

4^{TO} FORO xm

Una mirada integral a la transición del sector eléctrico.

Reducción de Emisiones en el sector Eléctrico

Marzo 2022

Contexto

- El cambio climático es el mayor reto medioambiental en la actualidad.
- Para todos los países, el sector eléctrico es crucial en sus planes para alcanzar los compromisos de reducción de emisiones contenidos en sus contribuciones nacionalmente determinadas (NDC) bajo el Acuerdo de Paris.
- El panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC) ha declarado que “se requiere descarbonizar prácticamente la totalidad del sector eléctrico a 2050 para alcanzar los objetivos del acuerdo de Paris de limitar el incremento de la temperatura 1,5 ° C comparado a niveles preindustriales y también para alcanzar el objetivo menos ambicioso de 2 °C”.

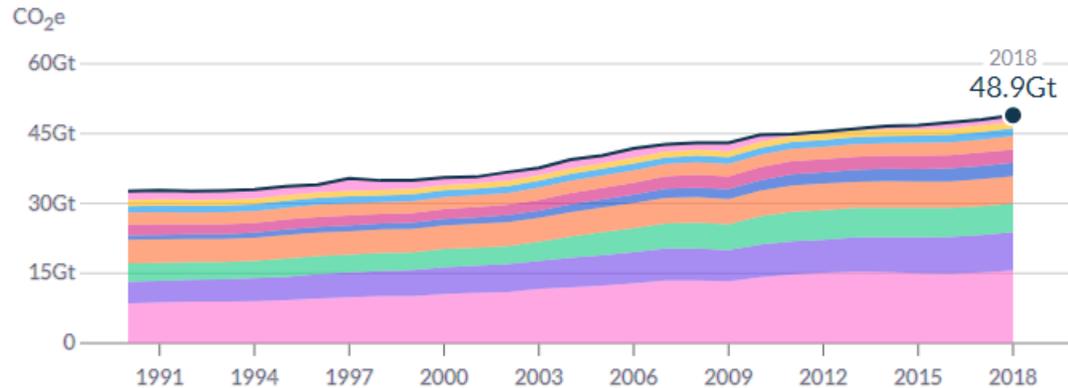


Emisiones Globales de GEI por Sector

Historical GHG emissions

CLIMATEWATCH

Data source: CAIT; Location: World; Sectors/Subsectors: Agriculture, Industrial Processes, Land-Use Change and Forestry, Waste, Building, Electricity/Heat, Fugitive Emissions, Manufacturing/Construction, Other Fuel Combustion, Transportation; Gases: All GHG; Calculation: Total; Show data by Sectors.



2018

Electricity/Heat	32%
Transportation	17%
Manufacturing/Construction	13%
Agriculture	12%
Industrial Processes	5.9%
Fugitive Emissions	5.9%
Building	5.9%
Waste	3.3%
Other Fuel Combustion	3.0%
Land-Use Change and Forestry	2.8%

- El sector de electricidad es el sector individual con mayores emisiones de GEI a nivel global.
- También se considera el sector mas fácil de descarbonizar por la disponibilidad de tecnologías limpias comercialmente viables.

Factor de emisión por fuente:



900 g CO₂/kWh



400 g CO₂/kWh



0 g CO₂/kWh



Descarbonización del Sector Electricidad

- Para lograr la descarbonización es necesaria una transición energética que permita eliminar el carbono de la producción de energía.
- Entre 2009 y 2019, el costo promedio de la generación de energía renovable se ha reducido 89% para solar, 70% para eólica y 87% para el almacenamiento en baterías, la ERNC es la opción mas costo efectiva en el 67% del mundo.
- La electricidad es el vector energético que permite una mayor integración de renovables y, por ello, es la opción más eficaz para descarbonizar otros sectores económicos al menor costo.
- Se espera un gran crecimiento del sector eléctrico impulsado por la electrificación en otros sectores, principalmente en transporte (a través del vehículo eléctrico) y la edificación (a través de la bomba de calor eléctrica).

Desafíos para la Descarbonización

Disponibilidad e intermitencia del recurso de baja emisión:

- Hídrico: Intermitencia estacional, fenómeno del niño y la niña.
- Solar: Intermitencia estacional y día/noche
- Eólica y Mareas: Intermitencia estacional y hora a hora
- Geotérmica: No es intermitente pero la disponibilidad geográfica es limitada.

Medidas para alcanzar la descarbonización del sector eléctrico global a 2040

50 % - 60 %	80% - 90%	100%
<p>Poco o nula Inversión, medidas apalancadas por beneficio económico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia Energética • ERNC competitivas • Almacenamiento de mediano costo • No hay necesidad de cambios sustanciales en el sistema eléctrico. 	<p>Alta inversión con tecnologías existentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta penetración de ERNC. • Almacenamiento de larga duración (hidrógeno) • Manejo de la demanda (carga industrial acoplada a oferta, Smart grids) • Necesidad de mayor interconexión para balance oferta - demanda de recurso intermitente y firme en zonas geográficas más extensas. 	<p>Mayoría de zonas geográficas dependerán de tecnologías nuevas y/o altamente costosas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta dependencia en almacenamiento • Biocombustibles • Captura y almacenamiento de carbono • Tecnologías carbono-negativas • P2H2P • Captura directa del aire (DAC) • Microrredes inteligentes

Reguladores, desarrolladores, operadores y demás actores de la red eléctrica

- Marco regulatorio estable y predecible (señales de mercado y estructuras de compensación transparentes)
- Impulso a renovables, incentivando los mecanismos competitivos.
- Establecimiento de mecanismos de capacidad, que aseguren la firmeza y flexibilidad necesaria al sistema de forma sostenible.
- Fomento de almacenamiento eficiente, para facilitar la gestión de la alta penetración de las renovables.
- Fiscalidad medioambiental homogénea, todas las energías asumen el costo de la descarbonización, "quien contamina más, paga más".
- Eliminación de barreras a la electrificación.
- Alianzas Público-Privadas
- Tarifas eléctricas libres de costos ajenos al suministro.
- Impulso a I+D en soluciones limpias.
- Desarrollo y digitalización de la infraestructura de red para acoplar proyecciones de flujo de energía y patrones de consumo.
- Redes inteligentes y energía distribuida.
- Inclusión de otros activos en las plataformas de transacción: almacenamiento de energía y almacenamiento de CO2, hidrógeno.

