



Carbono neutralidad en el sector energético de Chile

Autor

Nicolás García Bernal
Email: ngarcia@bcn.cl
Tel.: (56) 2-2701778

Nº SUP: 131.990

Resumen

El sector energía, es el principal responsable de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del país, alcanzando el 77% de las emisiones totales del año 2018 (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Dicho sector, sin embargo, concentra las mayores oportunidades para dar cumplimiento a las metas comprometidas por Chile en el Acuerdo de París, tal como el retiro gradual de las centrales a carbón.

En abril de 2020, Chile presentó a las Naciones Unidas la actualización de su contribución determinada a nivel nacional (*National Determined Contribution - NDC*), destacando la meta de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI para 2050. El cumplimiento de lo dispuesto en la NDC permitiría la reducción desde 50 MtCO₂eq de las emisiones netas en 2019, a una cifra ligeramente superior a cero en 2050, gracias a la reducción de 29 MtCO₂eq emisiones en el sector eléctrico (-56% del total).

En particular, la NDC planteó que para el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad, el sector energía, debe implementar una serie de medidas; vinculadas a edificación sostenible, electromovilidad, hidrógeno verde, industria sostenible y retiro de centrales térmicas.

En especial, se considera que el retiro de centrales carbón condiciona el cumplimiento de otras medidas que requieren el uso de energía de origen renovable, tales como el desarrollo de la industria sostenible, hidrógeno verde y electromovilidad. Así, la descarbonización sería responsable del 76% de la reducción de emisiones para el período 2020 – 2050.

Pese a que el acuerdo actual de retiro de centrales de carbón considera su cierre absoluto al 2040, el Ministerio de Energía (2021), en el marco de la Planificación Estratégica de Largo Plazo, ha considerado escenarios con un cierre total anticipado, es decir, al 2035 o 2030. En ambos casos se alcanzaría la meta de carbono neutralidad, aunque en el escenario que plantea el cierre al 2030, aquella se cumpliría en el 2042, ocho años antes de lo inicialmente comprometido.

Finalmente, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2021), tras un análisis de las medidas planteadas en la NDC, señala que existirían condiciones que ponen en riesgo los objetivos de reducción de emisiones de GEI. Por lo anterior, propone medidas para robustecer la NDC (NDC+), destacando el adelantar la fecha límite de cierre de centrales a carbón al 2030, además de fijar la meta de cierre de centrales de gas natural para el año 2050.

Introducción

Acorde con el compromiso de contribuir a los esfuerzos internacionales requeridos para controlar el aumento de la temperatura promedio global entre 1,5°C y 2°C (IPCC, 2018), en abril de 2020 Chile presentó a las Naciones Unidas la actualización de su contribución determinada a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés) destacando la meta de alcanzar la neutralidad de emisiones de GEI¹ para 2050 (es decir, reducir a cero las emisiones netas de dichos gases).

El sector de energía, sector con un alto consumo de combustibles fósiles, es el principal responsable de las emisiones de GEI del país, alcanzando el 77% de las emisiones totales del año 2018 (MMA, 2021)². Dicho sector, sin embargo, concentra las mayores oportunidades para dar cumplimiento a las metas comprometidas por Chile en el Acuerdo de París, tal como el retiro gradual de las centrales a carbón.

Según lo destacaba el Ministerio Energía (2020), el retiro de centrales a carbón es la medida de mayor impacto en la reducción de emisiones, permitiendo una mayor penetración de las energías renovables, reduciendo las emisiones del sector energía, lo que, a su vez, habilita otras acciones intensivas en electrificación, tales como la electromovilidad, electrificación de usos motrices en industria y minería, calefacción eléctrica, y el uso de hidrógeno. En conjunto, el desarrollo de estas políticas públicas permitiría cumplir con el objetivo de carbono-neutralidad.

El presente documento presenta antecedentes para comprender cómo se ha abordado la meta de carbono-neutralidad en el sector energético de Chile. En una primera sección, se presentan antecedentes de la carbono-neutralidad en Chile, para luego -en la segunda sección- presentar una caracterización del sector energético y eléctrico en Chile, aportando antecedentes relevantes para la comprensión de dicho sector y sus desafíos ante la meta de carbono neutralidad. En una tercera sección, se presentan cifras para dimensionar el orden de magnitud de las emisiones de GEI por el sector energético. En una cuarta sección se presentan brevemente los lineamientos definidos para alcanzar la meta de carbono-neutralidad en el sector energético, destacando en particular el proceso de retiro de centrales termoeléctricas a carbón. Finalmente, se presentan conclusiones y propuestas del BID (2021), orientadas a robustecer el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad del sector.

¹ Los gases de efecto invernadero (GEI) atrapan la energía, calentando la superficie del planeta. Algunos de ellos son: vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃).

² De acuerdo con el MMA (2021), En el 2018, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país fueron de 112.313 kt CO₂ eq, sin incluir el sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Estas incrementaron en un 128 % desde 1990 y en un 2 % desde 2016. El principal GEI emitido fue el CO₂ (78 %), seguido del CH₄ (13 %), N₂O (6 %), y los Gases fluorados (3 %).

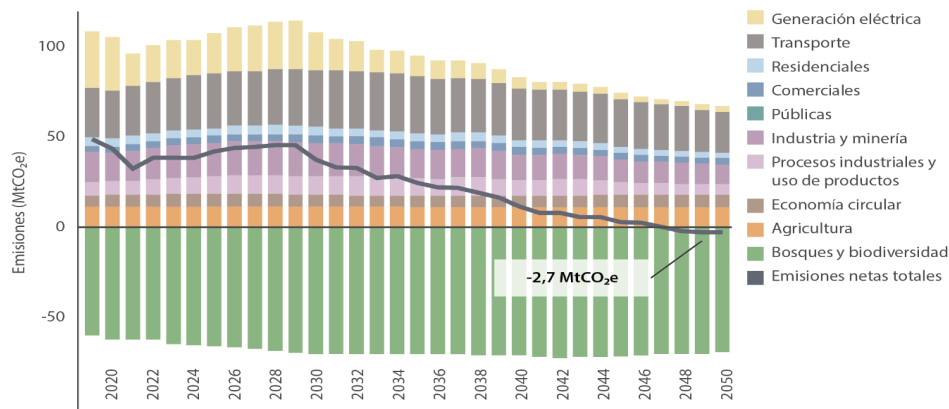
I. Carbono-neutralidad en Chile

De acuerdo con lo señalado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), la carbono neutralidad significa “*tener emisiones netas iguales a cero, es decir la suma de las emisiones de una organización o un país, menos las absorciones deben ser igual a cero*” (MMA, 2021).

