiento de la meta UTCUTS de la NDC. Específicamente, la “*Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025*”⁴ incluye entre sus medidas la forestación de 140.000 ha, principalmente, con especies nativas, y la implementación de programas de restauración, ordenamiento y manejo productivo en un total de 106.000 ha. La ejecución de estas medidas, en especial aquellas que se refieren a la implementación de planes sustentables de manejo productivo, contribuyen, además, al cumplimiento de la “*Estrategia de Dendroenergía*”⁵, instrumento que reconoce que la biomasa forestal es un recurso energético renovable de gran trascendencia para el país. Esta última Estrategia fue elaborada teniendo como marco la “*Política Forestal*”⁶, cuyo objetivo es contribuir desde el sector forestal chileno al desarrollo económico-productivo, ecológico y social-cultural del país, mediante la conservación, el manejo integral y el aprovechamiento y uso racional de los recursos, de las cuencas y los ecosistemas forestales.

En el sector energía, uno de los instrumentos de gestión más destacados es la “*Política Energética de Chile, Energía 2050*”⁷ (PE2050), cuya visión es contar con un sector energético confiable, sostenible, inclusivo y competitivo, y cuyo principal

compromiso es transitar hacia una economía – y matriz energética – más baja en carbono, por lo que contribuye directamente al cumplimiento de la meta de intensidad de carbono de la NDC. También contribuye, aunque de manera más indirecta, a la meta del sector UTCUTS, pues la PE2050 comienza a hacerse cargo de la leña como combustible, aunque aún no haya sido declarada como tal oficialmente (a través de una ley). De hecho, esta declaración es una de las acciones que compromete el actual Gobierno⁸, la que tiene en cuenta que la leña ocupa el segundo lugar en la matriz primaria de energía de Chile y es el combustible más usado, por lejos, en el sector residencial. En definitiva, la PE2050 reconoce que “*Chile tiene la oportunidad de contar en la biomasa con una abundante fuente de energía que es local, renovable, limpia y equitativamente accesible, siempre que se tomen las decisiones correctas para incentivar un uso adecuado*”.

Con respecto al buen uso de la biomasa forestal, la PE2050 se nutre de la “*Política de Uso de Leña y Derivados para Calefacción*”⁹, cuya elaboración fue coordinada por el Ministerio de Energía, contando con un alto grado de participación de instituciones públicas y privadas, de la academia y de la sociedad civil. La Política de Uso de Leña “*apunta a mejorar la forma en la que nos calefaccionamos en el país, avanzando desde la leña hacia productos con mayor valor agregado y eficiencia y menores niveles de emisiones*”. El segundo eje estratégico de la Política de Uso de Leña (de un total de seis) es “*Leña Sustentable y de Calidad*”, teniendo como uno de sus lineamientos “*impulsar la sostenibilidad del recurso forestal*”¹⁰.

Se justifica plenamente la elaboración de la Política de Uso de Leña, pues en el uso precario de este recurso (combustible húmedo quemándose en equipos de baja tecnología, operados por consumidores desinformados, que habitan viviendas sin aislación térmica) se encuentra la causa del grave problema de contaminación atmosférica por MP 2,5 que sufren las ciudades del centro-sur de Chile.



³ Ministerio del Medio Ambiente (2016). “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022”. Obtenido en dic de 2017 de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

⁴ Ministerio de Agricultura - Corporación Nacional Forestal (2016a). “Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales”. Obtenido en dic de 2017 de <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/doc/ENCCRV-2017-2025-web.pdf>

⁵ Ministerio de Agricultura - Corporación Nacional Forestal (2015). “Estrategia de Dendroenergía”. Obtenido en abril de 2018 de http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1456844180EstrategiaDendroenerg%C3%ADa_CONAF20152030.pdf

⁶ Ministerio de Agricultura - Corporación Nacional Forestal (2016b). “Política Forestal 2015-2035”. Obtenido en abril de 2018 de http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1462549405politicaforestal201520351.pdf

⁷ Ministerio de Energía (2015a). “Energía 2050. Política Energética de Chile”. Obtenida en dic de 2017 de http://www.minenergiacil.cl/archivos_bajar/LIBRO-ENERGIA-2050-WEB.pdf

⁸ El actual gobierno del presidente Sebastián Piñera, mientras se realizaba este estudio, hizo el lanzamiento de la “Ruta Energética 2018-2022”, en el define el camino y las prioridades que se atenderán durante su período presidencial. Uno de los 10 megacompromisos establecidos (el N°7) consiste en “Regular los biocombustibles sólidos como la leña y sus derivados, otorgando al Ministerio de Energía las atribuciones necesarias para establecer especificaciones técnicas y el reglamento de aplicación para la comercialización de la leña en zonas urbanas”. A esto se suma que la “Modernización del mercado de biocombustibles sólidos” es considerada en el Eje 4 “Energía baja en emisiones; hacia un mundo más limpio”. El documento referido fue obtenido en agosto de 2018 de: <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2018/05/rutaenergetica2018-2022.pdf>

⁹ Ministerio de Energía (2015b). “Política de Uso de Leña y Derivados para Calefacción”. Obtenido en dic de 2017 de http://www.minenergiacil.cl/archivos_bajar/2016/03/politica_leña_2016_web.pdf

¹⁰ Nótese la concordancia con la “Estrategia de Dendroenergía”



Por tal motivo, el Ministerio del Medio Ambiente presentó la estrategia “Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014 – 2018”¹¹, que entre sus principales medidas incluye un Programa de Recambio de Calefactores a Leña cuyo objetivo es que la ciudadanía, de manera paulatina, “pueda contar con sistemas de calefacción que sean más eficientes, más seguros y menos contaminantes, diversificando la matriz energética de la calefacción”. Cabe señalar que los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) de las ciudades del sur de Chile promueven la práctica de la eficiencia energética; esto es, buscan reducir el consumo de leña para calefacción sin afectar el confort térmico de los ciudadanos.

Entonces, considerando que Chile:

- se encuentra entre los países más vulnerables al cambio climático;
- cuenta con una elevada existencia de bosques, que cumplen el rol de sumideros de GEI y, a la vez, tienen el potencial de generar, por la implementación de planes de manejo, más de 30 millones de m³st de leña;
- se ha visto en la necesidad de declarar zona saturada por MP a más de 10 ciudades de la zona centro-sur, en las que la principal fuente contaminante es la combustión residencial de leña,

Cabe preguntarse: ¿es correcto que nuestro país apueste por el desarrollo de la dendroenergía?

1.2. Preguntas de Investigación

Las preguntas que trata de responder este estudio son las siguientes:

I) Con respecto al buen manejo de la biomasa forestal, ¿entre los instrumentos de gestión ambiental en materia de cambio climático de los sectores de energía y forestal, existen sinergias que puedan ser potenciadas?



II) ¿Cuál sería el aporte del buen manejo de la biomasa forestal a la mitigación y adaptación al cambio climático?



III) ¿Cuáles son y a cuánto ascienden los cobeneficios asociados al buen manejo de la biomasa forestal?



¹¹ Ministerio del Medio Ambiente (2014a). “Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018”. Obtenido en dic de 2017 de http://www.mma.gob.cl/1304/articles-56174_Plan_Descont_Atmosferica_2014_2018.pdf



Antecedentes Generales

2.1. Vulnerabilidad de Chile al Cambio Climático

Chile cumple con siete de las nueve características que, según el artículo 4.8 de la CMNUCC¹², definen a un país como vulnerable frente al cambio climático: i) posee zonas costeras bajas; ii) zonas áridas y semiáridas, zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal; iii) zonas propensas a los desastres naturales; iv) zonas expuestas a la sequía y a la desertificación; v) zonas de alta contaminación atmosférica urbana; vi) zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos; vii) tiene una economía que depende en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo.

Para evaluar la vulnerabilidad, capacidad de adaptación y resiliencia de los países frente al cambio climático, se han desarrollado diversos indicadores que son actualizados año a año. En el reporte del año 2017 del *Índice Global de Riesgo Climático*, Chile apareció en el lugar 10 de los países más afectados por el cambio climático año 2015¹³. En contraste, según el *Índice de Adaptación Global*, desarrollado por la Universidad de Notre Dame (EE.UU.), Chile es el país mejor preparado de América Latina, ubicándose en el lugar 28 del ranking general¹⁴.

2.2 Instrumentos de gestión para el cambio climático elaborados por el estado de Chile

En la Figura 1 se muestra cómo ha evolucionado la gestión ambiental de Chile en materia de cambio climático. Esta gestión se ha desarrollado en el espíritu de ir cumpliendo con los acuerdos internacionales suscritos por el país, principalmente, con aquellos que nacieron en la *Cumbre de Río* (1992) y que Chile ratifica en 1994: la CMNUCC, la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) y el Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Uno de los instrumentos más importantes para la gestión pública en materia de cambio climático fue la *“Estrategia Nacional de Cambio Climático”* (ENCC 2006), elaborada por el *Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global*¹⁵. Esta estrategia contempló 3 ejes – (i) Adaptación a los Impactos del cambio climático; (ii) Mitigación de las Emisiones de GEI; y (iii) Creación y Fomento de Capacidades en cambio climático – que seguirían siendo los elementos articuladores de las políticas siguientes.