Captura y Secuestro/Aprovechamiento de Carbono (CCUS)

Capturar el CO₂ de la combustión de combustibles fósiles y posteriormente:

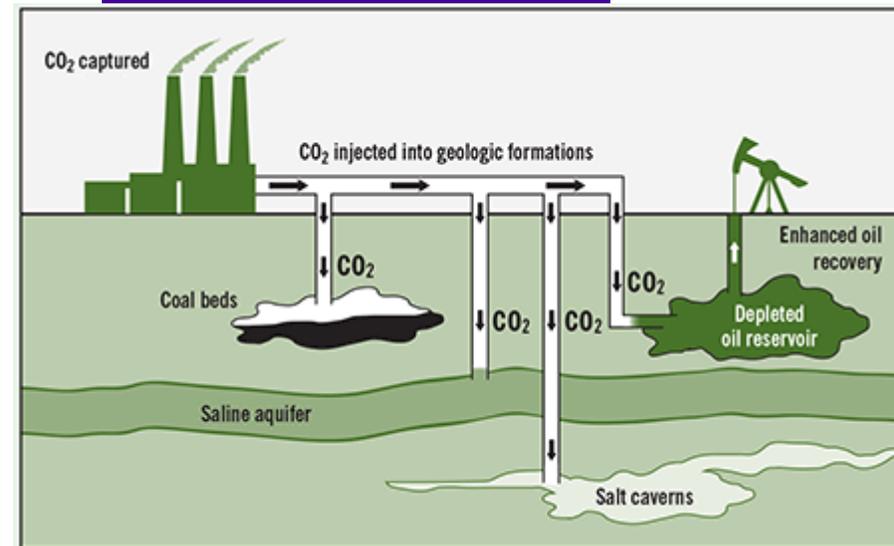
- Almacenarlo permanente en formación geológica.
- Aprovecharlo: Recuperación mejorada de petróleo, usos industriales.

Ventajas

- CCUS aplicable en sectores que no tienen otras opciones de descarbonización: Cemento, Ferro industria, manufactura de productos químicos, combustibles sintéticos
- Adaptable a facilidades existentes: plantas de generación, instalaciones industriales que de otro modo continuarían emitiendo grandes cantidades de CO₂ en el 2050. Se estima que esta tecnología es aplicable a 1/4 de las emisiones total del sector energía a nivel global.
- CCUS viabiliza económica y ambientalmente tecnologías necesarias para la transición energética: hidrógeno a partir de combustible fósiles.

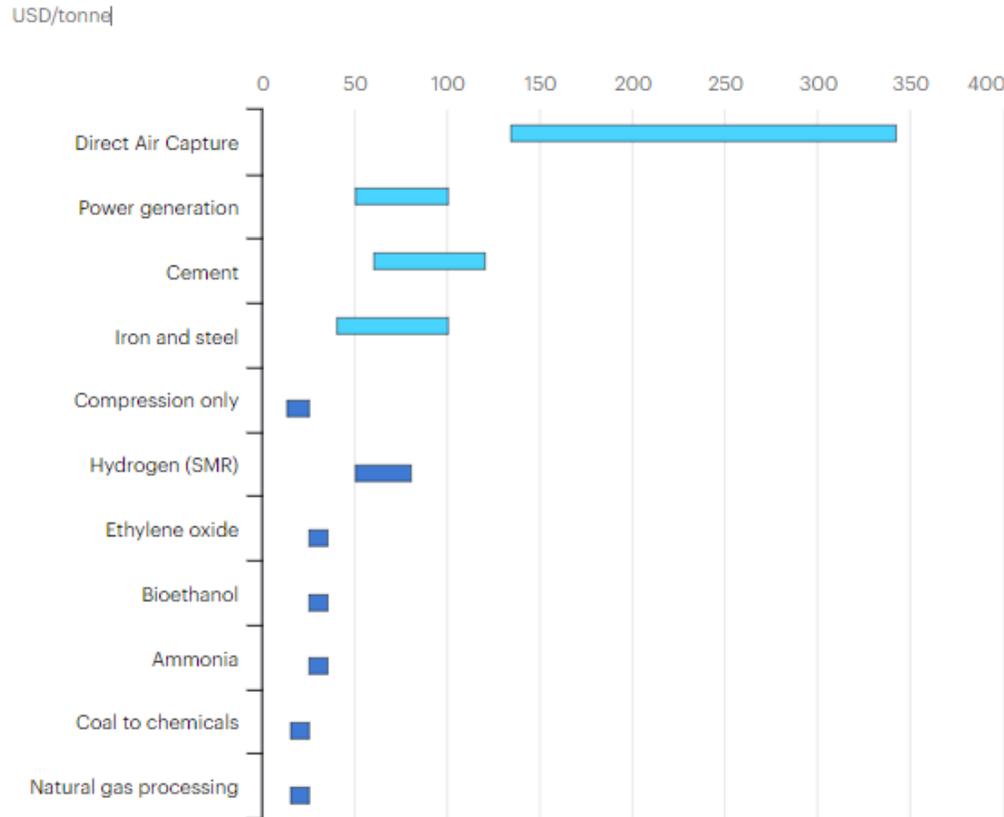
Desafíos

- Costo
- Disponibilidad geográfica de formaciones geológicas aptas para almacenamiento permanente.