En abril de 2020, Chile presentó a las Naciones Unidas la actualización de su NDC, que plantea alcanzar la neutralidad de emisión de GEI para 2050, fijando como meta la emisión de 95 millones de toneladas equivalentes (MtCO₂eq) para 2030. De acuerdo al BID (2021), la materialización de las medidas planteadas en la NDC permitiría que en el futuro de referencia así definido, las emisiones netas disminuyan de 50 MtCO₂eq en 2019, a ligeramente más que cero en 2050. Una proporción sustancial se debería a la reducción de emisiones en el sector eléctrico (-29 MtCO₂eq, 56% del total) y al incremento del secuestro de carbono en el sector bosques y biodiversidad (-9 MtCO₂eq).

El gráfico 1, da cuenta de los resultados de la simulación para la estrategia de carbono-neutralidad actual (vinculada a la NDC) en el futuro de referencia. Las barras reflejan la evolución de las emisiones en los diferentes sectores, la línea sólida indica la resultante de emisiones netas considerando los aportes de todos los sectores.

Gráfico 1. Emisiones por sector para el escenario de referencia y la estrategia NDC



Fuente: BID (2021)

Lo anterior es coherente y responde a lo propuesto en el Proyecto de Ley Marco de Cambio Climático (Boletín 13191-12)³, en el que se planteó, entre otros, el objetivo de “*transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de GEI, hasta alcanzar y mantener la neutralidad al 2050*” (MMA, 2020). Además, se complementa con la formulación de la Estrategia Climática de Largo Plazo⁴, que propone metas e indicadores sectoriales para hacer frente a los desafíos presentados por el cambio climático; tal como la consecución de la neutralidad de emisiones (MMA, 2021).

³ Plantea el establecimiento de principios, sistemas de gobernanza, instrumentos de gestión y mecanismos de financiamiento adecuados, que permitan transitar hacia un desarrollo bajo en emisiones de GEI, reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia y garantizar el cumplimiento de los compromisos internacionales para enfrentar los desafíos del Cambio Climático.

⁴ Estas permiten establecer una visión de una economía carbono-neutral, facilitar la identificación de obstáculos en el camino, e informar el diseño de planes de gobierno para avanzar hacia cero emisiones netas.

II. Caracterización del sector energético y eléctrico en Chile

En el año 2019 – según el Ministerio de Energía (2021) - la matriz energética primaria⁵ de Chile ascendió a 345.647 Tcal⁶. En esta los recursos fósiles concentran la mayor parte, representando el 68% del total, que corresponde a la suma del petróleo crudo (30%), carbón mineral (22%) y gas natural (16%). Luego, con menor participación destaca la energía primaria proveniente de la biomasa (23%), seguida por aquellas de origen hídrico (5%), solar (2%) y eólico (1%).

Por otra parte, el consumo final de energía⁷ en Chile –representado por la matriz de energía secundaria⁸– alcanzó 301.629 Tcal en 2019, destacando que los derivados del petróleo y la electricidad son los principales componentes, al concentrar el 58% y 22% respectivamente. El carbón fue el principal aportante en la generación de electricidad con un 41% del total, seguido por la biomasa (26%), el gas natural (15%), energía hídrica (11%) y la energía eólica y solar, ambos con un 3% (Energía Abierta, 2021).

Al mes de julio de 2021, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) contaba con una potencia instalada de generación equivalente a 28,495 MW. Según el Ministerio de Energía (2021), del total de la capacidad instalada, el 53,3% corresponde a recursos renovables, es decir, de origen hidroeléctrico (hidro-embalse e hidro-pasada, con un 11,9% y 12,1% respectivamente), solar fotovoltaica (17,8%), eólico (9,9%), biomasa (1,5%) y geotermia (0,2%). Mientras que el otro 46,7% corresponde a centrales termoeléctricas a gas natural (17,6%), carbón (17,8%) o derivados del petróleo (11,3%). Para dimensionar de mejor forma la capacidad instalada, el gráfico 2(a) da cuenta de la capacidad instalada ordenada de mayor a menor.

En lo referente a generación bruta, el SEN, destaca que -al mes de julio de 2021- la producción anual de potencia eléctrica alcanzó los 47.127 GWh⁹, de los que 19.383 GWh correspondieron a ERNC, es decir, en base a generación mini hidráulica de pasada, solar fotovoltaica, eólica y biomasa. Se desprende entonces, que la producción acumulada ha sido principalmente térmica al concentrar un 59% del total, correspondiente a la suma del carbón (38%), gas (18%) y derivados del petróleo (3%), mientras que, el restante 41% corresponde a generación bruta de origen renovable, es decir, lo correspondiente a fuentes de energía hídrica (19%), biomasa (3%), eólico (7%) y solar (11%). El gráfico 2(b) de barras, resume la información, ordenando de mayor a menor los aportes de cada fuente de energía.

⁵ Una matriz energética primaria muestra la participación que tienen los energéticos capturados directamente de recursos naturales en el consumo total, dando cuenta de cómo se comporta la demanda por energía en un instante determinado.