¹² Naciones Unidas (1992). “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”. Obtenido en dic de 2017 de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

¹³ Consultar plataforma <https://germanwatch.org/en/cr>

¹⁴ Información obtenida en enero de 2018 de <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/rankings/>

¹⁵ Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global (2006). “Estrategia Nacional de Cambio Climático”. Obtenido en dic de 2017 de <http://sinamma.gob.cl/uploads/documentos/08a329326cb4cb5f16ddcc2f0eab0de.pdf>

En la presentación de esta Estrategia se estableció el compromiso de desarrollar, mediante un proceso participativo, el correspondiente Plan de Acción, el cual fue publicado el año 2008 por Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) bajo el nombre “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012” (PANCC-I)¹⁶.

Es importante destacar que en la elaboración de este plan de acción se tuvieron en cuenta seis consideraciones de orden estratégico, que se mantienen plenamente vigentes:

- i. El cambio climático debe ser un eje central de las políticas públicas y las regulaciones nacionales.

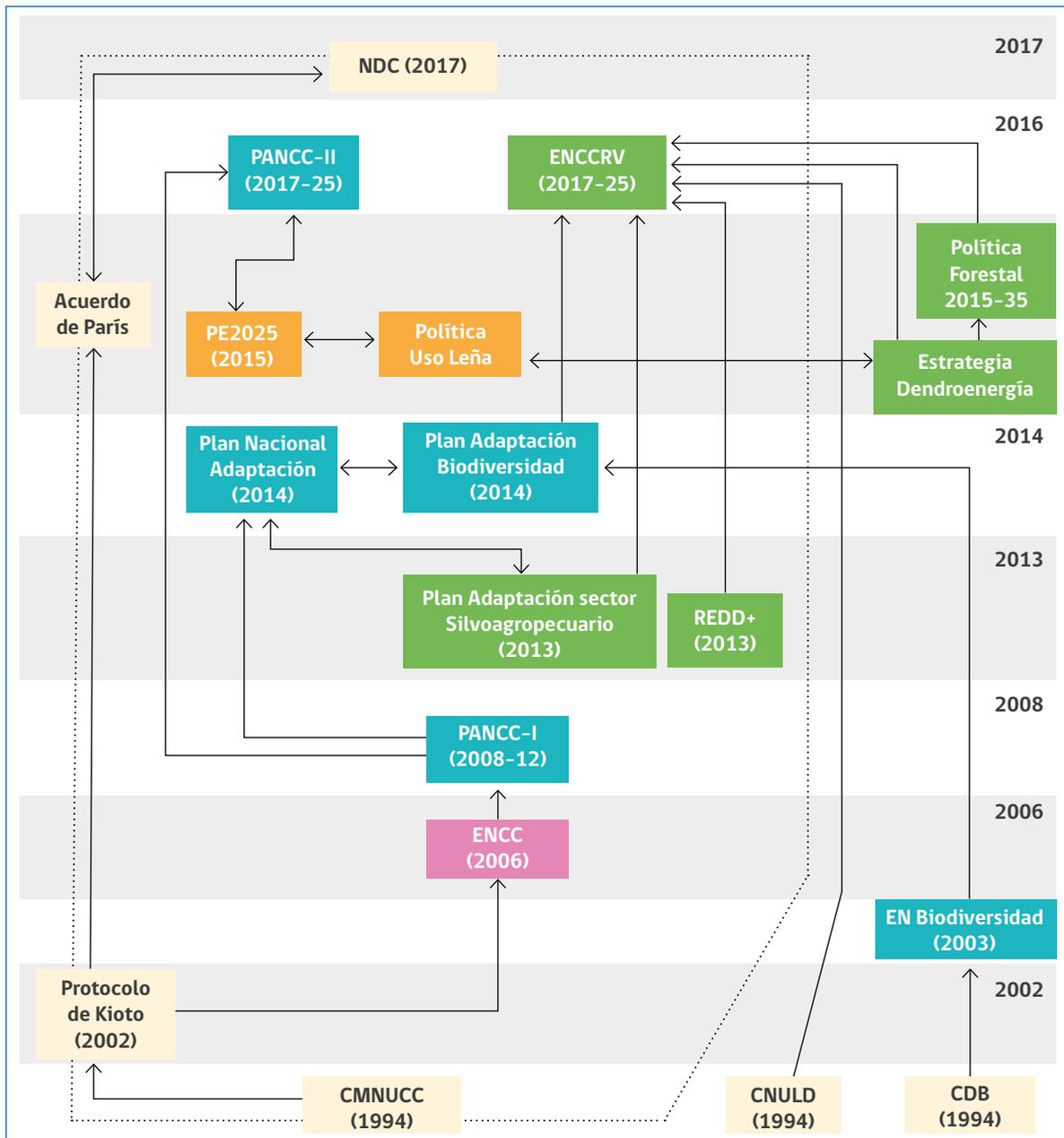


Figura 1. Evolución de la gestión ambiental de Chile en materia de cambio climático. En celeste, instrumentos creados por el Ministerio del Medio Ambiente; en verde, por Ministerio de Agricultura-CONAF; en naranja, por Ministerio de Energía; en rosado, por comisión multisectorial. En amarillo, al margen, los acuerdos internacionales suscritos por Chile. (Elaboración propia).

¹⁶ Comisión Nacional del Medio Ambiente (2008). “Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008 - 2012”. Obtenido en dic. 2017 de http://www.mma.gob.cl/1304/articles-49744_plan_01.pdf

- ii. La adaptación debe ser un pilar para el desarrollo futuro del país y respuesta temprana a los impactos al cambio climático.
- iii. La mitigación debe ser un aporte al mejoramiento en la calidad de crecimiento, a la reducción global de emisiones de gases de efecto invernadero y a la disminución de los costos de adaptación.
- iv. La innovación del sector financiero y empresarial chileno debe ser una estrategia para captar las oportunidades de inversión en proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático.
- v. La evaluación de los compromisos futuros en cambio climático, y su posible efecto en el comercio internacional, debe ser una mirada estratégica de largo plazo.
- vi. El desarrollo de una base de conocimientos mediante la investigación integrada y observación sistemática sobre el clima, la educación, y la formación y sensibilización ciudadana, deben apoyar la toma de decisiones.

En la línea prioritaria de "Adaptación", el PANCC-I comprometió la formulación del "*Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*" y de los Planes Sectoriales correspondientes. Este Plan Nacional de Adaptación fue publicado en agosto del 2015¹⁷ y de los nueve planes sectoriales comprometidos, cuatro han sido publicados hasta esta fecha (sectores Silvoagropecuario, Biodiversidad, Pesca y Acuicultura y Salud). Es importante destacar que el anteproyecto del "*Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Energía*" ya ha sido sometido a consulta pública.

En la línea prioritaria de "Mitigación", el PANCC-I comprometió la formulación de un "*Plan Nacional de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*" y de los Planes Sectoriales correspondientes. En diciembre del 2017, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad aprobó el "*Plan de Mitigación de Cambio Climático para el sector Energía*"¹⁸.

En la línea prioritaria de "Creación y Fomento de Capacidades", el PANCC-I comprometió el "Fortalecimiento de la institucionalidad nacional para abordar el cambio climático", lo que se cumplió el 2010 con la nueva Institucionalidad Ambiental, que creó el Ministerio del Medio Ambiente e instaló el *Consejo de Ministros para la Sustentabilidad*.

El año 2017 fue publicado el "*Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 -2022*"¹⁹ (PANCC-II), definido como un instrumento de política pública que integra y orienta

las acciones a tomar con respecto al cambio climático. Mientras el PANCC-I se centró en la realización de estudios de vulnerabilidad y posibles impactos - para la posterior elaboración de planes de adaptación - y en el análisis de medidas a implementar que pudieran contribuir a la mitigación, el PANCC-II apunta a la ejecución de acciones concretas de adaptación y mitigación, sin restar importancia a la necesidad permanente de contar con más y mejor información.

El PANCC-II está diseñado para promover una economía baja en carbono y fortalecer la resiliencia a nivel local y nacional. De esta manera, se busca avanzar en todos los ejes de la NDC de Chile. Otra característica para destacar del PANCC-II es que en su elaboración se buscó mantener la coherencia con las políticas existentes, tanto coordinadas por el MMA, como por otros sectores relacionados. Las más relevantes son el citado "*Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*", la "*Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017-2025*" (ENCCRV) y la "*Política Energética de Chile, Energía 2050*" (PE2050).

El PANCC-II reconoce que la ENCCRV es un instrumento clave tanto para cumplir compromisos de mitigación como para avanzar en la adaptación al cambio climático del sector forestal. Por tal motivo, el PANCC-II no incluye acciones de adaptación relativas a estas áreas y señala que para cumplir la meta forestal contenida en la NDC, se deben implementar las medidas de acción contempladas en la ENCCRV.

Como se aprecia en la Figura 1, la ENCCRV se elaboró a partir de variados insumos, entre los cuales se cuenta la "*Estrategia de Dendroenergía*", que tiene por objetivo "fomentar la producción sostenible y uso eficiente de biomasa forestal como una energía renovable no convencional, para aportar a la seguridad e independencia energética del País, a través de la inclusión y entrega de capacidades a pequeños propietarios de bosques nativos, plantaciones y microempresas del sector". La ENCCRV hace propio este desafío en su medida de acción directa US.3., que consiste en "Fortalecer el programa de dendroenergía y la matriz energética del País". Así, los bosques, frente al cambio climático, estarían cumpliendo una doble función: mantener su capacidad de captura de CO₂ (gracias a planes de manejo sustentable) y proveer un recurso energético renovable, local, accesible y de bajas emisiones de GEI dado su origen.