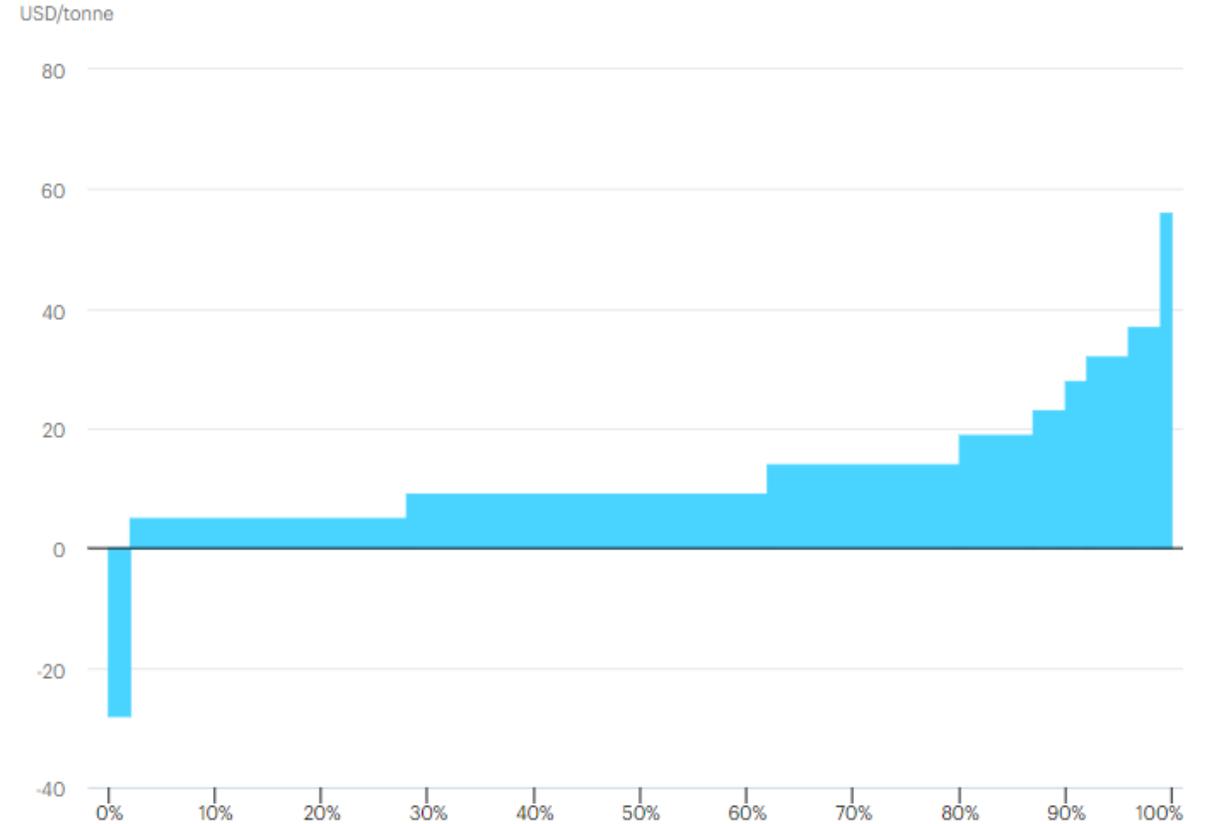
Captura y Secuestro/Aprovechamiento de Carbono (CCUS)

