



DOCUMENTO DE APOYO A CONSULTA PÚBLICA DE NDC

El presente documento tiene el objetivo de apoyar el contenido de la actual Propuesta de Contribución Determinada a Nivel Nacional de Chile, hoy en día sometido a consulta pública, de manera de aportar con antecedentes técnicos de las medidas de mitigación consideradas para la definición de las metas en materia de mitigación.

El trabajo que dio origen a las metas propuestas en la componente de mitigación consistió en una proyección de escenarios de largo plazo establecida con el objetivo de determinar una ruta costo efectiva para alcanzar la meta, a nivel nacional, de carbono neutralidad al año 2050, de acuerdo al compromiso de descarbonización adquirido como país. La actualización de NDC surge como un hito intermedio de este trabajo, a partir del cual se identifican los resultados al año 2030, siendo consistente con el escenario de largo plazo.

Es fundamental identificar la medida de retiro de centrales eléctricas a carbón, y la consecuente disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector eléctrico, como una medida habilitante para alcanzar la carbono neutralidad, considerando que una importante cantidad de medidas de mitigación suponen la electrificación, o uso indirecto de la electricidad (ej.: producción de hidrógeno, electromovilidad, etc.)

A continuación se presenta una descripción de las principales medidas de mitigación, correspondientes a los sectores Energía, Agricultura y Residuos (de acuerdo a la estructura definida por el IPCC), que presentan una importante contribución en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el periodo 2020-2030¹:

¹ La contribución agregada de las medidas presentadas en el presente documento concentran más del 86% de la reducción de emisiones GEI acorde al cumplimiento de las metas NDC propuestas, en el periodo 2020-2030

1. Retiro de Centrales a Carbón

Nombre	Retiro de centrales
Subsector	Generación
Descripción General	Esta medida corresponde al acuerdo anunciado por el Gobierno de Chile en junio de 2019, el cual implica el retiro de centrales a carbón a través de un cronograma que establece el cese de los primeros 1.047 MW de las ocho centrales más antiguas al 2024 y el retiro de la totalidad de las centrales al año 2040.
Modelación	
Principales Supuestos	En el escenario de referencia se tomó en cuenta que 2.500 MW de los 5.500 MW de la capacidad instalada de centrales a carbón se hubieran retirado al 2050 sin necesidad de incentivos adicionales, quedando en operación unidades de generación con menos de 40 años de antigüedad. En el escenario de carbono-neutralidad, al 2024 se consideró el retiro de los primeros 1.047 MW correspondiente a las ocho centrales más antiguas y el retiro total de las centrales a carbón al 2040 en base a la trayectoria "media" considerada en la actualización 2019 de la Planificación Energética de Largo Plazo. El parque de generación eléctrica se expande fundamentalmente en base a centrales eólicas y solares (tanto fotovoltaicas como de concentración de potencia).
Referencias	"Acuerdo de retiro de centrales termoeléctricas a carbón" firmado entre el Ministerio de Energía y las empresas propietarias de centrales a carbón (2019)
Reducción de Emisiones	
	Año 2030
Promedio anual de reducción de emisiones (MM tCO ₂ eq)	2,3
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO ₂ eq)	10,7

2. Industria Sostenible

Medidas	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas Solares Térmicos en la industria y minería -Electrificación de usos motrices en la industria y minería del cobre -Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS) en motores de hasta 100HP -Generación eléctrica a biogás
Subsector	Industria y Minería
Descripción General	<p>Estas medidas tienen como objetivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El aprovechamiento del recurso solar para procesos térmicos y/o de generación de calor/vapor tales como calefacción, calentamiento de fluidos, secado, entre otros. - La electrificación de usos motrices en industrias varias y en la minería del cobre, reemplazando el uso de combustibles fósiles por el uso de electricidad. - Restringir la entrada de motores eléctricos nuevos a motores que cumplan con un estándar mínimo de eficiencia. - Rellenos sanitarios nuevos incrementen el porcentaje de captura de biogás, y que en ellos se instalen centrales eléctricas.
Modelación	