Como ya se ha dicho, otro importante documento al que hace referencia el PANCC-II es la PE-2050, que busca favorecer una transición paulatina hacia una economía y una matriz significativamente más baja en carbono hacia el 2050. La referencia a la PE2050 se explicita a través de las



¹⁷ Ministerio del Medio Ambiente (2015). "Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático". Obtenido en dic de 2017 de: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>

¹⁸ Ministerio de Energía (2017). "Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector Energía". Obtenido en agosto de 2018 de: <http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/plan-mitigacion-gei-sector-energia-2017.pdf>

¹⁹ Ministerio del Medio Ambiente (2017). "Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, 2017 - 2022". Obtenido en dic de 2017 de http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

medidas de mitigación MM8 y MM9 del Plan, que consisten, respectivamente, en la “Implementación de acciones de mitigación asociadas a la PE2050” e “Implementación de acciones de mitigación complementarias a la PE2050”.

Habiendo conocido el desarrollo de la gestión ambiental de Chile, no debiera sorprender que el pasado 5 de julio el actual gobierno anunciara el inicio de la elaboración de una Ley de Cambio Climático para Chile, cuyo proyecto espera enviar al Congreso Nacional antes de julio del 2019. El

proceso de elaboración de esta Ley mantendrá el sello que ha caracterizado la construcción de las Políticas comentadas en este documento: la participación ciudadana y regional. Esta Ley, que tendrá una mirada de mediano y largo plazo, representa una oportunidad para dar claridad a las metas de reducción de GEI y adaptación al CC. Además de servir como marco jurídico para la ejecución de las estrategias y planes de acción sectoriales, tendrá el objetivo de proteger el patrimonio medioambiental del Chile, convirtiéndolo en un país más resiliente.



Resultados

3.1 Sinergias entre políticas públicas de Chile referidas a cambio climático y dendroenergía

Tal como se señaló, los documentos analizados en este estudio (correspondientes a instrumentos de gestión pública en materia de energía, dendroenergía y cambio climático) fueron elaborados prácticamente en paralelo y todos contaron con un alto grado de participación de los organismos públicos

y privados con competencias en las respectivas temáticas. Esta circunstancia permitió que tales instrumentos estén, en general, bien alineados, constatándose un alto grado de coherencia y complementariedad entre ellos.

3.1.1 Identificación de sinergias entre los sectores forestal, energía y medio ambiente en materia de cambio climático y dendroenergía

Todos los instrumentos de gestión analizados - NDC, “Política Forestal”, “Estrategia de Dendroenergía”, ENCCRV, PE2050, y la “Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica”

- coinciden en plantear metas referidas al desarrollo de la dendroenergía (ver Tabla 1).

Tabla 1. Metas referidas al desarrollo de la dendroenergía declaradas en los diferentes instrumentos de gestión^(a).

Instrumento de gestión	Metas referidas al desarrollo de la dendroenergía	
	Año 2025	Año Meta Final
Contribución Nacional Determinada (2020-2030)	--- ^(b)	Al 2030: Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de Gases de Efecto Invernadero en alrededor de 600.000 toneladas de CO ₂ equivalente anuales, a partir del 2030. Este compromiso está condicionado a la aprobación de modificaciones de la Ley sobre Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal.
Política Forestal 2015-2035	El sector forestal, a través de la biomasa, realiza un aporte efectivo de un 28% a la matriz energética primaria, con el 20% de los productos certificados en origen y calidad.	Al 2035: El sector forestal, a través de biomasa, realiza un aporte efectivo de un 30% a la matriz energética primaria, con el 50% de los productos certificados en origen y calidad.
Estrategia de Dendroenergía (2015-2030)	--- ^(b)	Al 2030: 60% del mercado residencial de leña nativa y exótica de las ciudades declaradas zonas saturadas está bajo 25% de humedad (en base seca) y proviene de origen sostenible, sobre línea base año 2014 (esto corresponde a 1,7 millones m ³) ^(c)
ENCCRV 2017-2025	Aumento de 16.000 ha de Bosque Nativo con planes sustentables de manejo productivo	--- ^(d)
PE2050 (2015-2050)	--- ^(b)	Al 2035: 40% de los bosques nativos que producen leña y biomasa forestal cuentan con regulaciones de manejo y producción sustentable del recurso, de acuerdo a estándares nacionales y/o internacionales.
PDA (2015-2025)	Aumento de la oferta de leña seca de 373.500 m ³ st	--- ^(d)

^(a) No se incluye el instrumento "Ruta Energética 2018-2022", pues no establece metas cuantitativas

^(b) En el documento respectivo, no aparecen declaradas metas intermedias para el año 2025.

^(c) Aunque no se señala explícitamente en el documento "Estrategia de Dendroenergía", se refiere a m³sólidos.

^(d) El plazo último de cumplimiento de cada estrategia es el año 2025.

En la Tabla 1 se verifica lo señalado anteriormente; las políticas públicas que han sido elaboradas en Chile para impulsar el desarrollo de los sectores energía, forestal y medio ambiente, coinciden en reconocer que nuestro país debe aprovechar su potencial dendroenergético, pues los bosques saludables son los sumideros naturales de dióxido de carbono, contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático, y proveen de un recurso energético renovable, local y accesible, que tiene un bajo impacto en la calidad del aire cuando es usada en equipos de calefacción de alta eficiencia.

Un claro ejemplo de la fuerte sinergia que existe entre el sector energía y el sector forestal, se encuentra entre la medida US.3 de la ENCCRV y el Lineamiento 24 de la PE2050. Este último tiene por objetivo "promover la producción y uso sustentable de la biomasa forestal con fines energéticos para resguardar el patrimonio natural y la salud de las personas" y para su cumplimiento considera la ejecución de siete acciones, que requieren necesariamente del concurso de otros organismos públicos e instituciones en general (ver Tabla 2).

Tabla 2. Acciones del Lineamiento 24 de la PE2050 y responsables.

Acciones	Responsables de ejecución
i) Profesionalizar el mercado, fortaleciendo competencias técnicas en toda la cadena de producción y comercialización de la leña y sus derivados.	CONAF, con el apoyo de Universidades en la elaboración de programas y del Ministerio de Economía (CORFO) en el financiamiento a través de proyectos. Mesas de Fiscalización Conjunta, en las que participan CONAF, Carabineros de Chile y el SII, entre otras instituciones.
ii) Asegurar la mejora tecnológica de equipos individuales en zonas urbanas y fomentar en zona rural a través de recambio de calefactores, estándares mínimos y etiquetado de tecnologías.	SEC fija estándares mínimos y etiquetado. Universidades hacen I+D+i en tecnologías de combustión. MMA ejecuta los programas de recambio.
iii) Incrementar la productividad en el rubro de la leña y sus derivados, a través de la inversión en infraestructura, tecnología y capacitación.	CONAF (Unidad de Dendroenergía), con el apoyo del Ministerio de Energía y CORFO (para financiamiento) y universidades en capacitación.
iv) Fortalecer planes de manejo para la explotación de la leña en el bosque nativo productivo.	CONAF (Departamento de Bosque Nativo)
v) Potenciar la normativa y fiscalización requerida para la producción sustentable del recurso.	CONAF (Gerencia de Fiscalización, GEF) Mesas de Fiscalización Conjunta
vi) Comenzar a implementar la regulación que declara la biomasa forestal como combustible sólido.	Ministerio de Energía, liderando Comité Interministerial de la Leña.
vii) Iniciar pilotos de calefacción colectiva en zonas que poseen Planes de Descontaminación y definir modelos de negocio que viabilicen su factibilidad económica a fin de transitar desde la calefacción individual hacia lo colectivo en zonas urbanas, donde sea costo efectivo.	Ministerio del Medio Ambiente

Fuente: Elaborado a partir de información obtenida de PE2050.

Nótese en la Tabla 2 que el conjunto formado por las acciones i), iii) y iv) corresponde a la medida US.3 de la ENCCRV y que la acción v) se relaciona directamente con las medidas MT.3, MT.7, US.2 y RS.1 de la ENCCRV. No obstante, la acción que da un importante soporte a las otras, impulsando su ejecución,

es la acción vi), que compromete que la biomasa forestal será declarada como combustible sólido. Esto último ha sido ratificado por el actual Gobierno de Chile, a través del Megacompromiso N°7 de la “Ruta Energética 2018-2022”.

3.1.2 Homologación de metas establecidas en los diferentes instrumentos de gestión con respecto al desarrollo de la dendroenergía

En la Tabla 1 se puede apreciar que cada instrumento definió sus propios plazos e indicadores para establecer su meta de desarrollo de la dendroenergía. Se hizo la conversión de los indicadores para que cada una de las metas quedase expresada en términos de superficie (en ha) de bosques

nativos sujetos a planes sustentables de manejo productivo, y de m³st producidos de leña nativa certificada en origen y calidad. Los resultados de esta homologación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Metas referidas a la producción anual de biomasa forestal nativa, certificada en origen y calidad, a ser cumplidas en el año 2025, en los diferentes instrumentos de gestión

Instrumento de gestión	Superficie de bosque nativo que se encuentra bajo manejo productivo sustentable (ha)	Aumento de leña nativa certificada (m ³ st)
NDC	50.000	237.500
Política Forestal	1.680.000	7.890.000
Estrategia Dendroenergía	202.200	958.400 ²⁰
ENCCRV	16.000	76.000
PE2050	434.000	2.040.000
PDA	42.000	198.000

Con respecto a la metas de la NDC, cabe aclarar lo siguiente: en el documento “Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015”²¹, se lee:

“El aporte relacionado con el primer compromiso del sector (UTCUTS) se basa en el manejo sustentable y recuperación de bosques degradados, en su mayoría nativos. En el período 2020-2030 se deberían intervenir al menos 100.000 hectáreas de bosque, con actividades asociadas a su recuperación, para lo que se aplicarán medidas silviculturales adecuadas (por ejemplo, plantación suplementaria y exclusión de animales).