⁶ Teracalorías = 10⁹ calorías (mil millones de calorías)

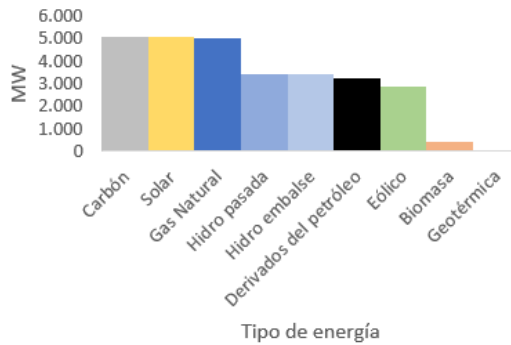
⁷ Energía destinada a los sectores consumidores de la economía nacional, tanto para uso energético como no energético.

⁸ La matriz energética secundaria da cuenta de la participación que tienen los energéticos en el consumo final de energía, incluyendo tanto los energéticos producidos a partir de la transformación de los primarios, como también aquellos que pueden ser objeto de consumo final, como es el caso del gas natural y la biomasa (Deloitte, 2016).

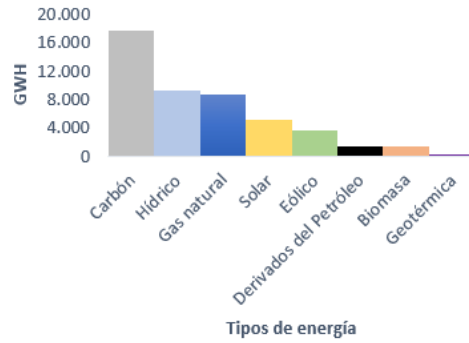
⁹ GWh = Giga Watt hora. Un millón de millones de Watts. El watt es unidad de potencia y el Watt hora es unidad de energía.

Gráfico 2. Capacidad instalada [MW] y Generación bruta de SEN [GWh] según tipo de fuente.

(a) Capacidad instalada [MW] en Chile según tipo de energía, al mes de julio de 2021.



(b) Generación bruta SEN por fuente de generación acumulada al mes de julio 2021.



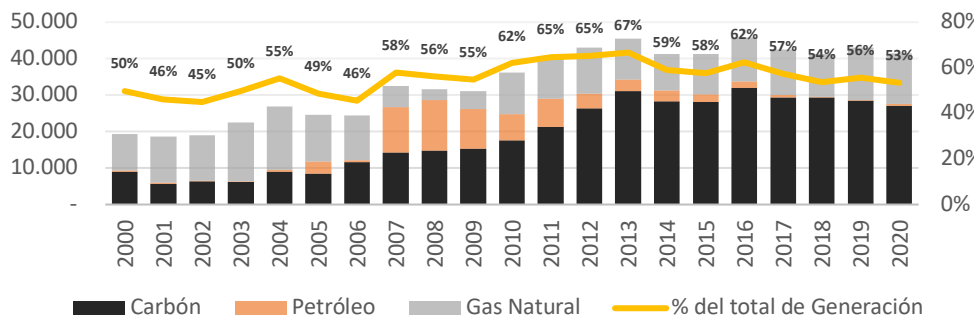
■ Carbón ■ Solar ■ Gas Natural ■ Hidro pasada ■ Hidro embalse ■ Derivados del petróleo ■ Eólico ■ Biomasa ■ Geotérmica

Fuente: Elaboración propia en base a cifras del Ministerio de Energía (2021)

A partir de ambas figuras, destaca que la generación eléctrica basada en combustibles fósiles del 2021 (hasta el mes de julio), alcanzaba los 27.745 GWh, con una capacidad instalada igual a 13.297 MW, lo que da cuenta de la importante participación que aún mantiene en la matriz eléctrica del SEN.

Complementariamente, en términos históricos, entre los años 1996 y 2020, en Chile la generación eléctrica en el SEN - anteriores SIC y SING- se ha sustentado en base a carbón, gas natural y fuentes de origen hídrico¹⁰. En consecuencia, la generación de electricidad en base a combustibles fósiles ha tenido una participación que históricamente ha oscilado entre el 45% y 67% del total, donde, el mayor aporte es producido por las centrales a carbón, seguidas por las que consumen gas natural y -en menor proporción- las petroleras (gráfico 3).

Gráfico 3. Generación de electricidad en base a combustibles fósiles [GWh], 2000 – 2020.



Fuente: Elaboración propia en base a cifras del Coordinador Eléctrico Nacional (2021).

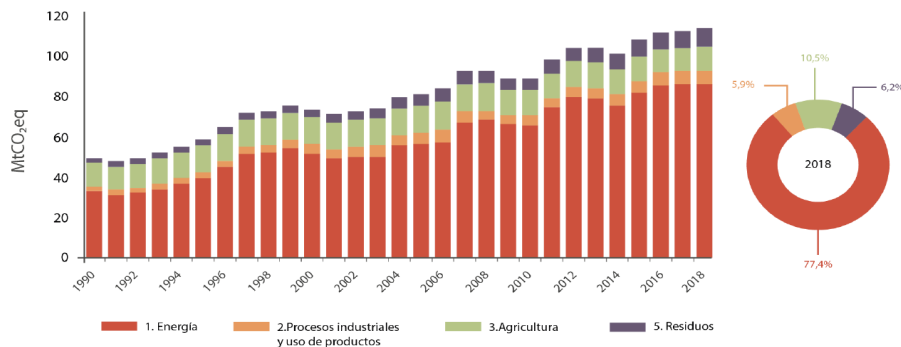
¹⁰ Lo anterior sigue siendo así, pese a que, a partir del año 2012 se evidencia un aumento significativo en la generación basada en energías eólica, solar y biomasa.

III. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector energía

En esta materia, el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), da cuenta de las emisiones vinculadas al sector de Energía¹¹, incluyendo generación de electricidad, uso de energía en los edificios y uso de energía en el transporte. En su última versión del año 2018, se informó que -el año 2018 el sector energía emitió 86,954 ktCO₂eq (MMA, 2021).