Levelised cost of CO2 capture by sector and initial CO2 concentration, 2019

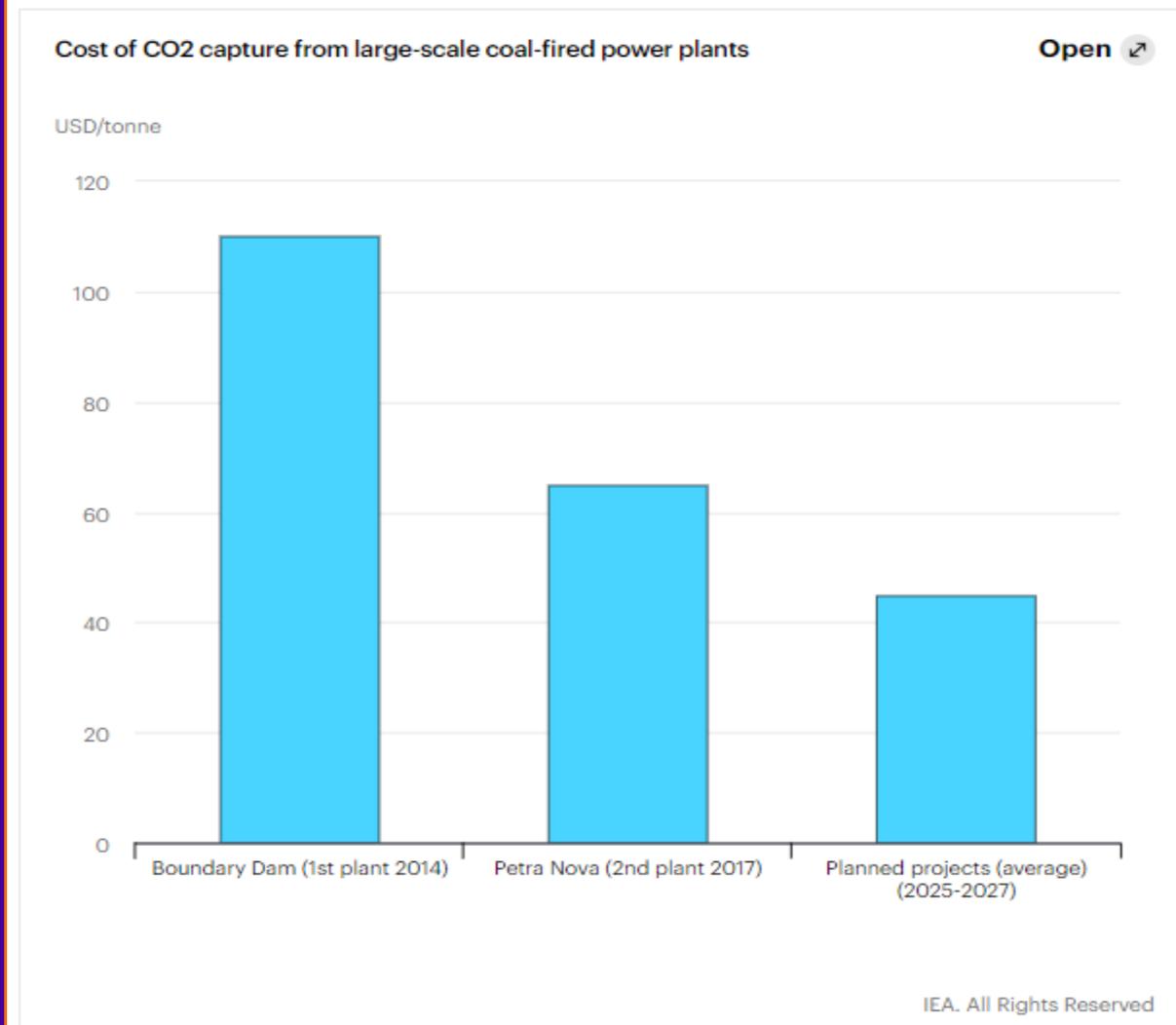


IEA. All Rights Reserved

Indicative CO2 storage cost curve for the United States, onshore



IEA. All Rights Reserved

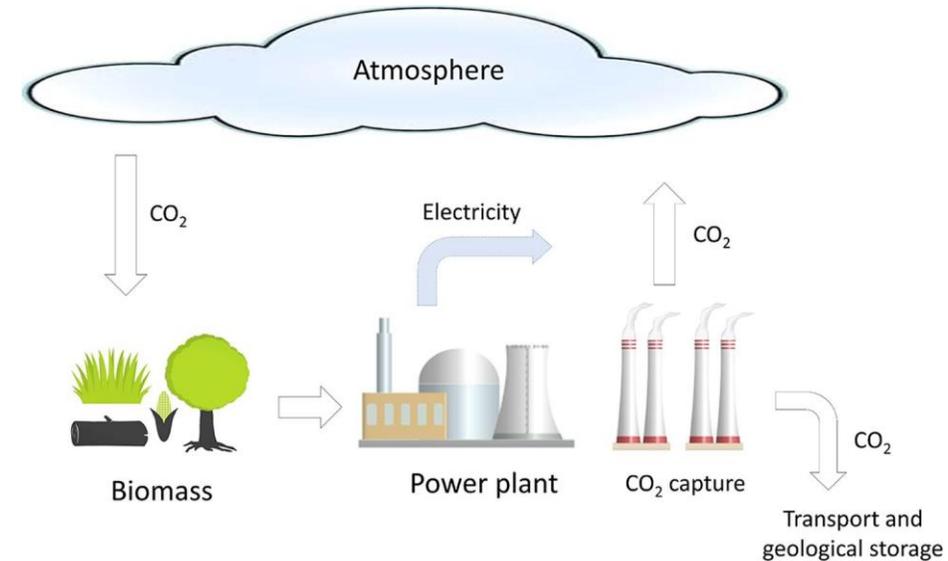


Captura y Secuestro/Aprovechamiento de Carbono (CCUS)

- El costo de captura se ha reducido ostensiblemente en proyectos de gran escala.
- En el sector de generación eléctrica el costo por tonelada se redujo 35% del primer al Segundo Proyecto.
- Se espera que la tendencia con la expansión acelerada de este sector.

Bioenergía + Captura y Secuestro/Aprovechamiento de Carbono (BECCS)

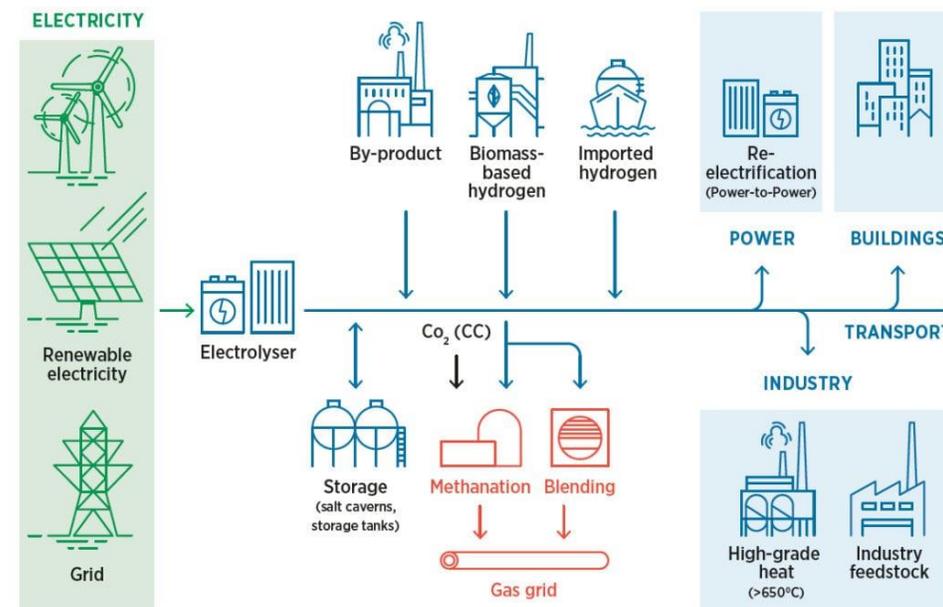
- Biomasa carbono-neutral como residuos agrícolas, pellets de madera se usa para generar electricidad adicionando CCUS de las emisiones de CO₂ resultantes de la combustión.
- Tecnología relativamente nueva en I&D. resulta en emisiones netas negativas. Potencial neto de reducción (por simulaciones) -0.647 - -1.137 tCO₂e / MWh.
- Costo de emisiones de CO₂ evitadas 60 – 120 USD por ton CO₂
- Agregar CCS a una planta de generación eléctrica incrementa el LCOE entre 30% y 78%.
- Se requiere precio al carbono entre USD120/tCO₂ - USD190/tCO₂ para que la tecnología sea competitiva en comparación a la generación a gas natural.
- Plantas de generación a carbón podrían ser convertidas a BECCS.



Fuente: Emineke (2020). Initial techno-economic screening of BECCS technologies in power generation for a range of biomass feedstock
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213138820300916>

Electricidad a Hidrógeno a Electricidad (P2H2P)

- Convertir electricidad en hidrógeno que puede almacenarse y reconvertirse en electricidad.
- El hidrógeno permite almacenar la energía por periodos largos.
- El hidrógeno puede ser mezclado y transportado en la red existente de gas natural logrando integración de energía limpia para usos de térmicos en regiones geográficas distantes.
- Aun es caro e ineficiente, 10 MWh resultan en 3 MWh al final del proceso.
- A medida que la tecnología evolucione y mejore costo eficiencia puede convertirse en una opción útil para lograr mayor integración con energías renovables intermitentes.



Fuente: IRENA

Emisiones GEI - Colombia

Emisiones netas proyectadas a 2030: 169.4 Mt CO₂e

Compromisos NDC

- Reducción frente a BAU 51% a 2030
- Proyección Carbono-neutralidad a 2050

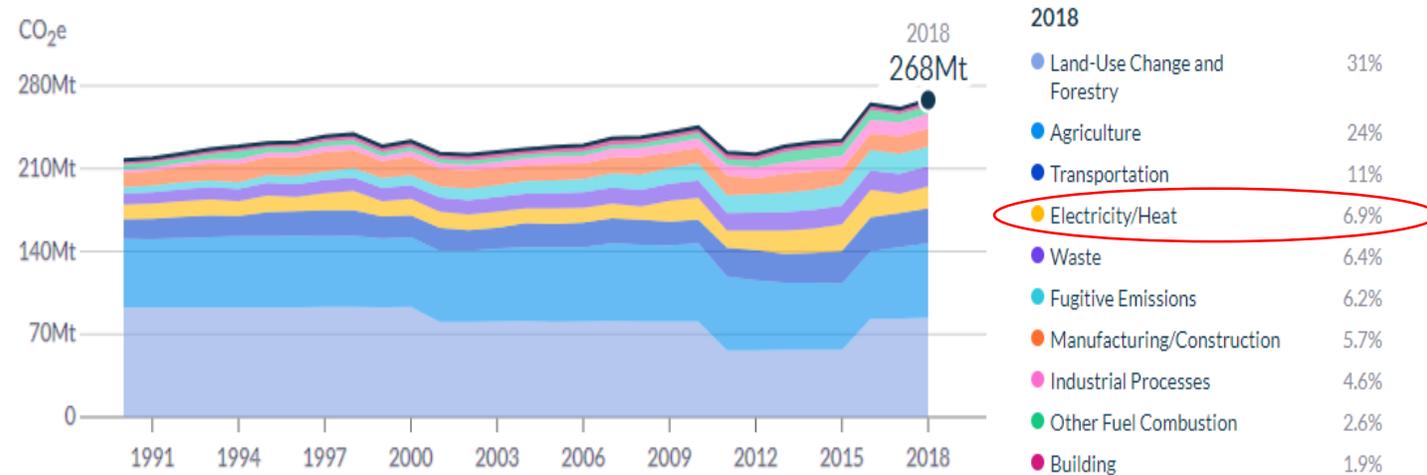
Actualización NDC: 30/12/2020 – NDC Registry UNFCCC