<p>Principales Supuestos de modelación</p>	<p>-La medida de sistemas solares térmicos considera el reemplazo paulatino de tecnologías en base a combustibles fósiles por energía solar térmica a partir del año 2026, alcanzando una participación del 14% al 2030 en industrias varias y una participación que varía entre 2% y 4% en los procesos térmicos de la minería de cobre al 2030.</p> <p>- La medida de electrificación de usos motrices consideró un incremento de la participación de 10% y 20% en la participación de la energía eléctrica en usos motrices del sector industrial para los años 2020 y 2030 respectivamente. Específicamente para el segmento de industrias varias (agroindustria, construcción, manufactura de madera, entre otros) se consideró la electrificación de 12.390 GWh para usos motrices al año 2030, equivalente al 50% del consumo energético empleado en los usos mencionados. Para otras industrias, como papel y celulosa, cemento y siderurgia se proyectó un 90% de electrificación en los usos motrices para el 2030. En el caso de la minería del cobre, se consideró la electrificación de 2.170 GWh de usos motrices al año 2030, lo que equivale al 18% del consumo energético, y para la minería subterránea se consideró la electrificación de 400 GWh, equivalente al 67% del consumo energético.</p> <p>- Respecto a la medida de MEPS de motores se consideró el recambio paulatino de motores del rango menor a 10 HP hasta el recambio total en el año 2030. La mejora en eficiencia asociada se asume en 3% de mayor rendimiento (diferencia asociada a la mejora de rendimiento entre un motor ineficiente y un motor de alta eficiencia).</p> <p>-Para la medida de rellenos sanitarios se consideraron los supuestos utilizados MAPS fase 2. Específicamente esta medida consideró una entrada paulatina de proyectos de generación en nuevos rellenos sanitarios que cumplen la condición de captura mínima de biogás (metano) necesaria para tener 1 MW de potencia instalada, equivalente aproximadamente a 2.283 tCH₄/año).</p>
<p>Referencias</p>	<p>- Antti, L., Jussi, S., Jenni P., Kari, T., Teemu, L., Panu, S. (2016) "Electric and hybrid electric non-road mobile machinery – present situation and future trends". World Electric Vehicle Journal Vol. 8 – ISSN</p> <p>- MEN (2019) "Actualización de la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)", Ministerio de Energía.</p> <p>- River Consultores (2014). "Evaluación del Impacto Técnico Económico para la Implementación de Estándares Mínimos de Eficiencia Energética en Motores Eléctricos", Ministerio de Energía.</p> <p>- Jadun, P. Colin McMillan, Daniel Steinberg, Matteo Muratori, Laura Vimmerstedt, and Trieu Mai (2017) "Electrification Futures Study: End-Use Electric Technology Cost and Performance Projections through 2050", National Renewable Energy Laboratory (NREL).</p> <p>- MAPS Chile (2014) "Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático: resultados de Fase 2. Ministerio del Medio Ambiente", Ministerio del Medio Ambiente.</p>
Reducción de Emisiones	
	Año 2030
Reducción de emisiones (MM tCO ₂ eq)	3,6
Reducción de emisiones acumuladas (MM tCO ₂ eq)	24,7

