

Valorización energética de residuos. Oportunidades y desafíos

Javier Obach Martiniello

Jefe Unidad Ambiental
División Ambiental y Cambio Climático
Ministerio de Energía

Seminario SONAMI
"Implementación de la Ley REP – Neumáticos Fuera de Uso: Implicancias para la Minería
04 octubre 2019



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Crecimiento poblacional y servicios asociados

**7,3 billones
2018**

**9 - 10
billones
al 2050**

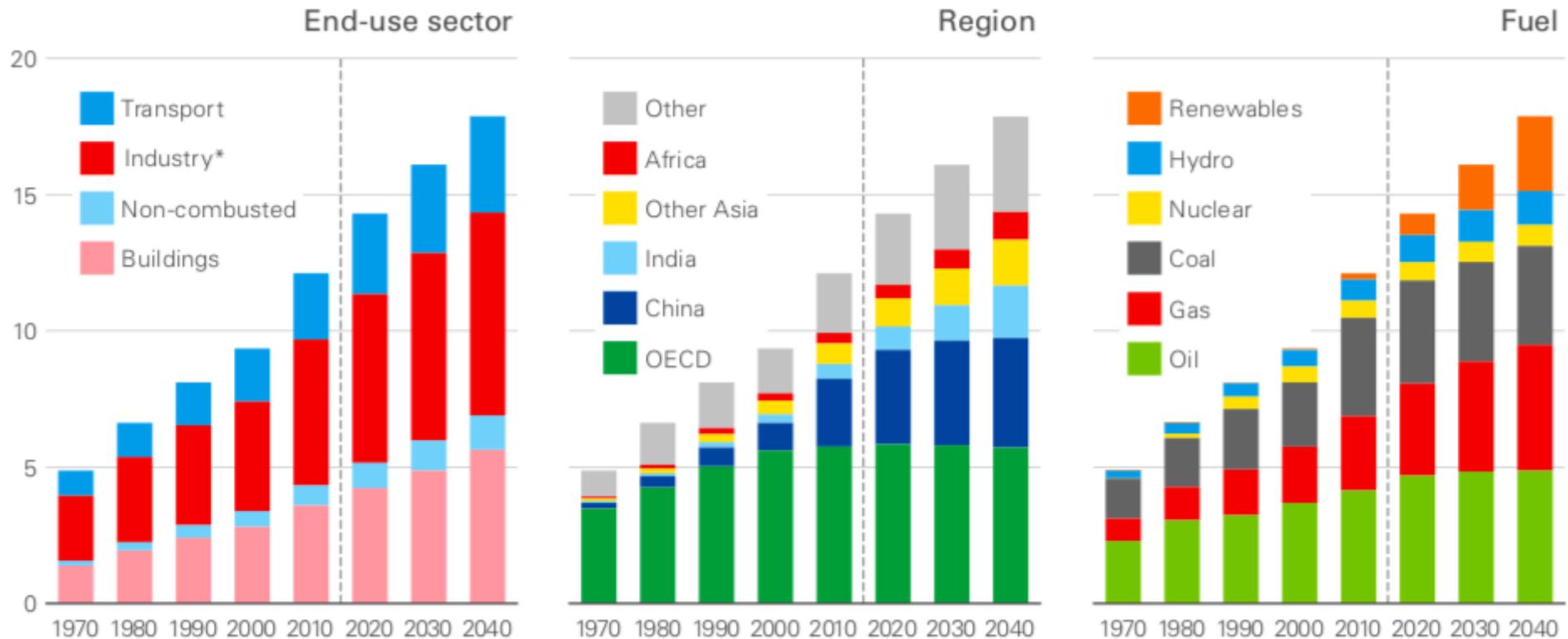
**SOBREPOBLACION
SOBRECONSUMO**

Matriz energía primaria a nivel mundial

The *Outlook* considers the energy transition through three different lenses: sectors, regions and fuels