Al respecto, se da cuenta que la quema de combustibles fósiles para la generación de energía es la principal fuente de emisiones de GEI de Chile¹², acumulando el 77,4% de las emisiones totales de GEI en 2018 (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

Gráfico 4. Emisiones de GEI por sector, 1990 – 2018.



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 2018.

Nota: Se omiten las capturas del sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

Dentro del sector energético, la generación de electricidad es la fuente más importante de emisiones, con un 32%, seguida por el 24% del transporte, el 14% de las industrias manufactureras y la construcción, y finalmente el 7% el resto de los subsectores (Ministerio de Energía, 2020). Destaca que el 25% de las emisiones del subsector de generación eléctrica corresponden a la generación en base a carbón (Ministerio de Energía, 2020).

IV. Carbono-neutralidad en el sector energético

La NDC anteriormente mencionada, estableció que con el objetivo de contribuir a alcanzar la neutralidad de emisiones, el sector energía debía implementar una serie de medidas, vinculadas a edificación sostenible, electromovilidad, hidrógeno verde, industria sostenible y el retiro de centrales térmicas.

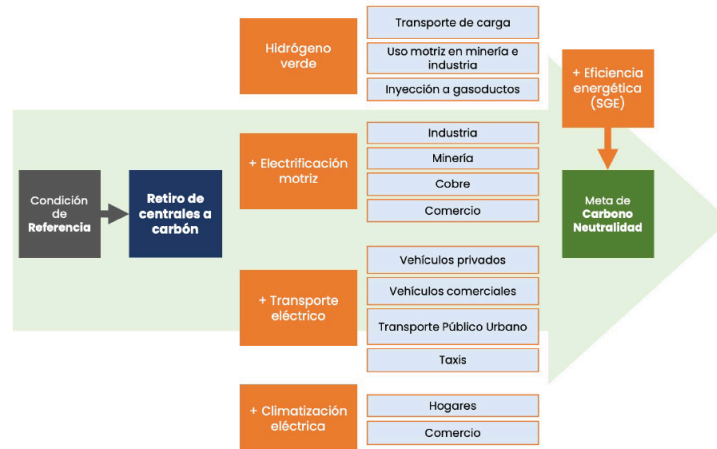
El Ministerio de Energía (2020), en su documento “Carbono Neutralidad en el Sector Energía: Proyecciones de consumo energético nacional 2020”, plantea que la medida de retiro de centrales a carbón habilita – figura 1 - los ámbitos de Industria Sostenible, Hidrógeno verde y Electromovilidad, esto

¹¹ Además, se reportan las emisiones de GEI de los sectores de agricultura; uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; residuos y; procesos industriales y uso de productor.

¹² Las emisiones de GEI de Chile están en gran parte compensadas por absorciones en sumideros de carbono naturales. El sector de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura arroja emisiones netas negativas, gracias a tasas de reforestación positivas.

debido a que permite reducir las emisiones provenientes desde la generación eléctrica. Por lo que sería responsable del 76% de la reducción de emisiones para el periodo 2020 – 2050.

Figura 1. Esquema de construcción de escenario de carbono neutralidad.

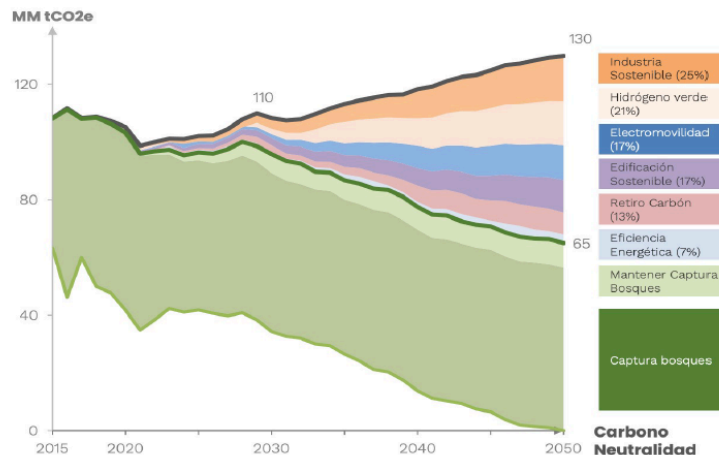


Fuente: Ministerio de Energía, 2020.

Nota: Electrificación para el transporte, climatización, usos térmicos en la industria y minería, producción de hidrógeno verde, incrementarán la demanda de electricidad de forma sustancial. Unido al retiro de centrales carbón que se está llevando a cabo, establece una enorme oportunidad y necesidad de innovación y transformación tecnológica en el sector eléctrico.

Lo anterior considera que cerca de un 25% de la totalidad de los usos energéticos son provistos por electricidad, mientras que el 75% restante, se provee desde fuentes fósiles, como petróleo y sus derivados, biomasa y leña, gas natural y, en menor medida, biogás (Ministerio de Energía, 2021). Ante dicho escenario, en la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) 2023 – 2027, se prevé que con las medidas de electrificación, al año 2050 entre un 50% y 75% de la totalidad de usos energéticos sean provistos por electricidad directa e indirecta. En consecuencia, la siguiente figura 2 da cuenta de que en la trayectoria de emisiones del escenario de Carbono Neutralidad hacia el 2050, el retiro de centrales a carbón contribuye con un 13%.

Figura 2. Trayectoria de emisiones del escenario de Carbono Neutralidad 2050: mitigación y captura.



Fuente: Ministerio de Energía, 2020.

Nota: Se considera una absorción de 57 millones de tCO₂e anuales del sector forestal, más un aumento de captura de 8 millones de tCO₂e en el año 2050. Los porcentajes de reducción representan el acumulado del periodo 2020 – 2050.