- Se estima que Colombia aporta un 0,42% de las emisiones globales de CO₂.
- Al sector de generación de electricidad le corresponden 7% de las emisiones del país.

Historical GHG emissions

CLIMATEWATCH

Data source: CAIT; Location: Colombia; Sectors/Subsectors: Agriculture, Industrial Processes, Land-Use Change and Forestry, Waste, Building, Electricity/Heat, Fugitive Emissions, Manufacturing/Construction, Other Fuel Combustion, Transportation; Gases: All GHG; Calculation: Total; Show data by Sectors.



Fuente: **CLIMATEWATCH**

<https://www.climatewatchdata.org/>

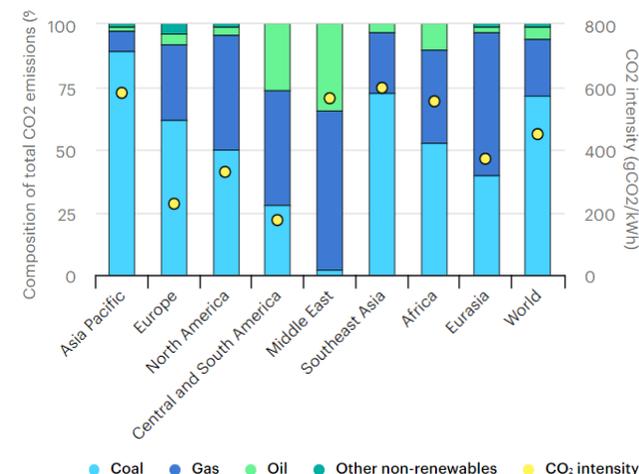
Sector Eléctrico Colombiano

- Colombia tiene una de las matrices de generación eléctrica más limpias del mundo.
- Factor de emisión del SIN Colombia 2020: 203 g CO₂e/KWh
- La alta dependencia recurso hídrico = vulnerabilidad ante escenarios de hidrología crítica.
- Durante los períodos de normalidad hidrológica, la generación hidráulica está en capacidad de abastecer cerca del 85% de la demanda.
- Durante períodos secos, como 2009-2010 y 2015-2016 (fenómeno de El Niño), las fuentes de generación térmica cubrieron casi el 50% de la demanda, incurriendo en altos costos de generación y mayores emisiones de gases efecto invernadero.

Estrategia de Descarbonización del sector eléctrico

- ✓ Diversificación de la matriz energética sin afectar la confiabilidad del SIN.
- ✓ Promoción de la generación de energía mediante FNCER.
- ✓ Transformación de la generación energética en las Zonas No Interconectadas.

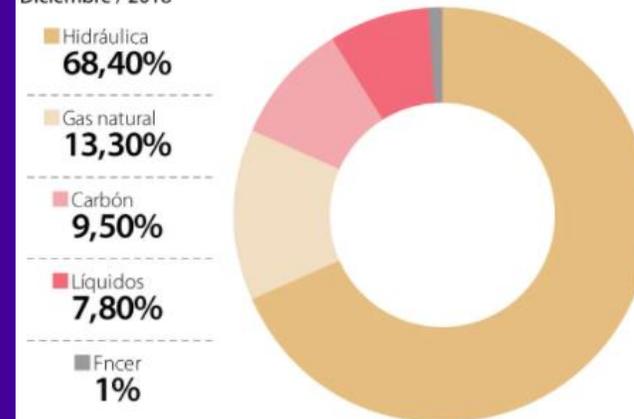
Composition of CO₂ emissions and emission intensity in 2020



MATRIZ DE CAPACIDAD DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

Diciembre / 2018

IEA. All Rights Reserved

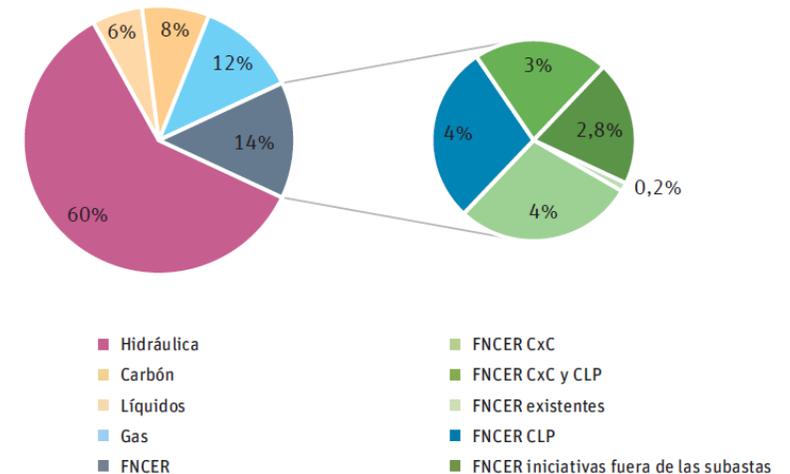


Antecedentes Regulatorios

- Ley 1753 de 2015 PND 2014: RENARE
- Ley 1819 de 2016: Reforma tributaria – Impuesto al carbono
- Decreto 926 de 2017: No causación del impuesto al carbono
- Resolución 1447 de 2018: Reglamenta el RENARE como parte del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las acciones de mitigación a nivel nacional.
- Ley 1931 de 2018: Programa Nacional de Cupos Transables (PNCT).
- Resolución 4 0807 de 2018: Plan Integral de Gestión de Cambio Climático del sector minero-energético. Compromiso de reducir 11,2 Mton de CO2 al año 2030, que corresponde al 18% de la meta nacional de cambio climático.
- Ley 2099 de Transición Energética 2021 I&D para FNCER, promoción geotermia, promoción de hidrogeno, promoción de CCUS, incentivos a la movilidad eléctrica.