Primary energy demand

Billion toe

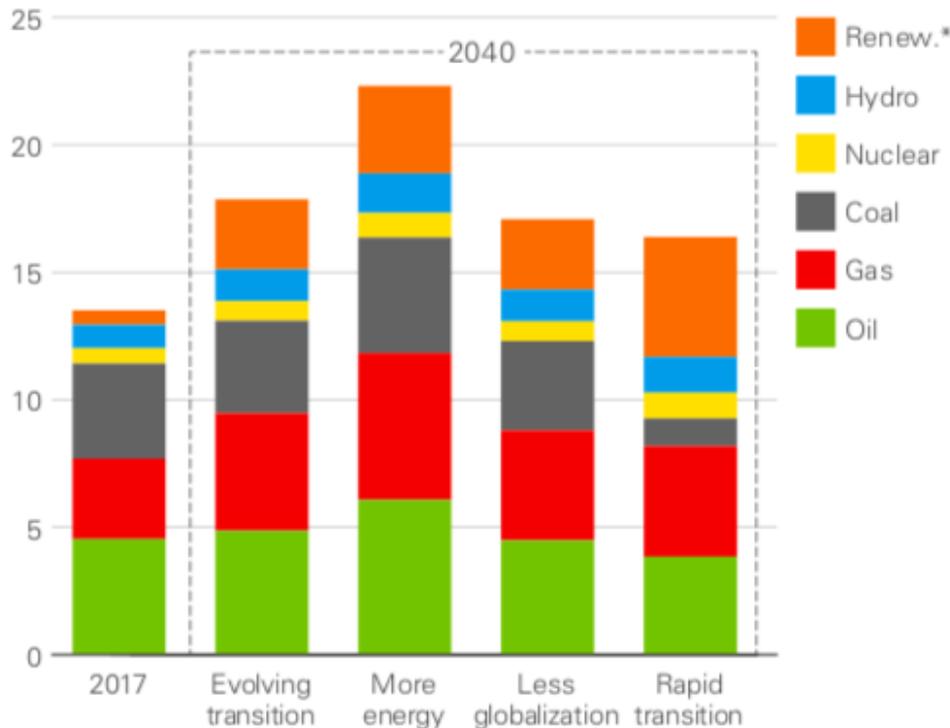


Matriz energía primaria a nivel mundial

The *Energy Outlook* considers a range of scenarios to explore different aspects of the energy transition