“Adicionalmente, se consideran medidas que reduzcan emisiones por evitar o disminuir la degradación forestal, que se aplicarán en bosques con nulo o escaso nivel de deterioro de origen antrópico, pero con evidente potencial de riesgo. Estas actividades considerarán, por ejemplo, silvicultura preventiva contra incendios forestales y medidas integrales de uso sustentable de la biomasa, principalmente leña. Los incendios forestales y la cosecha ilegal de leña son los principales precursores de degradación forestal en Chile, según lo reportado en la última actualización del INGEI”.

Entonces, se asumió que al 2025 la mitad de la meta estaría cumplida y que todas las hectáreas de bosque serían intervenidas con planes de manejo sustentable.

En la Tabla 3 se observa, en general, que las metas propuestas por los instrumentos de gestión son muy disímiles entre sí. Por lejos, la más ambiciosa es la “Política Forestal”. Llama la atención que tres instrumentos de gestión elaborados por la misma institución (Ministerio de Agricultura - CONAF) y que, por tanto, exhiben un alto grado de coherencia uno con otro, se hayan planteado metas tan diversas. La “Estrategia de Dendroenergía” aporta con un 12% a la meta de la “Política Forestal”, y la ENCCRV, con un modestísimo 1%. Por otra parte, la PE2050 también establece una meta ambiciosa, mayor que la de la “Estrategia de Dendroenergía”. Es evidente que se requiere aún más coordinación, especialmente entre el Ministerio de Energía y el Ministerio de Agricultura-CONAF, para acordar metas significativas pero realistas.

3.1.3 Propuesta de arreglo institucional

Del apartado anterior se infiere que se requiere una fuerte coordinación interministerial. El tema central de esta coordinación debe ser la leña como recurso energético, considerando desde su origen/producción hasta su uso final.

Para hacer efectiva esta coordinación no se requiere un nuevo arreglo institucional, sino aprovechar una institución recientemente creada. Hoy se encuentra en plena vigencia el Comité Interministerial de Leña y sus Derivados, que fue creado el 21 de marzo de 2016 a través del Decreto N° 39 del Ministerio de Energía. Este Comité Interministerial cuenta además con su expresión regional a través de los Sub-Comités

Regionales (entre las regiones del Libertador Bernardo O’Higgins y Aysén), que están integrados por las respectivas secretarías ministeriales. Estos Sub-Comités Regionales están coordinados por la Secretaría Técnica del Comité Interministerial, que está a cargo de la *División de Eficiencia Energética* del Ministerio de Energía.

En consecuencia, no se justifica crear otra instancia de trabajo, pues ya hay una formalmente creada. Además, se requiere fortalecer y relevar el funcionamiento del Comité Interministerial y los respectivos Sub-Comités regionales. Para esto, se hacen las siguientes recomendaciones:



²⁰ Actualmente, el Programa de Dendroenergía tiene capacidad para monitorear el 30% de la leña nativa

²¹ Gobierno de Chile (2015). “Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015”. Obtenido en julio de 2018 de: <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Chile/1/Chile%20INDC%20FINAL.pdf>

-  Que el Comité Interministerial genere e implemente una agenda de trabajo y los lineamientos que permitan la efectiva sinergia entre las política Energética de Chile 2050 y ENCCRV (según resultados de este estudio).
-  Que los sub-comité regionales sean coordinados y monitoreados efectivamente por la Secretaria técnica del Comité Interministerial. Además de evaluar sus avances, deberá resguardar la correcta sinergia de las medidas.
-  Incorporar formalmente instituciones a nivel nacional y regional que colaboren con la adecuada implementación de las medidas (Ejemplo: INDAP, CORFO, Asociación Nacional de Municipios y las Asociaciones Regionales de Municipios).
-  Diseñar una estrategia de comunicación y educación que dé cuenta de los objetivos, alcances y agenda de trabajo del Comité interministerial y de los Sub-Comité a nivel regional y local.

3.2 Mitigación y adaptación al cambio climático por buen manejo de la biomasa forestal

3.2.1 Cuantificación de las sinergias entre el sector forestal y el sector energía

Los instrumentos de gestión pública considerados en la Tabla 3 comprometen implementar planes sustentables de manejo productivo para la producción de leña certificada. Con esta medida se evita la degradación del bosque y, en consecuencia, se reducen emisiones de CO₂.

Por otra parte, la leña producida a partir de estos planes de manejo (leña con certificación de origen), al ser usada como

combustible en reemplazo de leña sin trazabilidad, también contribuye a la reducción de emisiones de CO₂, pues solo la primera es “carbono-neutral”.

La Tabla 4 muestra la reducción de emisiones de CO₂ como resultado de implementar planes sustentables de manejo productivo, según las metas establecidas por la “Estrategia de Dendroenergía”.

Tabla 4. Reducción de emisiones GEI (ton CO₂ eq) por implementación de planes de manejo productivo, según meta de la “Estrategia de Dendroenergía”

Parámetro	Total año (ton CO ₂ e)
Emisiones evitadas de GEI por manejo productivo sustentable	2.722.637
Emisiones evitadas de GEI por reemplazo de leña sin trazabilidad ²²	596.462

s/t: sin trazabilidad

3.2.2 Seguimiento al cumplimiento de las medidas

El seguimiento de las medidas referidas al desarrollo de la dendroenergía implica, primero, que se debe llevar un registro (catastro) de las áreas intervenidas anualmente en las comunas priorizadas y, luego, se debe supervisar la correcta ejecución de los planes de manejo productivo. Junto con ello, se debe contabilizar la biomasa que es producida (retirada) del bosque.

Por otra parte, actualmente, la Unidad de Dendroenergía de CONAF está operando de acuerdo al Plan Operativo de la “Estrategia de Dendroenergía”, que entre sus lineamientos considera:

“Incrementar la oferta sostenible y uso eficiente de biomasa estandarizada en el mercado de calefacción, generando las condiciones y capacidades en los participantes de la cadena de producción, comercialización y consumo”

Y que entre sus indicadores de cumplimiento incluye:

Tasa de incremento de la oferta sostenible de leña y biomasa generada por el programa de intervención”

El que será verificado a través de un “Reporte de cuantificación de leña con el plan de manejo para bosque nativo y plantaciones”.

En definitiva, para un buen seguimiento y contabilidad de la medida que busca potenciar el desarrollo de la dendroenergía en Chile, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- i. Concordar una meta única para la superficie de bosques nativos que serán intervenidos con planes sustentables de manejo productivo. El cumplimiento de esta condición implica un arreglo (coordinación) de las estructuras internas de CONAF, tales como: Departamento de Bosque



²² Véase metodología de cálculo en Anexo A.2.2



Nativo y Unidad de Dendroenergía, ambas dependientes de la Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal (GEDEFF).

- ii. Fortalecer la figura ya existente del Extensionista Forestal, quien es un ingeniero forestal que trabaja directamente con los pequeños y medianos propietarios forestales, realizando las siguientes actividades:
 - a. Elaborar y supervisar proyectos para aplicar incentivos de la ley para manejo de bosque nativo;
 - b. Prestar asistencia en la ejecución de intervenciones en bosque nativo;
 - c. Coordinar y apoyar en proyectos de forestación;
 - d. Gestionar solicitudes para declaraciones de bosques de protección;
 - e. Incentivar actividades de comercialización de productos madereros;
 - f. Asesoría en manejo y prevención de plagas forestales; y

- g. Establecer registros de faenas de quemas agrícolas y forestales en coordinación con las oficinas provinciales de CONAF.

Cabe destacar que el Extensionista, con cierta periodicidad, recibe capacitación en: fundamentos de la extensión forestal participativa, cartografía, legislación forestal, caracterización y silvicultura de bosque nativo, estrategias de apoyo a la comercialización, sanidad forestal, instrumentos de fomento y prevención de incendios forestales. De esta manera, el Extensionista realiza una labor complementaria a la del Promotor de Dendroenergía, quien debe compilar la información demandada por los catastros locales, regionales y nacionales, asociados a la ENCCRV y a la “Estrategia de Dendroenergía”.

- iii. Firmar una serie de convenios entre CONAF y los municipios de las comunas que serán priorizadas por la ENCCRV, que permitan contratar los servicios de extensionistas para que asistan técnicamente a pequeños y medianos propietarios forestales de dichas comunas, abordando de manera oportuna y personalizada sus requerimientos. Estos extensionistas debieran instalarse en dependencias municipales.

3.2.3 Mecanismo para evitar la doble contabilidad: Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, SNiChile

Actualmente, el SNiChile trabaja con cinco sectores²³:

1. Energía

Incluye las emisiones de GEI por el consumo de combustibles fósiles en el país y sus emisiones fugitivas asociadas.

2. Agricultura

Incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias, como la fermentación entérica de los animales y uso de fertilizantes nitrogenados, entre otros.