Para 2022, se espera que Colombia cuente con 2.400 megavatios de capacidad instalada de FNCER, pasando de menos del 1% de la matriz eléctrica en 2018 a cerca del 14% en 2022.

Composición canasta generación en 2022



Fuente: Ministerio de Minas y Energía (2021). Transición energética: un legado para el presente y el futuro de Colombia.

Carbono-neutralidad a 2050



3 de Marzo de 2022, lanzamiento de la Alianza Sector eléctrico Carbono Neutral

- Articular a las empresas, promover de manera voluntaria la carbono neutralidad de las actividades del SIN.
- Acciones a mediano (2030) y largo (2050) plazo

Empresas adheridas:



Asegurar la confiabilidad del sistema eléctrico con alta penetración de FERNC y mitigación de las emisiones a partir de combustibles fósiles

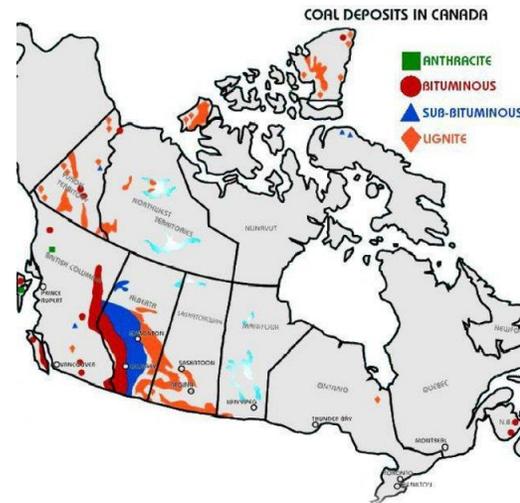
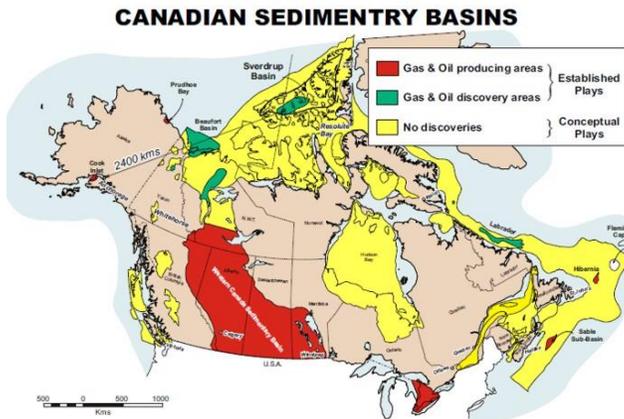
- Mayor participación de FERNC incluyendo geotermia, eólica en mar, biomasa de residuos
- Soluciones de Almacenamiento: baterías , hidrogeno
- Masificación de la movilidad eléctrica
- CCSU para mitigar las emisiones de la energía a partir de combustibles fósiles
- Soluciones tecnológicas para la red: digitalización, gestión de la demanda, redes inteligentes, generación distribuida.

Caso Alberta - Canadá

Provincia rica en combustibles fósiles

- Tercer país con mayores reservas de petróleo.
- Treceavo país en reservas de carbón.

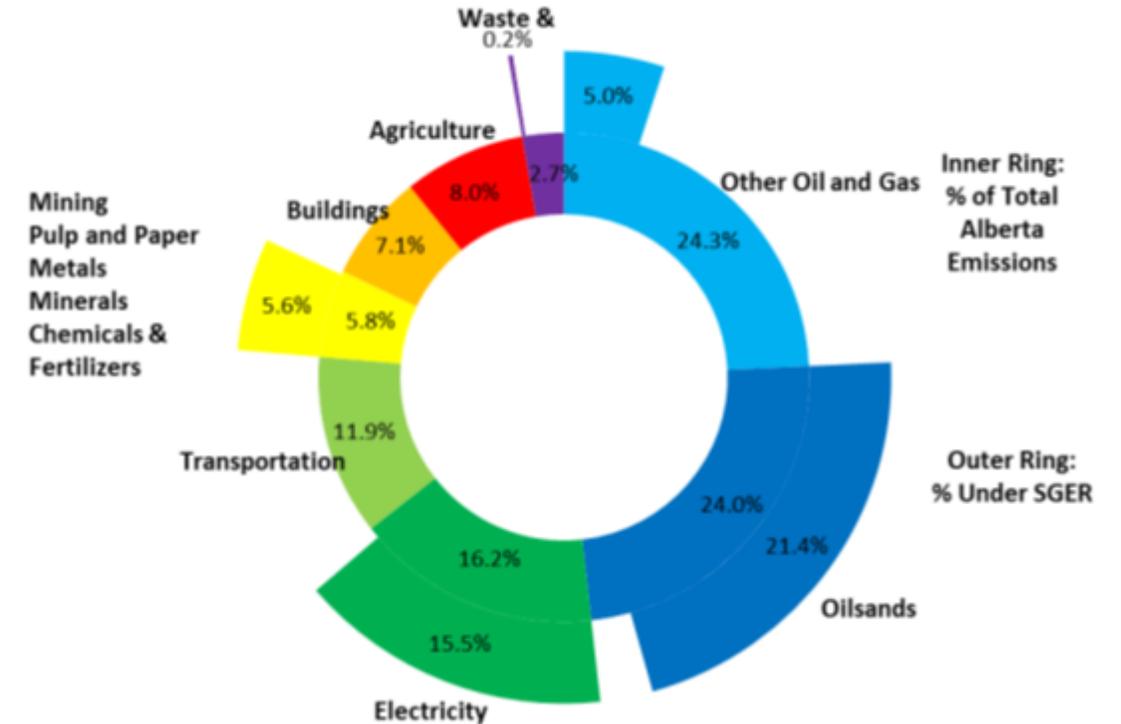
El consumo de electricidad per cápita en Alberta era 18.7 MWh (en Colombia es 1.3 MWh)



- Coal (43%)
- Natural Gas (40%)
- Hydro (6%)
- Wind (8%)
- Biomass and other (3%)

Total Capacity = 14,598 MW

Alberta 2014 Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector
Total 274 Mt



Medidas Regulatorias

Plan de acción climática de 2015:

- Abandono de la Generación eléctrica a carbón antes de 2030
- Participación de 30% de energías renovables a 2030

Acciones Concretas:

- Cambios al el Sistema de Comercio de Emisiones

Metas de reducción del sector eléctrico pasaron de ser específicas por facilidad basada en desempeño histórico a ser única sectorial con la carbono intensidad de la instalación más eficiente del sector (0.37 ton CO₂e/MWh)

Permitir el ingreso de productores de energía renovable al sistema: acceso a créditos de carbono para venta en el mercado regulado

- Utilización de los recursos obtenidos por pago de obligaciones (impuesto al carbono) en iniciativas de reducción y aceleración de la innovación climática.