V. Retiro de centrales a carbón

Considerando la relevancia que tiene el retiro de centrales en el cumplimiento de la meta de carbono neutralidad al año 2050, se presentan las características y fundamentos del acuerdo de retiro de centrales a carbón al año 2040 y -posteriormente- se da cuenta de escenarios de retiro anticipado de las centrales, en el marco del informe preliminar de la Planificación Energética de Largo Plazo 2023–2027 del Ministerio de Energía (2021)

a. Plan de retiro y/o reconversión de unidades a carbón al año 2040¹³

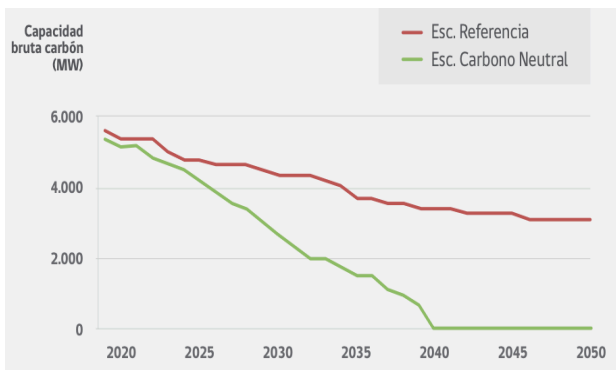
El mes de junio del año 2019 se selló el Acuerdo de Retiro de Carbón¹⁴, de origen voluntario y carácter vinculante, sostenido entre el Gobierno de Chile y las empresas propietarias de centrales a carbón¹⁵. En aquél se estableció un retiro programado al 2040, con una primera fase de retiro al 2024 (31% de la capacidad total), y logro de la meta de carbono neutralidad al año 2050.

En el acuerdo gestado el 2019, para el escenario de carbono neutralidad, el Ministerio de Energía (2019) simuló el retiro de la totalidad de las unidades generadoras a carbón al año 2040, equivalente al retiro de 5.500 MW, lo que contrasta con el escenario de referencia que consideraba el retiro de 2.500 MW de capacidad instalada en base a carbón al año 2050, quedando en operación unidades de generación con menos de 40 años de antigüedad en el 2050 (Gobierno de Chile, 2020).

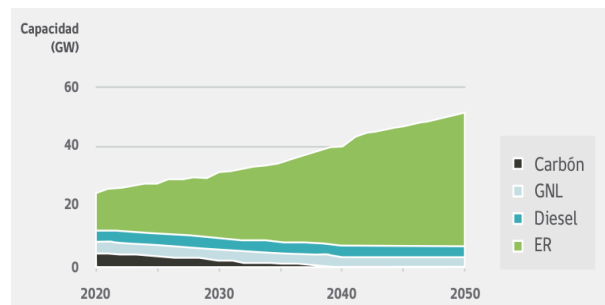
La figura 3 ilustra tanto la (a) Trayectoria de retiro de centrales a carbón, así como la consecuente (b) Evolución del parque generador con retiro de centrales a carbón, basada fundamentalmente en la expansión basada en centrales eólicas y solares (tanto fotovoltaicas como de concentración).

Figura 3. Retiro de centrales a carbón

(a) Trayectorias de retiro de centrales a carbón



(b) Evolución del parque generador con retiro de centrales a carbón



Nota: Proyección corresponde a la evaluación aislada de la medida de mitigación de GEI: Retiro de centrales a carbón, por lo que representa el escenario de Referencia más el retiro.

Fuente: Ministerio de Energía (2019)

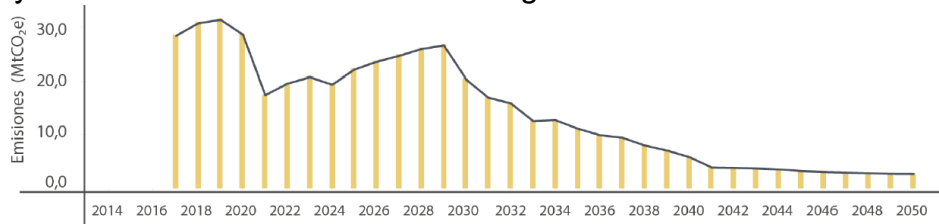
¹³ Previo al acuerdo de cierre, el sistema eléctrico nacional contaba con 28 centrales termoeléctricas en base a carbón, ubicadas en seis comunas del país: Iquique, Mejillones, Coronel, Tocopilla, Huasco y Puchuncavi.

¹⁴ Previamente, en enero 2018, las empresas se habían comprometido a no iniciar nuevos desarrollos de proyectos a carbón que no cuenten con sistema de captura y almacenamiento de carbono u otras tecnológicas.

¹⁵ El acuerdo estaría en línea con lo establecido en la Ruta Energética 2018 – 2022, que establecía a la “energía baja en emisiones” como uno de los siete ejes de las rutas energéticas para alcanzar la sostenibilidad energética.

En consecuencia, según el Acuerdo señalado, un retiro absoluto al 2040 significaría sacar la principal fuente emisora de GEI del sector eléctrico, por lo que las emisiones del sector disminuirían sustancialmente, con cifras que alcanzarían un 80% de reducción al 2050 (Ministerio de Energía, 2019). El gráfico 5 ilustra la proyección de emisiones del sector de generación eléctrica.

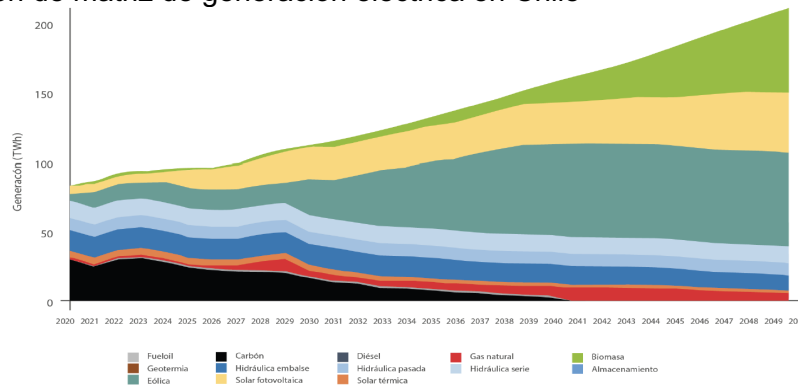
Gráfico 5. Proyección de emisiones del sector de generación eléctrica



Fuente: BID (2021)

Finalmente, el gráfico 5 muestra una proyección –realizada por el BID (2021)- que considera la salida al 2040 de las centrales a carbón de la matriz eléctrica. De ella se desprende que existiría un predominio de energías renovables, es decir hidráulica, solar fotovoltaico y térmico, eólico, además de tecnologías de almacenamiento.