3. Edificación Sostenible

Medidas	- Fomento a la renovación energética de viviendas - Sistemas solares térmicos (SST) en viviendas y edificaciones públicas y comerciales.
Subsector	Comercial, público y residencial
Descripción General	Estas medidas tienen como objetivo: - La renovación térmica y el etiquetado energético de viviendas de sectores medios, junto a un proceso de electrificación de la calefacción a nivel residencial (reemplazando artefactos residenciales de calefacción que utilizan gas licuado, kerosene, gas natural). - Aprovechamiento del recurso solar para la generación de calor en viviendas para agua caliente sanitaria, desplazando el uso de combustibles y electricidad para estos fines.
Modelación	
Principales Supuestos de modelación	- Para la medida de renovación térmica y etiquetado energético de viviendas se considera una duración del programa de 5 años, suponiendo una penetración del 10% del parque de viviendas existentes construidas antes del año 2000 (antes de la primera reglamentación térmica). Se asume que en promedio las viviendas que acceden a la calificación energética pasan de una vivienda de condiciones de aislación pre-reglamentación térmica, a una vivienda de estándar E, la que en promedio posee una demanda térmica de calefacción un 35% menor. Estas medidas consideran la actualización de la reglamentación térmica de la OGUC (artículo 4.1.10), de modo de elevar los estándares térmicos de las viviendas, permitiendo que ellas reduzcan su demanda de energía en calefacción, lo que posibilita el uso de ésta tecnología y con la potencia que se supuso. - Con respecto a la medida de sistemas solares térmicos residenciales se consideró un 16% de participación de sistemas solares térmicos (SST) a nivel nacional para uso de agua caliente sanitaria en hogares al 2030.
Referencias	- MEN (2019) "Actualización de la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP)", Ministerio de Energía. - MAPS Chile (2014) "Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático: resultados de Fase 2. Ministerio del Medio Ambiente", Ministerio del Medio Ambiente.
Reducción de Emisiones	
	Año 2030
Reducción de emisiones (MM tCO ₂ eq)	2,2
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO ₂ eq)	13,1

4. Electromovilidad

Medidas	- Electromovilidad en transporte terrestre de pasajeros: taxis colectivos y buses de transporte público urbano
Subsector	Transporte
Descripción General	- Considera una penetración del 33% de taxis eléctricos al 2030 a nivel nacional. - 50% de buses eléctricos en transporte público en la Región Metropolitana al 2030 - 20% de buses eléctricos en transporte público urbano en regiones al 2030
Modelación	
Principales Supuestos de modelación	- Respecto al parque de taxis colectivos del país, en el escenario de referencia, se consideró una penetración menor a 9% de taxis eléctricos al 2030 (6% a batería y 3% híbrido enchufable). Mientras que en el escenario de carbono-neutralidad se consideró una penetración de 33% de taxis eléctricos al 2030. En ambos escenarios se consideró una tasa de retiro de vehículos antiguos del 2% anual constante. - En el caso de buses de transporte público de la Región Metropolitana, se consideró una participación del 50% de buses eléctricos en la Región Metropolitana al 2030, equivalente a una flota de 5.650 buses. Se estableció la entrada de nuevas máquinas considerando una vida útil de 10 años para buses diésel y 14 años para buses eléctricos. en el escenario de referencia, se consideró una penetración de un 0% de buses eléctricos en regiones al 2030. - Respecto a los buses de transporte público en el resto de las regiones del país; en el escenario de carbono-neutralidad se consideró una penetración del 20% del parque de buses eléctricos urbanos en regiones al 2030. Estableciéndose la entrada de nuevas máquinas con una vida útil de 10 años para buses diésel y 14 años para buses eléctricos.
Referencias	- MEN, MTT y MMA (2017). "Estrategia Nacional de Electromovilidad", Ministerio de Energía, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y Ministerio del Medio Ambiente. - BNEF (2018). "Long Term Electric Vehicle Outlook 2018". Bloomberg New Energy Finance - EBP (2018). "Estudio de Movilidad Eléctrica en Chile", Agencia Chilena de Eficiencia Energética. - Soulapoulos, N. (2018) "When will electric vehicles be cheaper than conventional vehicles?" Bloomberg New Energy Finance (BNEF). - UChile (2019) "Desarrollo de una herramienta de modelamiento y simulación de políticas climáticas", Centro de Energía de la Universidad de Chile.
Reducción de Emisiones	
	Año 2030
Reducción de emisiones (MM tCO ₂ eq)	1,3
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO ₂ eq)	5,6