Acuerdos económicos con los generadores a carbón afectados con la condición de reinvertir los fondos en tecnologías limpias dentro de la provincia: renovables, conversión de carbón a gas.

Financiación de proyectos a gran y mediana escala de energía renovable

Financiación de megaproyectos de captura y secuestro de carbono: creación de hub de secuestro de carbono de uso compartido

Apoyo a Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías limpias

Impacto del Precio al Carbono

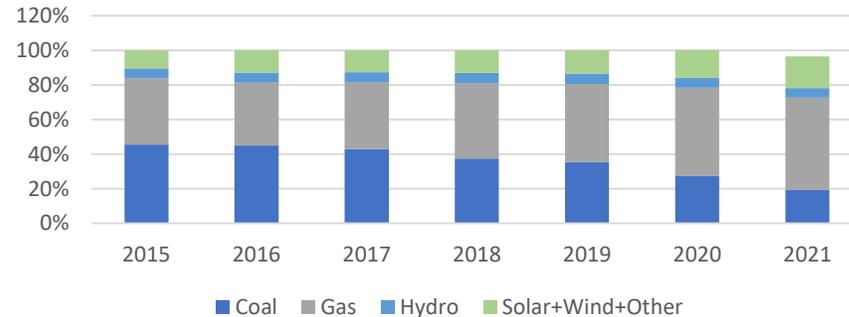
TABLE 4: Estimated Carbon Price Impact by Generator Type

Generator Type	Estimated Heat Rate, GJ/MWh	Estimated Carbon Intensity, t/MWh	Regulated “High-Performance Benchmark”, t/MWh	Carbon Price (2022), \$/t	Generator Cost of Carbon, \$/MWh
Sub-Critical Coal	12.5	1.00	0.37	\$50	\$31.50
Coal-to-Gas Boiler Conversion	12.5	0.70	0.37	\$50	\$16.56
Simple-Cycle Gas	9.68	0.54	0.37	\$50	\$8.65
Combined-Cycle Gas	7.0	0.39	0.37	\$50	\$1.14
Renewable Generation (EPCs) ²⁶	N/A	0.00	0.37	\$50	-\$18.50
Renewable Generation (Offsets)	N/A	0.00	0.53	\$50	-\$26.50

Fuente: AESO 2021 Long-term Outlook. <https://www.aeso.ca/assets/Uploads/grid/lto/2021-Long-term-Outlook.pdf>

Resultados

Matriz de Generación Eléctrica por Fuente



	Coal	Gas	Hydro	Solar/Wind/Other
2015	45%	38%	6%	10%
2016	45%	36%	6%	13%
2017	43%	39%	6%	13%
2018	37%	44%	6%	13%
2019	35%	45%	6%	13%
2020	28%	51%	6%	16%
2021	19%	53%	5%	18%

TABLE 6: Reference Case Coal-to-gas Conversion Dates and Capacity

Unit Name	Capacity (MW)	Conversion Year	Retirement Year
Battle River 4	155	Partial conversion to gas, no full conversion assumed	2025
Battle River 5	385	2020	2032
Genesee 1	400	2021	2036
Genesee 2	400	2021	2036
Genesee 3	466	2021	2037
Keephills 1	395 MW in 2021 and 70 MW in 2022 and onwards	No full conversion, only partial conversion assumed	2029
Keephills 2	395	2021	2034
Keephills 3	463	2021	2037
Sundance 4	406 MW in 2021 and 113 MW in 2022 onwards	No full conversion, only partial conversion assumed	2027
Sundance 5	406	2022	2033
Sundance 6	401	2020	2033
Sheerness 1	400	2021	2035
Sheerness 2	400	2020	2035

Fuente: AESO 2021 Long-term Outlook.

<https://www.aeso.ca/assets/Uploads/grid/lto/2021-Long-term-Outlook.pdf>

- Cofinanciación de proyectos de eficiencia energética y energía solar residencial, en comunidades indígenas y municipalidades.
- Financiación de Proyectos Energía Renovable a gran escala.
- Segunda ronda de financiación de proyectos CCSU por \$131 millones con fondos del TIER, incluye 4 proyectos relacionados con generación o cogeneración de electricidad.