3. UTCUTS (Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura)

Se centra en las emisiones GEI y absorciones de CO₂ que se producen como resultado de los cambios de uso y la gestión de la tierra.

4. Procesos Industriales

Considera las emisiones de GEI producidas por la transformación de materias primas por medios químicos y físicos dentro de una gran variedad de actividades industriales.

5. Residuos

Contabiliza, principalmente, las emisiones de GEI generadas por las reacciones anaeróbicas que se producen por la descomposición de residuos en sitios de disposición final.

De acuerdo a las descripciones dadas por cada sector, mientras la leña no sea declarada combustible, las emisiones evitadas de CO₂, por manejo productivo de los bosques y por sustitución de leña sin trazabilidad, debieran ser incluidas en el sector UTCUTS y, por tanto, ser reportadas por el Ministerio de Agricultura - CONAF.

3.3 Cobeneficios asociados al buen manejo de la biomasa forestal

3.3.1 Cálculos para la medida US.3 de la ENCCRV

La Tabla 5 muestra los cobeneficios derivados de la implementación de la medida US.3 (Fortalecimiento al Programa de Dendroenergía y a la matriz energética del país), estimados al año 2025.

En el año 2025, cuando 16.000 ha de bosques estén sujetas a manejo sustentable productivo, se obtendrá un total de 76.230 m³st de leña certificada. Cabe señalar que esta cantidad de leña es prácticamente marginal con respecto a la demanda agregada de las regiones consideradas en este estudio (un poco más de 10 millones de m³st).

Los puestos de trabajo generados por la producción de leña certificada son bastante bajos (considerando que la fuerza laboral del país se acerca a los 9 millones de personas), pero

esto se debe a que la ENCCRV ha establecido que una pequeña superficie de bosque nativo sea intervenida con planes sustentables de manejo productivo (con producto final leña).

En el año 2025, las utilidades generadas por la comercialización de leña certificada ascenderían a 14.423 UF, que, en valor presente, equivalen a \$388.943.000. Si se supone que las 16.000 ha sujetas al Programa de Dendroenergía están distribuidas uniformemente entre 200 propietarios (esto es, cada propietario cuenta con 80 ha bosque nativo), cada productor/comerciante recibiría, el año 2025, un total de \$1.944.700 en valor presente, que equivale a un ingreso extra mensual de \$162.000. Es importante destacar que este valor corresponde a la situación ideal, pues considera que el precio de venta es igual a \$37.000.

Tabla 5. Cobeneficios asociados a la implementación de la medida US.3 (estimados al año 2025)

Producción Leña certificada m ³ st	Puestos trabajo creados	Utilidades comercio leña (UF)	Recaudación IVA (UF)	Reducción emisiones (ton)	Mortalidad Evitada (#casos)	Morbilidad Evitada (#casos)	Costos evitados en salud (UF)
76.230	488	14.423	16.671	242,72	6,7	196	102.942



²³ Descripciones extraídas de la página web del SNiChile: <http://www.snichile.cl/>

La generación de IVA por comercialización de leña certificada (en el año 2025) asciende a la no despreciable suma de 16.671 UF (450 millones de pesos)

Las diferencias entre la reducción de emisiones de una ciudad y la reducción de emisiones de otra se explican por las diferencias en la cantidad de leña consumida. La situación es distinta para la reducción de concentración de MP 2,5. La ciudad que más reduce la concentración de MP 2,5 no es aquella que más reduce las emisiones de este contaminante, sino aquella que tiene un menor Factor Emisión-Calidad (FEC). Para todas las ciudades, la reducción en la concentración atmosférica de MP 2,5 no alcanza a ser mayor que 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, porque la reducción en emisiones, producto de la cantidad de leña certificada generada por la medida US.3, es pequeña.

La ciudad que presentó mayor mortalidad y morbilidad evitadas fue Talca y Maule, lo que se explica por el alto valor en la reducción de concentración de MP 2,5. Se observa que el número de casos evitados en mortalidad prematura es bastante pequeño, tanto para cada ciudad como a nivel agregado. Esto se entiende mejor si se recuerda que, según estimaciones del Ministerio del Medio Ambiente, en el país se producen 4.000 muertes prematuras por exposición a contaminantes atmosféricos. Así, los casos evitados en mortalidad prematura por implementación de la medida US.3 equivalen solo a un 0,18% del total de casos registrados a nivel país. El número de casos evitados de visitas a salas de emergencia tiene mayor

relevancia dentro de los casos de morbilidad. Todas las visitas son motivadas por cuadros de asma en niños, efecto que tiene una elevada incidencia en este grupo etario.

Los costos que podrán evitarse en el año 2025 por la disminución de casos de efectos en salud ascienden a 102.942 UF. Los costos evitados por mortalidad prematura representan un 97,5% de los costos evitados totales. Para determinar el costo evitado acumulado al 2025 (463.239 UF), el costo evitado en el año 2025 se multiplicó por 4,5 (se considera que desde el 2017 se fue agregando cada año 1/8 de la meta final).

Finalmente, se determinó la razón Beneficio/Costo para la medida US.3. El beneficio de la medida corresponde a los costos evitados en salud. Si se considera que el costo de la medida es igual al presupuesto estimado para la implementación de la medida - informado en la ENCCRV (491.136 UF) - la razón Beneficio/ Costo sería levemente menor que 1 (0,94). Sin embargo, el presupuesto real de la unidad a cargo de implementar la medida US.3. es de 200 millones anuales o 1.600 millones (59.332 UF) para el período de 8 años (2017-2025), por lo que la razón Beneficio/Costo real ascendería a 7,8. De aquí, se infiere que aún en el primer caso la implementación de la medida US.3 es conveniente, pues no se han incluido en el análisis otros beneficios, tales como captura de carbono, resguardo de la biodiversidad, creación de empleos de mayor calidad y abastecimiento energético con recursos locales.

3.3.2 Beneficios y Cobeneficios asociados al cumplimiento de metas en materia de dendroenergía de los instrumentos de gestión analizados

En la Tabla 6 se presenta un resumen de los beneficios y cobeneficios que se obtendrían por el cumplimiento (en el año 2025) de las metas referidas a dendroenergía de los diferentes instrumentos de gestión analizados en este estudio. Las metas en términos de superficie de bosques nativos con planes de manejo productivo (en ha) y de volumen de leña certificada generado (en m^3st) ya han sido presentadas en la Tabla 3.

Los beneficios y cobeneficios de las metas de la “Política Forestal”, de la “Estrategia de Dendroenergía”, de la PE2050 y de la “Estrategia de Planes de Descontaminación Atmosférica” fueron estimados aplicando relaciones de proporcionalidad a partir de los resultados obtenidos para la ENCCRV. Esto supone que en todos los casos se aplica la misma distribución porcentual región por región de áreas de bosques nativos a ser intervenidas por planes de manejo productivo; y que la leña generada por estos bosques es comercializada en la ciudad regional con PDA vigente.

Ya se ha dicho que la Política Forestal es la más ambiciosa. Si su meta referida a dendroenergía se cumpliera en el 2025 tal como está planeado, en solo este año se habrían evitado 727 muertes prematuras por exposición a material Particulado (18% de las muertes que se producen en el país por esta causa.

La razón entre los cobeneficios de la ENCCRV y los de la “Política Forestal” es (1:100). Entre los de la “Estrategia de Dendroenergía” y los de la “Política Forestal” es (1:12). Definitivamente, el Ministerio de Agricultura y CONAF deben definir por cuál de las tres metas trabajarán hasta el año 2025 y, luego, deberán llegar a consenso sobre el mismo punto con el Ministerio de Energía. Lo lógico es que el Ministerio de Agricultura y CONAF decidan cumplir la meta establecida en la “Estrategia de Dendroenergía”, meta intermedia que es cercana a la de la “PE2050”.

Según un estudio del Ministerio de Energía²⁴, en Chile el consumo anual de leña alcanza los 12 millones de m^3st .



²⁴ Ministerio de Energía (2015). “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”. Obtenido en julio de 2018 de: http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/Minerg/MEDICI%C3%93N%20DEL%20CONSUMO%20NACIONAL%20DE%20LE%C3%91A%20Y%20OTROS%20COMBUSTIBLES%20S%C3%93LIDOS%20DERIVADOS%20DE%20LA%20MADERA.pdf

Esto implica que ninguno de los instrumentos de gestión analizados - inclusive la "Política Forestal" - sería capaz de suplir la demanda actual. Sin embargo, esto no es lo que se espera, pues el elevado consumo de leña que se observa hoy día es consecuencia de la excesiva demanda energética de las viviendas para calefacción. Los consumos anuales de leña por vivienda varían entre 4 m³st (para la región del Maule) y

18 m³st (para la región de Aysén), lo que equivale a 160 y 530 kWh/m²/año, respectivamente, considerando una vivienda de 50 m². Teniendo en cuenta que en la gran mayoría de los casos los ciudadanos no alcanzan el pleno confort térmico en sus viviendas, se infiere que las demandas energéticas para calefacción son todavía mayores que los valores entregados.

Tabla 6. Beneficios y cobeneficios que se obtendrían (en el año 2025) por el cumplimiento de las metas referidas a dendroenergía de los diferentes instrumentos de gestión.