Gráfico 5. Proyección de matriz de generación eléctrica en Chile



Fuente: BID (2021)

Hasta la fecha, el cronograma original de retiro de centrales se ha actualizado en distintas instancias. Ahora, para el 2025 se habrán retirado 18 centrales (10 más que en el plan original), lo que representaría el 65% de las unidades de carbón de Chile.

b. Retiro de centrales a carbón previo al año 2040

En el marco del informe preliminar de la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) del Ministerio de Energía (2021), se consideran distintos escenarios para la trayectoria de retiro de centrales a carbón. Considerando que los nuevos –y recientes– anuncios de retiro de centrales a carbón “*dan señales de*

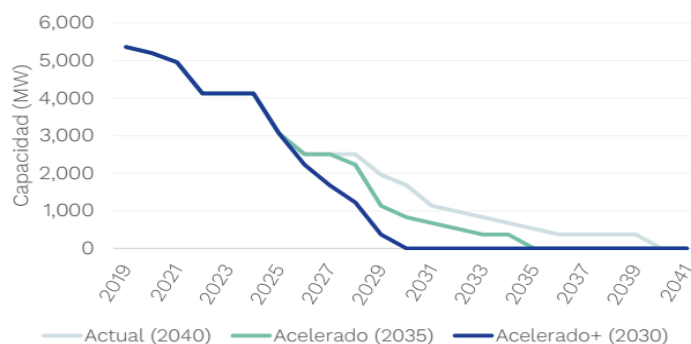
un adelantamiento progresivo en la salida del carbón desde la matriz eléctrica¹⁶, a lo que se suma la integración masiva de energías renovables a gran escala y a nivel distribuido, una expansión y adaptación eficiente y oportuna de los sistemas de transmisión y adopción e implementación tecnológica acelerada, que como se señala, permitirán adelantar cada vez más el retiro total de carbón respecto a la fecha límite indicada en el Acuerdo de junio de 2019” (Ministerio de Energía, 2021).

A continuación, se presentan los escenarios señalados, y se especifican respectivos años para el retiro total del carbón (ver gráfico 6):

- Recuperación Lenta Covid (RPC), considera un retiro total de carbón al año 2040,
- Rumbo Carbono Neutralidad (RCN), considera el retiro total al año 2035
- Acelerando la Transición Energética (ATE), considera el retiro total al año 2030

En todos los escenarios se observa una alta velocidad de retiro durante la presente década, ralentizada hacia la década posterior.

Gráfico 6. Trayectoria de retiro de centrales a carbón en los escenarios de la PELP 2023-27



Fuente: PELP 2023 – 2027, Ministerio de Energía (2021)

Al respecto, la PELP 2023–2027, indica que en todos los escenarios energéticos considerados, existiría una gran disminución de emisiones de CO₂eq. Así, como se observa en la tabla 1, la reducción sería más pronunciada en el escenario “Acelerando la Transición Energética”, que reduce sus emisiones en 64% con respecto al 2050 al año 2018¹⁷, seguida por el escenario “Rumbo a la Carbono Neutralidad”, que reduce sus emisiones en 56% al año 2050 con respecto al 2018, y.

Tabla 1. Proyecciones de emisiones globales en cada uno de los escenarios de la PELP 2023-27.

ESCENARIO	Emisiones CO ₂ eq Energía			Reducción al 2030 c/r a 2018	Reducción al 2050 c/r a 2018
	2030	2040	2050		
Recuperación Lenta Covid	71,247	61,803	55,145	-18%	-37%
Rumbo Carbono Neutralidad	59,275	45,751	38,279	-32%	-56%
Acelerando la Transición Energética	56,725	39,882	30,967	-35%	-64%

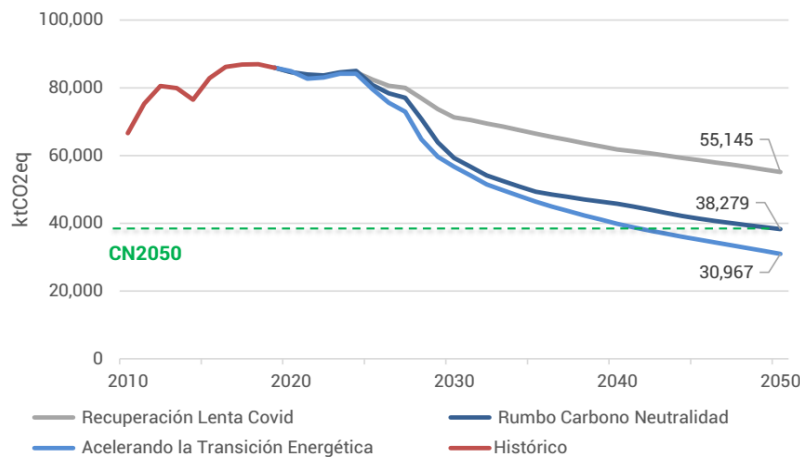
Fuente: Informe preliminar PELP 2023 – 2027, Ministerio de Energía (2021).

¹⁶ El retiro de carbón habilita la electrificación directa e indirecta de consumos, pieza clave para alcanzar la meta de carbono neutralidad antes del año 2050.