Proyecciones a 2030

FIGURE 2: Impact of Carbon Price

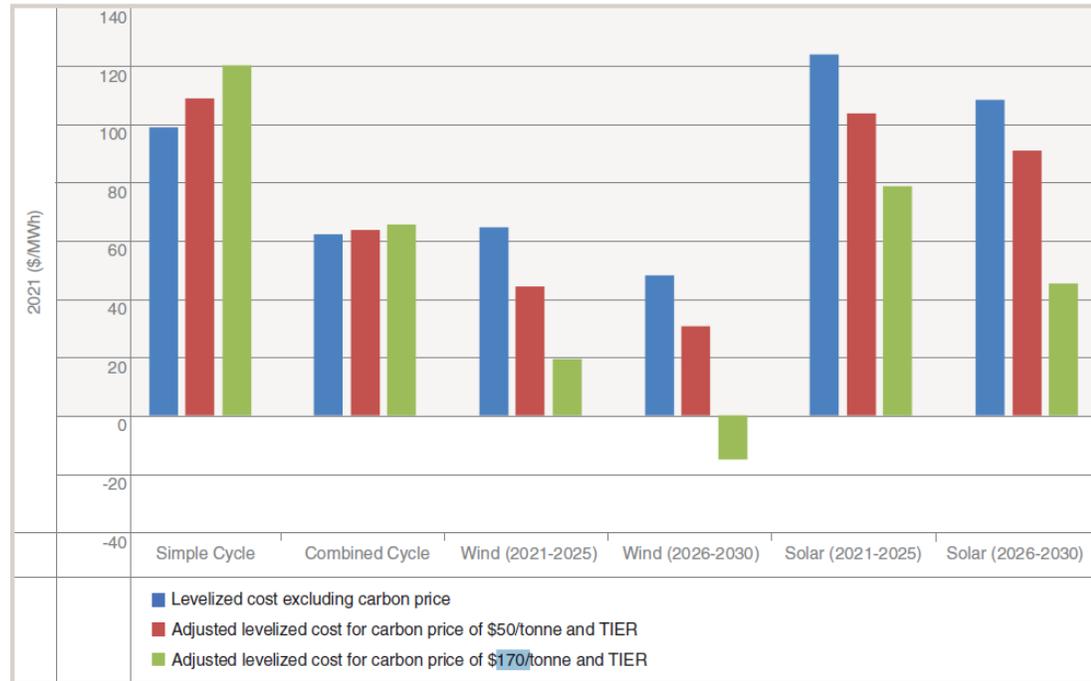
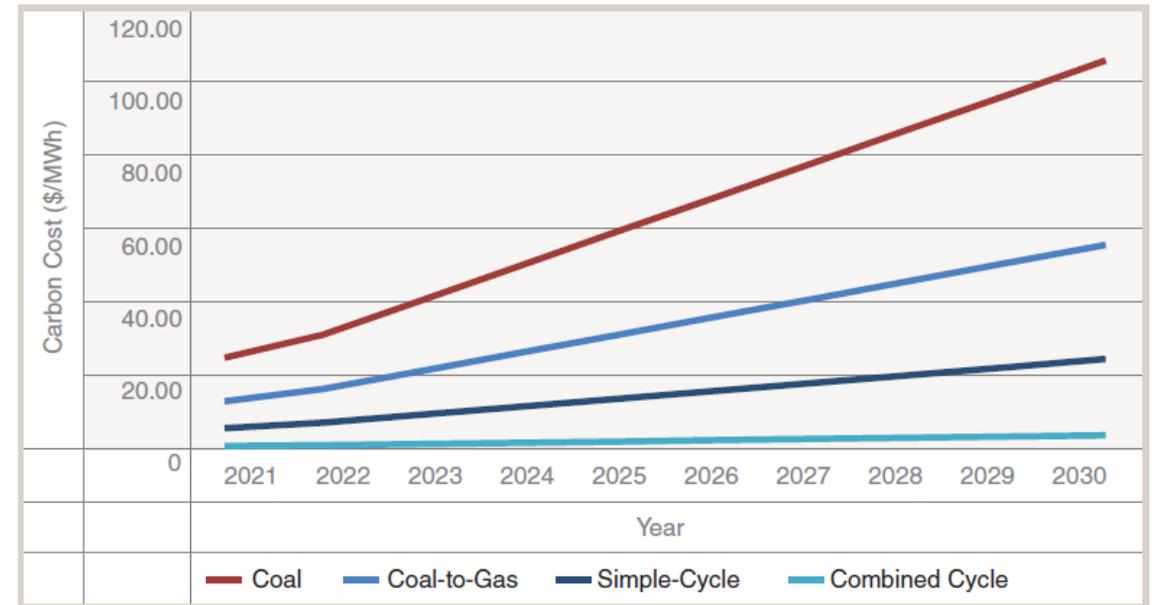
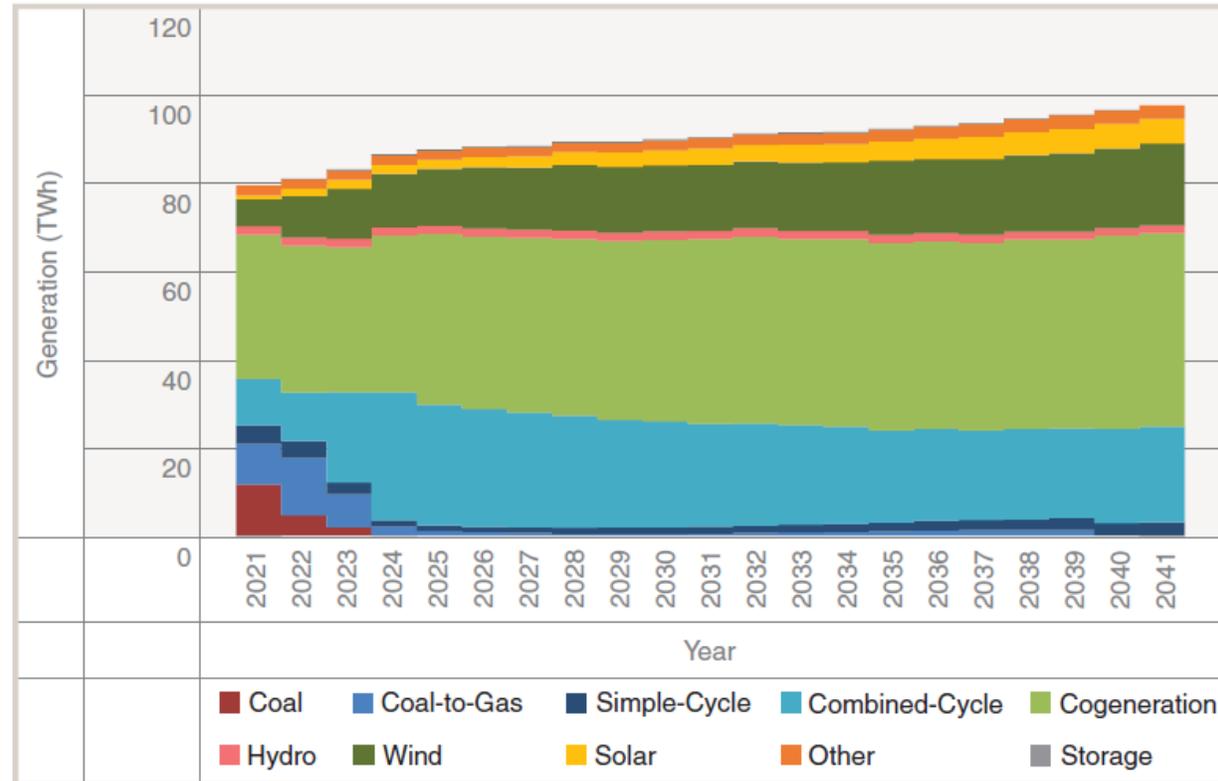


FIGURE 19: Carbon Cost of Fossil Fuel Generators in Alberta Under TIER with \$170-per-tonne Carbon Price



Fuente: AESO 2021 Long-term Outlook. <https://www.aeso.ca/assets/Uploads/grid/lto/2021-Long-term-Outlook.pdf>

Proyecciones a 2030



Fuente: AESO 2021 Long-term Outlook. <https://www.aeso.ca/assets/Uploads/grid/lto/2021-Long-term-Outlook.pdf>

4^{TO} FOROxm

Una mirada integral a la transición del sector eléctrico.

xm

Sumando energías

Gracias



xmsaesp



XM_SA_ESP



XM



XM SA ESP



XM_SA_ESP