Indicador	NDC	Política Forestal	Estrategia de Dendroenergía	ENCCRIV	PE2050	PDA
Superficie de bosques nativos con planes sustentables de manejo productivo (ha)	50.000	1.680.000	202.200	16.000	434.000	42.000
Aumento de leña nativa certificada (m ³ st)	237.500	7.890.000	958.400	76.000	2.040.000	198.000
Emisiones evitadas CO ₂ por planes de manejo (ton)	680.600	22.869.000	2.752.448	217.800	5.907.825	571.725
Emisiones evitadas CO ₂ por sustitución leña s/t ^(a) por leña certificada (ton)	149.000	4.952.013	596.501	47.700	1.280.368	124.271
Generación puestos de trabajo	1.144	37.996	4.577	366	9.824	953
Utilidades por comercialización de leña certificada (UF)	45.072	1.497.335	180.363	14.423	387.144	37.576
IVA generado por comercialización (UF)	52.097	1.730.713	208.475	16.671	447.485	43.432
Reducción emisiones MP2,5 (ton)	759	25.196	3.035	243	6.515	632
Reducción Conc. MP2,5 (µg/m ³)	4,1	130	16	1,3	34	3,3
Mortalidad evitada (casos)	22	727	88	7	188	18
Beneficios en Salud (UF)	321.694	10.687.005	1.287.317	102.942	2.763.180	268.191

^(a) s/t significa "sin trazabilidad".

La forma de reducir estas elevadas demandas energéticas es mejorar la aislación térmica de las viviendas. Por tal razón, una de las medidas estructurales de los PDA del sur de Chile es la entrega de subsidios de reacondicionamiento térmico para aquellas viviendas que fueron construidas antes del 2000, año en el que entró en vigencia la primera fase de la Normativa Térmica, que exigía aislación térmica solo en el complejo de techumbre. Las viviendas construidas después del 2007 no debieran requerir del subsidio, pues aquél año

comenzó a exigirse la instalación de aislantes térmicos tanto en el techo como en toda la envolvente. Para las viviendas nuevas, cada uno de los PDA ha aumentado los estándares de aislación con respecto a lo establecido en la Normativa térmica.

Se estima que como consecuencia de la política de mejoramiento térmico de las viviendas, el consumo de leña para calefacción debiera disminuir en, al menos, un 30%.



Conclusiones

Chile ha acertado al reconocer que la recuperación, restauración y conservación (a través de planes de manejo) de sus bosques nativos es una de las mejores estrategias para mitigar el cambio climático y adaptarse a sus efectos. Consecuentemente, incluyó en su NDC una meta forestal, que está fuertemente respaldada por instrumentos de gestión, elaborados por los ministerios de Agricultura-CONAF (ENCCRV, “Estrategia de Dendroenergía” y “Política Forestal”), Energía (“Ruta Energética 2018-2022”, PE2050 y “Política de uso de leña y derivados para calefacción”) y Medio Ambiente (PANCC-II).

Se observó que existe un alto grado de coherencia entre todos los instrumentos mencionados, por cuanto todos reconocen, por una parte, que los bosques sanos son los mejores sumideros de GEI (y, por tanto, contribuyen a la mitigación del cambio climático) y, por otra, que la leña que se genera del manejo sustentable de estos bosques es un combustible renovable, local, accesible y carbono neutral, buen sustituto de los combustibles fósiles usados en sistemas de calefacción.

No obstante, la coherencia descrita se pierde al momento de establecer las metas. Esta divergencia se observa incluso entre instrumentos elaborados por un mismo sector (forestal). Las áreas a ser intervenidas con planes de manejo según la ENCCRV son solo 16.000 ha (pudiendo aumentar a 50.000); mientras que la “Política Forestal” aspira a intervenir 1,7 millones de hectáreas para producir 7,9 millones de m³st de leña.

Otra evidencia de la coherencia que existe entre las políticas del sector forestal y las del sector energía, es que la implementación de las primeras contribuye al cumplimiento de importantes metas (al 2035) de la PE2050, tales como:

- ✓ Al 2035 todas las comunas contarán con regulación que declara a la biomasa forestal como combustible sólido.
- ✓ Al menos 100% de viviendas de familias vulnerables tendrá acceso continuo y de calidad a los servicios energéticos. (Si se desarrolla el mercado de la calefacción distrital, la biomasa forestal debiera ser uno de los primeros recursos energéticos a considerar en estos proyectos).
- ✓ La indisponibilidad de suministro eléctrico promedio, sin considerar fuerza mayor, no superará las 4 horas/año en cualquier localidad del país. (La biomasa forestal tiene un gran potencial de aprovechamiento en sistemas de generación distribuida, por lo que contribuye a la seguridad energética).
- ✓ Al menos el 60% de la generación eléctrica nacional proviene de energías renovables (entre las que se encuentra la biomasa forestal)
- ✓ Al 2030, el país reducirá en al menos un 30% la intensidad de sus emisiones de GEI, respecto al año 2007.

Para que las medidas referidas al buen manejo forestal sean ejecutadas correctamente, se requiere de una instancia formal que sirva de punto de encuentro de todos los actores que tienen algún grado de responsabilidad sobre ellas. Este estudio no propone crear una nueva institución, sino aprovechar y fortalecer una institución ya creada y oficializada: el Comité Interministerial de Leña, integrado por el ministro de Energía, quien lo preside, el ministro del Medio Ambiente y el ministro de Agricultura junto con el director ejecutivo de CONAF. La ventaja de esta propuesta es que el Comité funciona desde hace dos años y tiene una estructura definida, que llega hasta las regiones a través de los Subcomités Regionales de la Leña.

Uno de los mayores desafíos al ejecutar un Programa de Dendroenergía será llevar un catastro de las áreas de bosques intervenidas y determinar factores de emisión y captura por degradación y aumento de existencia, respectivamente, en estas áreas. El presente estudio propone fortalecer el rol del "extensionista forestal", focalizando su quehacer en las comunas priorizadas (gracias a convenios entre CONAF y los municipios respectivos) y sumándole la tarea de llevar registro riguroso de las áreas sujetas a planes de manejo sustentable y de la leña producida.

Los cobeneficios de un Programa de Dendroenergía tienen relación con:

- i. el resguardo de la biodiversidad y de los importantes servicios ecosistémicos que provee el bosque nativo, gracias a la implementación de planes de manejo productivo sustentables;
- ii. el aprovechamiento de una fuente energética local, aportando a la independencia energética del país;
- iii. el fortalecimiento de un mercado local, a través de capacitación y profesionalización de los actores del rubro y de asesoría permanente a ellos;

- iv. la producción de un recurso energético de calidad, cuyo uso, principalmente a nivel residencial, no implique emitir contaminantes atmosféricos, tales como el MP2,5;
- v. el aporte a la descontaminación atmosférica de las ciudades del sur de Chile, disminuyendo los efectos en salud; y, finalmente,
- vi. los beneficios económicos asociados a los efectos en salud evitados, tales como mortalidad prematura.

Dados los beneficios, en términos de captura y reducción de GEI, y los cobeneficios asociados, Chile debe impulsar con decisión el desarrollo de un Programa de Dendroenergía con una meta similar a la de la "Estrategia de Dendroenergía". Una de las acciones más importantes en este camino es la declaración oficial de la leña como combustible, que implica entregar a una institución pública como la SEC (Superintendencia de Electricidad y Combustibles) las necesarias facultades de fiscalización de estándares de calidad. De esta manera, el mercado pasa a ser regulado, más profesional y moderno.

Pensar que el desarrollo de un Programa de Dendroenergía traerá consigo más contaminación para las ciudades del sur de Chile es un craso error. Los consumos actuales de leña son reflejo de una falta total de eficiencia energética en las viviendas, producto de una aislación térmica precaria o inexistente y la indisponibilidad de equipos de combustión de alta tecnología. El problema de contaminación atmosférica que afecta a las ciudades del sur de Chile no se resuelve prohibiendo la leña, sino, en primer lugar, mejorando la calidad de las viviendas en cuanto a aislación térmica para reducir su excesiva demanda energética para calefacción. Un Programa de Dendroenergía contribuirá a la solución, consolidando una oferta de combustible de calidad.



Anexo: Metodología aplicada al estudio



A.1. Sinergias entre políticas públicas de Chile referidas a cambio climático y dendroenergía

A.1.1 Documentos estudiados

Teniendo como marco la Contribución Nacionalmente Determinada del Gobierno de Chile (NDC), para documentar y sistematizar las sinergias entre el sector energía y forestal en términos de la reducción y captura de GEI por un mejor manejo de la biomasa, y los cobeneficios asociados, se realizó un estudio y análisis comparado de tres grupos de documentos fundamentales:

i. Del sector forestal: *“Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales 2017 – 2025”*

(ENCCRV); *“Política Forestal 2015-2035”* y *“Estrategia de Dendroenergía”*.

ii. Del sector energía: *“Política Energética de Chile, Energía 2050”* (PE2050);

iii. Del sector medio ambiente: *“Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017 – 2022”* (PANCC-II); *“Planes de Descontaminación Atmosférica. Estrategia 2014-2018”*.

A.1.2 Interpretación del concepto “sinergia”

Con respecto al mejor manejo de la biomasa forestal, se estableció que habría oportunidad de sinergia en los siguientes casos:

- a. Las instituciones coinciden en acciones a implementar;
- b. Existe complementariedad entre las acciones a implementar por diferentes instituciones;

- c. La acción a implementar por una institución contribuye al cumplimiento de los objetivos de otras instituciones;
- d. La implementación de una medida exige las competencias de más de una institución.