¹⁷ De acuerdo al último inventario de gases de efecto invernadero (INGEI), el sector energía alcanzó 86,954 ktCO₂eq el año 2018. Ministerio de Medio Ambiente, 2021

En este sentido, como se observa en el gráfico 7, en todos los escenarios se prevé un *peak* de emisiones del sector energético al año 2024, en acuerdo con la meta de la NDC. Mientras que, según se indica, para alcanzar la meta de carbono neutralidad al 2050 (CN2050), el sector energía debiera emitir un máximo de 38,634 ktCO₂eq en el año 2050, lo que se alcanzaría en el escenario “Rumbo a la Carbono Neutralidad” en el año 2050, mientras que el escenario “Acelerando la Transición Energética” lo cumpliría el 2042 (Ministerio de Energía, 2021).

Gráfico 7. Proyecciones de las emisiones del sector de energía en los escenarios considerados en la PELP 2023 – 2027.



Fuente: Ministerio de Energía (2021)

Adicionalmente, se destaca que -particularmente en el sector eléctrico- casi se logra neutralizar sus emisiones al 2050¹⁸, alcanzando una reducción de 96% al año 2050 con respecto al INGEI 2018, lo que ocurriría en gran medida debido al retiro de centrales a carbón al año 2040 (Ministerio de Energía, 2021).

VI. BID (2021): Evaluación del plan de carbono-neutralidad de Chile

El mes de agosto del año 2021, el Banco Interamericano del Desarrollo (BID, 2021) publicó el informe “Opciones para lograr la carbono neutralidad en Chile: Una evaluación bajo incertidumbre”, en el que se presenta un estudio que identifican condiciones que pondrían en riesgo los objetivos de reducción de emisiones, presentando luego propuestas de expansión de medidas que debiesen considerarse en futuros planes sectoriales que mitiguen las vulnerabilidades identificadas, lo que además incluye el refuerzo de acciones existentes y la adición de otras (BID, 2021).

Entre sus resultados se destaca que, si bien en un escenario de referencia (supuestos actuales)¹⁹ las transformaciones sectoriales indicadas en la NDC permitirían alcanzar la meta de carbono-neutralidad

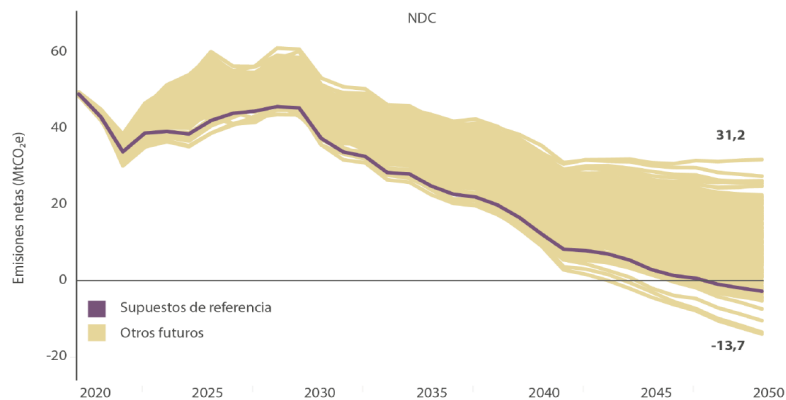
¹⁸ Igualmente se destaca al sector minería que, gracias a la electrificación de sus consumos y el uso de hidrógeno verde en gran parte de su demanda energética, sería capaz de reducir hasta un 90% de sus emisiones al año 2050 en algunos escenarios (Ministerio de Energía, 2021)

¹⁹ Este corresponde al escenario de referencia que se utilizó para diseñar medidas sectoriales para cumplir con la NDC

en 2050, no se lograrían los objetivos intermedios de reducción de emisiones para 2030. Según se indica, lo anterior ocurre debido a que en el mediano plazo las emisiones del sector eléctrico disminuyen, pero no lo suficiente como para compensar los incrementos en los sectores transporte, edificios, comercial, agricultura, economía circular e industria y minería (BID, 2021).

Por lo anterior, y a partir de la construcción de 1.000 futuros diferentes²⁰, el BID plantea que con el propósito de garantizar la carbono-neutralidad al 2050, es necesario robustecer las medidas sectoriales consideradas. Lo anterior, debido a que, al simular el comportamiento de escenarios futuros, se constata que *“existen muchas trayectorias de emisiones plausibles en que las emisiones terminan muy por arriba del objetivo de carbono-neutralidad”*²¹ (BID, 2021), indicando que el rango de emisiones al 2050 es bastante amplio, al cubrir entre -13,7 MtCO₂eq y 31,2 MtCO₂eq.

Gráfico 8. Emisiones netas totales bajo la estrategia NDC en 1.000 futuros.



Fuente: BID, 2021.

Ante la necesidad de robustecer las medidas propuestas en la NDC, se consideran medidas sectoriales complementarias (NDC+). Entre ellas, en el sector energético, destacan las asociadas a la generación eléctrica, donde se plantea la insuficiencia del retiro gradual de centrales de carbón para 2040, por lo que se plantea la necesidad de adelantar la fecha límite al 2030, fijando además la meta de cierre de centrales de gas natural para 2050. Adicionalmente, como se da observa en la tabla 2, se proponen medidas en el sector energético vinculadas con el transporte (electromovilidad e hidrógeno), comercial (electrificación), industria y minería, residencial y economía circular.






Según se indica, al aplicar dichas medidas complementarias, la estrategia NDC+ permitiría cumplir con la meta de carbono-neutralidad en 2050 en un mayor número de escenarios futuros: el 83% de las simulaciones resultan en emisiones netas negativas o nulas para el 2050. Con esto se contribuiría a

²⁰ El conjunto de futuros se desarrolló abarcando decenas de factores de incertidumbre sugeridos en los talleres participativos, como los de índole económica (por ejemplo, niveles de producción de actividades mineras), tecnológica (costos de baterías) y ambiental (por ejemplo, capacidad de secuestro de los bosques).