5. No energía

Medidas	<ul style="list-style-type: none"> - Captura, uso o destrucción del biogás producido en rellenos sanitarios - Asistencia técnica para buenas prácticas en el uso de fertilizantes - Implementación de biodigestores para el estiércol de la industria porcina - Centros de compostaje de residuos orgánicos
Subsector	Residuos y Agricultura
Descripción General	<ul style="list-style-type: none"> - Se considera la quema o utilización del biogás generado en rellenos sanitarios producto de la disposición adecuada de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables en distintas regiones. - Esta medida considera la implementación de un Programa integral de capacitación, cooperación y apoyo técnico para mejorar la utilización de fertilizantes en cultivos, específicamente las prácticas asociadas a los usos excesivos de fertilizantes minerales. - Esta medida considera la implementación de biodigestores a nivel predial para evitar las emisiones de metano (CH₄) generadas en pozos o lagunas de acumulación de residuos orgánicos (purines y/o estiércoles) y la producción de biogás para utilización como combustible o quema. - Compost de entre 6 a 12 toneladas día de residuos orgánicos de origen domiciliario, astillas, podas y residuos de jardín.
Modelación	
Principales Supuestos de modelación	<ul style="list-style-type: none"> - Se consideró la construcción de seis rellenos sanitarios nuevos con capacidad de instalación de antorchas para la quema de biogás, de los cuales tres entrarían en operación el 2030 y los siguientes el 2035. En total se consideró la instalación de 17 antorchas (9 de las cuales entrarían en operación el año 2030 y las 8 restantes, el año 2035) Para los cálculos se consideró una tasa de crecimiento de los residuos según la curva de residuos per cápita en función del PIB presentada en el estudio What a Waste 2 (2018) del Banco Mundial. - Se analizó cuatro tipos de fertilizantes nitrogenados, específicamente urea, salitre potásico, salitre sódico y fosfato de amonio, los cuales corresponden a los fertilizantes nitrogenados provistos por ODEPA como insumos de los productores. Se consideró al 2035, la aplicación de un 20% menos de fertilizantes nitrogenados in inhibidores en cultivos de cereales y semilleros de cereales, y un 15% menos de fertilizantes nitrogenados sin inhibidores para cultivos industriales y forrajeras, producto de las medidas de asistencia técnica aplicado en suelos de secano y de riego no mecanizado (leaching/runoff) o sometido a volatilización. El peso de cada uno de esos fertilizantes se ponderó por la cantidad de importaciones promedio entre 2015-2017 provistas por FAO. Se consideró como fecha de inicio de implementación lineal de la medida a partir del año 2025 hasta el 2035. - Se consideró la implementación de biodigestores con una capacidad media de 6.000 m³, considerando un factor constante caudal de estiércol/tamaño, de 4,06 y una generación de estiércol anual de 1,62m³. Se consideró el comienzo de la implementación de esta medida al rededor del 2020 para el tratamiento de purines de cerdo, partiendo de una penetración del 27% y considerando un crecimiento paulatino hasta llegar al 2040 con 71% de las cabezas porcinas, considerando grandes productores, medianos, y buscando asociatividad para productores menores. -Se consideró una vida útil de los proyectos de 20 años, con un promedio de 12 toneladas de residuos orgánicos diarios. Transferencia de costos de proyectos de compostaje Talca y Talcahuano a proyectos en Viña del Mar y Casablanca respectivamente.
Referencias	<ul style="list-style-type: none"> - Consultora Implementa Sur. - U.S. Environmental Protection Agency. Landfill Methane Outreach Program, LFGcost-Web V.30, Washington D.C. https://19january2017snapshot.epa.gov/lmop/landfill-gas-energy-project-development-handbook-files_.html - López D. (2016). Modelo para el diseño de sistemas de captación y aprovechamiento de biogás producido en rellenos sanitarios. - World Bank (2018) What a waste 2: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. - FAOSTAT (http://www.fao.org/faostat/en/) - MAPS Chile (2014) "Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático: resultados de Fase 2. Ministerio del Medio Ambiente", Ministerio del Medio Ambiente

	Datos provistos por expertos PUCV (http://nbcpucv.cl/) - Consultora Implementa Sur. Proyecto Chile-Canadá.
Reducción de Emisiones	
	Año 2030
Reducción de emisiones (MM tCO ₂ eq)	1,31
Reducción de emisiones acumuladas desde el 2020 (MM tCO ₂ eq)	2,5

PROPUESTA NDC