A.1.3 Homologación de metas referidas al desarrollo de la dendroenergía, contenidas en los diferentes instrumentos de gestión

Habiendo estudiado los instrumentos de gestión, se detectó que en todos ellos se establecían metas referidas al desarrollo de la dendroenergía en el país, pero sobre la base de indicadores diferentes. Para comparar la magnitud de cada una de las metas, se decidió expresar cada una de ellas en términos de superficie de bosques nativos con planes sustentables de manejo productivo (en ha) y de producción

de leña certificada en origen y calidad (en m³st). La relación entre el primer y segundo indicador se obtuvo de este mismo estudio: en un escenario conservador (se extrae como leña solo la cuarta parte del crecimiento anual), 1 ha de bosque nativo bajo manejo productivo sustentable produce 4,7 m³st de leña.

A.2. Mitigación y adaptación al cambio climático por buen manejo de la biomasa forestal

A.2.1 Emisiones evitadas de GEI por aumento de la superficie de bosques con planes de manejo productivo sustentable

En el marco del Nivel de Referencia de Emisiones Forestales/ Nivel de Referencia Forestal Subnacional²⁵ (NREF/NRF) aún no se han determinado los factores de emisión para la actividad REDD+ consistente en manejo sustentable de los bosques. Se optó, entonces, por un método alternativo de evaluación: cuantificar las emisiones evitadas como resultado de la implementación de los planes de ordenación forestal. Para evaluar esta medida, se asumió que estos planes impiden la degradación de los bosques y, por lo tanto, evitan emisiones de CO₂ por esta causa. También se supuso que todos los

bosques que entrarán al Programa de Ordenación Forestal no presentarían deterioro, por lo que calificarían para un manejo productivo.

Se estableció que el área a intervenir en cada región correspondería a un mismo porcentaje del área existente de bosque nativo. Además, se asumió que la probabilidad de que ocurriese algún proceso de degradación (en términos de área) sería igual a la observada en el período 2001 - 2010.

A.2.2 Cuantificación de emisiones evitadas de GEI gracias a la sustitución de leña sin trazabilidad por leña certificada en origen y calidad

Si la leña que se quema no proviene de bosques con planes sustentables de manejo productivo, sus emisiones de CO₂ no serán compensadas por la absorción o captura de este mismo gas por parte del bosque de origen (que podría hasta no existir). Este cálculo supone que un metro cúbico estéreo de leña certificada reemplaza un metro cúbico estéreo de leña sin trazabilidad. Para calcular la masa de CO₂ (en kg) que genera la combustión de 1 m³st de leña, se usó la Ec. 1:

$$MC = \sum_i (VL_i / 1,6) \times \rho_{i,u} \times \left(\frac{100}{100+u} \right) \times 0,5 \times \left(\frac{44}{12} \right)$$

Ec. 1

Dónde:

MC = masa de CO₂ en kg, generada entre El Maule y Los Lagos por la combustión (completa) de leña sin trazabilidad (que sale del mercado).

VL_i = volumen de leña sin trazabilidad que sale del mercado (m³st) en la región i.

ρ_u = densidad de referencia de la especie nativa dominante en la región i a una humedad del u % base seca (kg/m³sólidos)

u = porcentaje de humedad en base seca

En la Ec. 1 se usa el factor que convierte metros cúbicos estéreos en metros cúbicos sólidos (1 m³sólido = 1,6 m³st); el porcentaje en masa de carbono en la madera anhidra (50%) y la razón entre las masas molares de CO₂ (44 kg/kmol) y C (12 kg/kmol).

Para facilitar los cálculos, se asumió que la leña que se retira es seca (25% de humedad, b.s.). Si la leña es seca y las condiciones de quemado son óptimas, se puede suponer que su combustión es completa. En cambio, cuando la leña está húmeda, la eficiencia de la combustión baja considerablemente, por lo que se quema parcialmente.

Las densidades de referencia a una humedad del 25% b.s. para diferentes especies nativas se presentan en la Tabla 4. Los volúmenes de leña sin trazabilidad que serían retirados del mercado son iguales a los volúmenes producidos de leña certificada.



²⁵ Incluye a las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos y será ampliado a escala nacional el 2019.

A.3. Cobeneficios asociados al buen manejo de la biomasa forestal

A.3.1 Aumento de producción de leña certificada (leña proveniente de bosques con planes sustentables de manejo productivo y con un porcentaje de humedad inferior al 25%)

Para estimar la cantidad de leña que se produciría anualmente ($m^3st/año$), se empleó la Ec. 2:

$$VL = \sum_i (G_{Total,i}/4\rho_b) \cdot A_i \cdot FP$$

Ec. 2

Dónde:

VL = Producción anual de leña ($m^3st\ año^{-1}$)

$G_{Total,i}$ = Tasa de crecimiento anual del bosque tipo i sujeto a manejo sustentable productivo ($kg\ m.s.\ ha^{-1}\ año^{-1}$)

ρ_b = Densidad básica ($kg/m^3sólidos$) de la especie presente en el bosque tipo i

A_i = Superficie de bosque tipo i sujeta a manejo sustentable productivo (en ha)

FP = Factor de conversión de $m^3sólido$ a m^3st , igual a $1,6^{26,27}$.

La Ec. 2 supone que la tasa de extracción de biomasa en forma de leña es igual a la cuarta parte de la tasa de crecimiento del bosque. Los valores para G_{Total} y para las áreas sujetas a manejo productivo sustentable (según meta de la medida US.3 de la ENCCRV) se obtuvieron de la Tabla 7. Para cada región, en el año 2018 se somete a plan de manejo 1/8 del área indicada en la Tabla 7. En cada uno de los años siguientes se agrega un octavo más.

Tabla 7. Información base para la evaluación de la medida US.3

Región	Bosque predominante	G_{TOTAL}	Áreas acumuladas (ha) al año 2025
Maule	Roble-Hualo	5.140	1.518
Biobío	Ro - Ra - Co	6.820	2.208
Araucanía	Ro - Ra - Co	6.820	2.518
Los Ríos	Co - Ra - Te	5.700	2.372
Los Lagos	SV	6.408	7.383
Total área acum. (ha)			16.000

A.3.2 Generación de empleo

Según el estudio realizado por Minagri-CONAF (2017)²⁸, por cada 1.000 m^3st de leña producida se generan 4,8 puestos de trabajo incluyendo en el proceso de producción las etapas

de transporte y secado. Entonces, una vez que se determinó el volumen producido de leña certificada, fue directa la estimación de puestos de trabajo generados.

A.3.3 Utilidades por la comercialización de leña certificada

Para cuantificar las utilidades por la comercialización de leña certificada se usó la Ec. 3:

$$U = VL \times (PVF - CP)$$

Ec. 3

Dónde:

U = Utilidades después de la venta (UF)

VL = Volumen de leña certificada (m^3st) generada por los bosques sujetos a manejo sustentable productivo

CP = Costo de producción, igual a \$26.000 (0,9641 UF)²⁹ por cada m^3st .

PVF = Precio de venta final (sin IVA), igual a \$31.100 (1,1533 UF) por cada m^3st .

El costo de producción fue estimado por el Sistema Nacional de Certificación de Leña (SNCL) mediante talleres participativos con productores y comerciantes³⁰.



²⁶ Sistema Nacional de Certificación de Leña (2015). "Manual para la certificación de comerciante de leña".

²⁷ Schiappacasse y Castillo (2015). "Estudio especializado para la elaboración de tabla de conversión de formatos de comercialización de leña y su equivalencia energética", encargado por el Ministerio de Energía.

²⁸ Ministerio de Agricultura - CONAF (2017). "Nota Informativa 16 de la ENCCRV: Diagnóstico de medios, estándares y actores involucrados en el proceso de comercialización de leña, en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV)". Obtenido en mayo 2018 de HYPERLINK "http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1512571138NotaInformativa16PC.pdf".

²⁹ Se considera el valor de la UF al 01 de abril (1 UF = 26.966,89)

³⁰ Comunicación personal del Secretario Técnico del Consejo de Certificación de Leña de La Araucanía, Ing. Hugo Marín

A.3.4 Cálculo de reducción de emisiones de MP

Para el cálculo de la reducción de emisiones se aplicaron los siguientes supuestos:

- i. Toda la leña certificada, generada por los bosques con manejo sustentable productivo, será comercializada en ciudades con PDA vigentes: Talca-Maule, Chillán y Chillán Viejo, Temuco y Padre Las Casas, Valdivia y Osorno.
- ii. La leña certificada sustituirá leña húmeda de origen desconocido.

Las emisiones generadas por la combustión residencial de leña dependen de tres factores: calidad de la leña (porcentaje de humedad), tipo de artefacto (tecnología de combustión) y modo de operación del mismo artefacto. El cálculo de la reducción de emisiones consiste, principalmente, en calcular para cada tecnología la diferencia entre las emisiones generadas con leña húmeda (35% de humedad) y las emisiones generadas con leña certificada (25% de humedad). La cantidad de leña consumida en cada tecnología depende del escenario que haya sido definido. Así, se usó la Ec. 4 (desarrollada por el autor de este estudio):

$$\Delta E_{i,e} = \sum_t (LH_{i,t,e} \times FE_{t,H} - LC_{i,t,e} \times FE_{t,S})$$

Ec. 4

Dónde:

$\Delta E_{i,e}$ = reducción de emisiones de MP2,5 (g) para el escenario e en ciudad i.

$LH_{i,t,e}$ = masa (kg) de leña húmeda (35% humedad) que, en el escenario e, deja de ser usada en equipos de tecnología t en la ciudad i.