²¹ Entre aquellas medidas identificadas con posibilidad de falla en alcanzar la meta, el BID (2021) destaca, como uno de los factores más determinantes, a un bajo nivel de secuestro de los bosques combinado con una baja electrificación del transporte privado. Así también, se hace referencia a un escenario – de no cumplimiento de la meta – en donde se combina un alto costo de la tecnología solar térmica, alta intensidad energética de la producción de cobre, baja electrificación de la minería de cobre, y baja penetración del hidrógeno en el transporte de carga.

reducir en 1,3 MtCO₂eq las emisiones en 2050, y es aún más significativamente al 2030 al contribuir con una disminución de 10,3 MtCO₂eq, respecto al escenario de referencia (NDC). En consecuencia, cumpliría con el objetivo de reducción de emisiones para 2030.

Tabla 2. Medidas del sector electricidad en la NDC y medidas adicionales incluidas en la NDC+

Sector	Transformación sectorial	NDC	NDC+
Generación eléctrica 	Retiro gradual de centrales de carbón	Retiro gradual de centrales de carbón para 2040.	Retiro gradual de centrales de carbón para 2030.
	Retiro de centrales de gas natural	-	Retiro de centrales de gas natural para 2050.
Transporte 	Electromovilidad	Vehículos particulares: un 58% a 2050; taxis: un 100% a 2040 y 2050; transporte público: un 100% a 2040.	Vehículos particulares: un 58% a 2050; taxis: un 100% a 2040 y 2050; transporte público: un 100% a 2040.
	Hidrógeno	Transporte de carga: un 85% a 2050; aviación: un 0% a 2050.	Transporte de carga: un 85% a 2050; aviación: un 10% a 2050.
Comercial 	Electrificación de usos finales	Un 70% de demanda a 2050.	Un 70% de demanda a 2050.
Industria y minería 	Sistemas solares térmicos	Un 33% en industrias varias a 2050; un 16% en minería de cobre a 2050.	Un 46% en industrias varias a 2050; un 30% en minería de cobre a 2050.
	Hidrógeno: usos en procesos térmicos	Un 3% en industrias varias; un 0% en la industria del acero.	Un 3% en industrias varias; un 10% en la industria del acero (+10% biomasa).
	Hidrógeno: usos motrices	Un 37% para minería rajo abierto a 2050; un 8% para minería subterránea a 2050; un 12% en industrias varias a 2050; un 21% en minas varias a 2050.	Un 37% para minería rajo abierto a 2050; un 8% minería subterránea a 2050; un 12% en industrias varias a 2050; un 21% en minas varias a 2050.
	Electrificación de usos motrices	Un 88% en industrias varias a 2050; un 74% en minas varias a 2050.	Un 88% en industrias varias a 2050; un 74% en minas varias a 2050.
	Electrificación de usos del cobre	Un 57% en uso final bajo cielo abierto.	Un 57% en uso final bajo cielo abierto.
Residencial 	Calefacción eléctrica residencial	Un 56% en casas a 2050; un 70% en departamentos a 2050.	Un 72% en casas a 2050; un 89% en departamentos a 2050.
	Electrificación para cocción	Un 36% en casas a 2050; un 35% en departamentos a 2050.	Un 36% en casas a 2050; un 35% en departamentos a 2050.
	Sistemas solares térmicos	Un 52% de agua caliente sanitaria (ACS) en casas; un 57% de ACS en departamentos.	Un 80% de ACS en casas; un 80% de ACS en departamentos.
	Reacondicionamiento térmico	Entre 570.00 y 650.000 casas.	Un total de 6.197.750 casas.
Economía circular	Biogás	Captura y combustión de biogás en el 100% de los rellenos sanitarios para 2030.	Captura y combustión de biogás en el 100% de los rellenos sanitarios para 2030.

Fuente: BID (2021)

Referencias

- **Ministerio de Energía, 2021.** Energía Abierta. Disponible en: <http://energiaabierta.cl/visualizaciones/balance-de-energia/>
- **Coordinador Eléctrico Nacional (CEN), 2021.** Sistema Eléctrico Nacional Disponible en: <https://www.coordinador.cl/sistema-electrico/>
- **Asociación de Generadoras de Chile, 2021.** Mercado eléctrico en Chile. Disponible en: <http://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica>
- **Asociación de Generadoras de Chile, 2021.** Boletín del Mercado Eléctrico: Agosto 2021. Disponible en: <http://generadoras.cl/media/page-files/1804/Bolet%C3%ADn%20Mercado%20El%C3%A9ctrico%20Generadoras%20de%20Chile%20-%20Agosto%202021.pdf>
- **Senado, 2021.** Proyecto de ley que fija la Ley Marco de Cambio Climático, Boletín 13191-12. Disponible en: https://www.senado.cl/appsenado/templates/tramitacion/index.php?boletin_ini=13191-12
- **Ministerio de Energía, 2020.** Decreto Exento Núm. 50, Acuerdo de Retiro de centrales Termoeléctricas a Carbón. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/decreto_exento_n_50.pdf
- <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>
- **Ministerio de Energía, 2020.** Carbono Neutralidad en el Sector Energía: Proyección de consumo energético nacional 2020. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/pagina-basica/informe_resumen_cn_2019_v07.pdf
- **Gobierno de Chile, 2020.** Contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Chile, actualización 2020. Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf
- **BID, 2021.** Opciones para lograr la carbono-neutralidad: Una evaluación bajo incertidumbre. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18235/0003527>
- **Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2021.** Estrategia Climática de Largo Plazo 2050. Disponible en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/estrategia-climatica-de-largo-plazo-2050/descripcion-del-instrumento/>
- **MMA, 2021.** Informe del Inventario Nacional de Chile 2020: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990 - 2018. Disponible en: https://snichile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Informe_del_Inventario_Nacional_de_GEI_serie_1990-2018.pdf
- **Ministerio de Energía, 2020.** Plan de retiro y/o reconversión de unidades a carbón. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/plan_de_retiro_y_o_reconversion_centrales_carbon.pdf
- **Ministerio de Energía, 2021.** Planificación Energética de Largo Plazo 2023 - 2027, informe preliminar. Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pelp2023-2027_informe_preliminar.pdf

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)