$LC_{i,t,e}$ = masa (kg) de leña certificada (25% humedad) que, en el escenario e, es usada en equipos de tecnología t en la ciudad i.

$FE_{t,S}$ = factor de emisión (g de MP2,5/kg leña) de la tecnología t cuando se usa leña certificada (seca, 25% humedad).

$FE_{t,H}$ = factor de emisión (g de MP2,5/kg leña) de la tecnología t cuando se usa leña húmeda.

Los factores de emisión de diversas tecnologías son presentados en la Tabla 8. Los equipos de nueva tecnología son, por ejemplo, los calefactores de llama invertida.

En cada ciudad, se evaluó la reducción de emisiones al 2025. Para esta evaluación se consideró como escenario conservador aquel que se describe en la Tabla 9. El volumen de leña certificada generado en cada región será consumido según la distribución de tecnologías establecida en este escenario. En el escenario conservador no se incluyeron las otras tecnologías que aparecen en la Tabla 8, debido a que los PDA van prohibiendo paulatinamente su uso en las zonas saturadas. En la construcción del escenario se consideró la tendencia de recambio natural y la ejecución de los programas de recambio en el marco de cada PDA.

Tabla 8. Factores de emisión de MP2,5 para combustión residencial de leña (g de MP2,5/ kg de leña)

Tipo de artefacto	Leña seca	Leña húmeda	Mala operación
Cocina a leña	7,0	13,0	31,5
Combustión lenta sin templador	5,8	11,0	42,6
Combustión lenta con templador	4,9	10,2	27,5
Salamandra	11,8	34,1	-
Chimenea	9,2	26,6	-
Calefactor certificado	2,0	10,2	10,2
Nueva tecnología	1,8	5,1	8,2

Fuente: GreenLabUC (2016)³¹

Tabla 9. Escenario para el cálculo de reducción de emisiones de MP2,5 al 2025, por uso de leña seca en calefactores

Escenario	Combustión c/T	Calefactor certif.	Nueva Tecnología
Conservador	35%	60%	5%



³¹ GreenLabUC (2016). "Manual para desarrollo de inventarios". Obtenido en abril de 2018 de: <http://www.greenlabuc.cl/wp-content/uploads/2017/02/MANIN-Manual.pdf>

Para calcular la masa de leña certificada y la masa de leña húmeda, se asumió que cada vivienda reemplaza el volumen de leña húmeda por un mismo volumen de leña seca (certificada). Las masas de leña seca y leña húmeda

se obtienen multiplicando el volumen por las respectivas densidades. La Tabla 10 informa las densidades, en función de la humedad, de los tipos de leña nativa más comercializados en las ciudades con PDA vigente.

Tabla 10. Densidades de referencia de la leña nativa más comercializada en las ciudades con PDA en ejecución y Factores de Emisión Calidad

Ciudad	Leña representativa	Densidad (kg/m ³ sólido)		Factor Emisión-Calidad (FEC) (ton año ⁻¹ /μg m ⁻³)
		Leña seca (25% b.s.)	Leña húmeda (35% b.s.)	
Talca y Maule	Roble	671	675	36,84 ³²
Chillán y Chillán Viejo	Roble (50%) y Coigüe (50%)	628	655	434,7 ³³
Temuco y Padre Las Casas	Roble (50%) y Coigüe (50%)	628	655	244,5 ³⁴
Valdivia	Coigüe	584	635	230,8 ³⁵
Osorno	Ulmo	766	810	313,3 ³⁶

A.3.5 Cálculo de reducción de la concentración de MP2,5

La reducción de la concentración de MP2,5 en cada una de las ciudades con PDA en ejecución, se calculó según la Ec. 5:

$$\Delta C_{i,t} = \Delta E_{i,t} \times (FEC_i)^{-1}$$

Ec. 5

Dónde:

$\Delta C_{i,t}$ = reducción en la concentración de MP2,5 (μg m⁻³) en la ciudad i, debido a la reducción de emisiones usando la tecnología t.

$\Delta E_{i,t}$ = reducción de emisiones de MP2,5 (ton año⁻¹) en la ciudad i, usando la tecnología t.

FEC_i = Factor Emisión-Calidad (ton año⁻¹/μg m⁻³) de la ciudad i.

La Ec. 5 supone que existe una relación directa entre las emisiones de MP2,5 y su concentración en la atmósfera. Este supuesto es válido cuando la formación de MP2,5 secundario es despreciable, tal como ocurre en las ciudades del sur. Los FEC indican cuántas toneladas de MP2,5 deben dejar de emitirse en un año para que el promedio anual de la concentración disminuya en 1 μg/m³. Claramente, los FEC dependen de condiciones geográficas y meteorológicas, por lo que deben ser determinados localmente (ver Tabla 10).



³² Ministerio del Medio Ambiente (2014). "Análisis General del Impacto Económico y Social Anteproyecto Plan de Descontaminación Atmosférica para Talca y Maule por MP10 Anual Y Diaria", pág. 27. Obtenido en abril de 2018 de <http://epac.mma.gob.cl/Pages/Uploads/a55b59a0-dd79-4362-94b1-edc4a8e60eb9.pdf>

³³ Ministerio del Medio Ambiente (2014). "Análisis General del Impacto Económico y Social del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de Chillán y Chillán Viejo por MP10 y MP2,5", pág. 26. Obtenido en abril de 2018 de http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2014/proyectos/Envia_AGIES_PPPDA_Chillan_y_Chillan_Viejo.pdf

³⁴ Ministerio del Medio Ambiente (2014). "Análisis General del Impacto Económico y Social del Plan de Descontaminación Atmosférica de Temuco y Padre Las Casas por MP10 y MP2,5", pág. 21. Obtenido en abril de 2018 de <http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2014/proyectos/0479-0515.pdf>

³⁵ Ministerio del Medio Ambiente (2015). "Análisis General del Impacto Económico y Social del Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica de Valdivia por MP10 y MP2,5", pág. 27. Obtenido en abril de 2018 de <http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2015/proyectos/554-576.pdf>

³⁶ Ministerio del Medio Ambiente (2014). "Análisis General del Impacto Económico y Social del Anteproyecto del Plan de Descontaminación Atmosférica de Osorno por MP10 y MP2,5", pág. 28. Obtenido en abril de 2018 de http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2014/proyectos/folio_416-437_AGIES.pdf

A.3.6 Reducción de tasas de mortalidad prematura y morbilidad por exposición a MP2,5

El cálculo de la reducción de las tasas de mortalidad prematura y morbilidad por exposición a MP 2,5, y los beneficios económicos asociados, se basó en la metodología sugerida por MMA (2013)³⁵. La reducción de los efectos en la salud de la población debido a la reducción de la concentración de MP 2,5 en una cierta ciudad, puede ser calculada según la Ec. 6:

$$\Delta Efecto_{ji} = K_{ji} \times \Delta C_i$$

Ec. 6

Dónde:

$\Delta Efecto_{ji}$ = Cambio en el efecto en salud j debido a la reducción de MP2,5 en la ciudad i (casos año⁻¹)

K_{ji} = Constante de proporcionalidad para el efecto en salud j en la ciudad i (casos año⁻¹/μg m⁻³)

ΔC_i = Cambio en la concentración de MP 2,5 en la ciudad i (μg m⁻³)

Los valores de K_{ji} pueden calcularse a partir de la información generada por los Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de los Planes de Descontaminación Atmosférica formulados para cada ciudad. Tal información se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Valores unitarios (VU) por casos evitados (UF/caso) y constantes de proporcionalidad K_{ji} para el cálculo de reducción de efectos en salud a partir de la reducción de la concentración de MP2,5

Efecto en salud		VU (UF/caso)	K _{ij} para cálculo de reducción de efectos en salud				
			Talca	Chillán	Temuco	Valdivia	Osorno
Mortalidad	Largo Plazo	14.920	6,40	5,18	7,28	3,74	3,67
Visitas Salas de Emergencia	Asma	1,3	167,44	125,53	280,70	108,20	105,41

A.3.7 Beneficios por costos evitados en salud

Finalmente, el beneficio se obtiene multiplicando el número de casos evitados para un efecto en salud por la valoración asociada de padecer uno de estos efectos, tal como se muestra en la Ec. 7:

$$Beneficio_i = \sum_j \Delta Efecto_{ji} \times VU_j$$

Ec. 7

Dónde:

$Beneficio_i$ = Beneficio por costo evitado en salud asociado a la disminución de efectos por exposición a MP2,5 en la ciudad i (en UF).

VU_j = Valoración unitaria del efecto en salud j, en UF/caso (ver Tabla 11)

Siglas y Acrónimos

CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNULD	Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación
CONAF	Corporación Nacional Forestal
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ENCCRV	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales
FEC	Factor Emisión-Calidad
GEDEFF	Gerencia de Desarrollo y Fomento Forestal
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INDAP	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
NDC	Contribución Nacional Determinada
PANCC-I	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012
PANCC-II	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022
PDA	Plan de Descontaminación Atmosférica
PE2050	Política Energética de Chile
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SII	Servicio de Impuestos Internos
SNCL	Sistema Nacional de Certificación de Leña
SNICHile	Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero
UTCUTS	Uso de Tierras y Cambio de Uso de Tierras y Silvicultura







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-chile.cl

www.conaf.cl

Paseo Bulnes 377, Oficina 207

Santiago de Chile