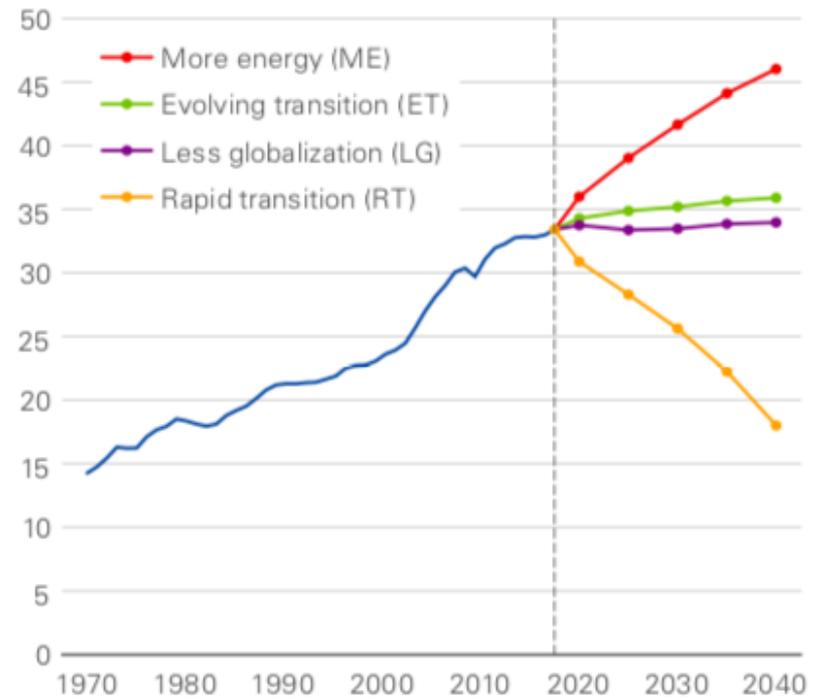
Primary energy consumption by fuel

Billion toe



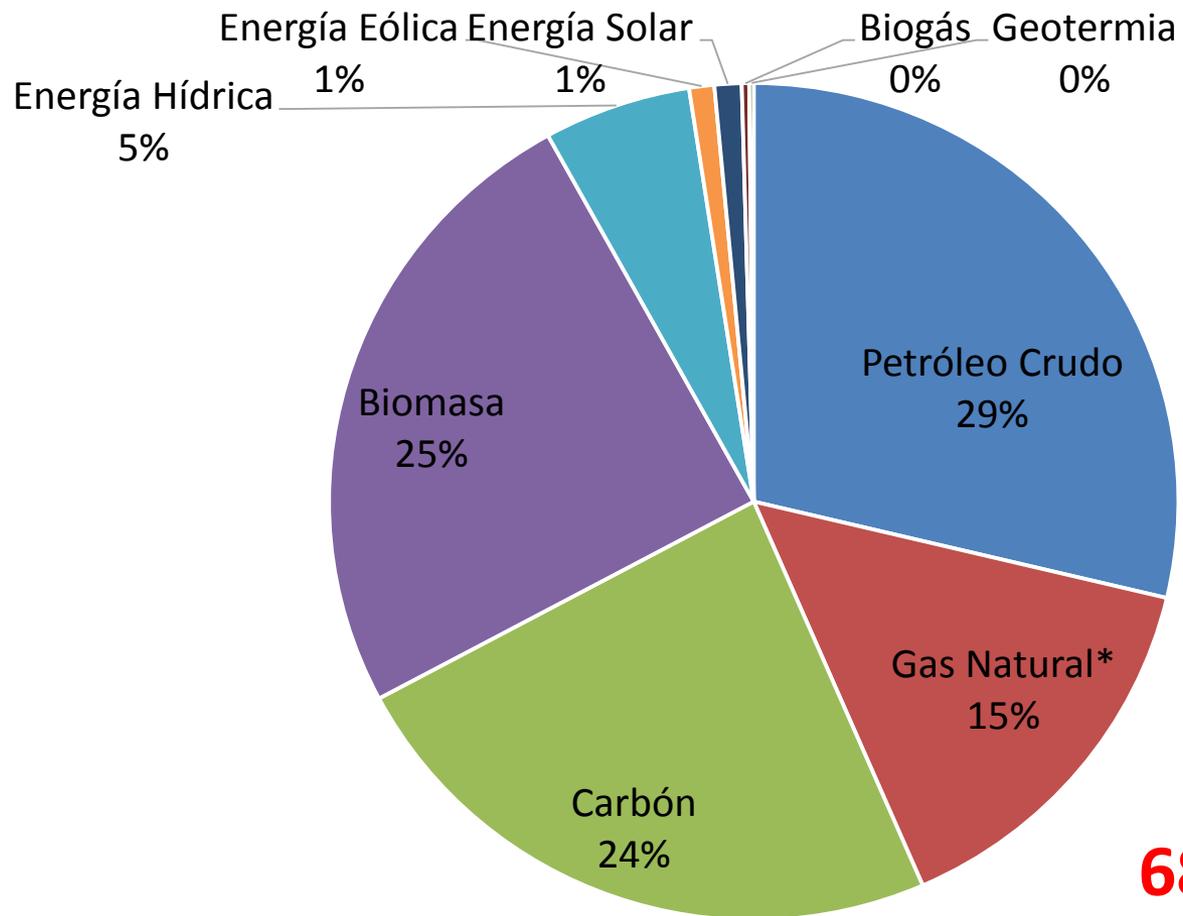
CO₂ emissions

Gt of CO₂



*Renewables includes wind, solar, geothermal, biomass, and biofuels. For full list of data definitions see p138

Balance Nacional de Energía 2017 (energía primaria)



68% Térmico

32% Renovable

Balance Nacional de Energía 2017 (energía primaria)

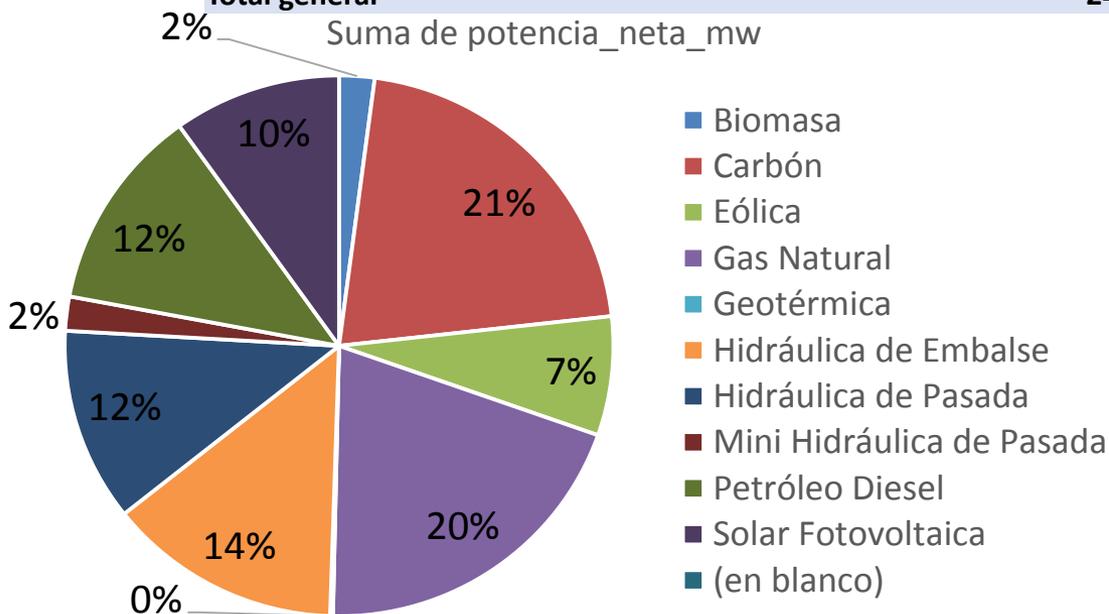
Energético	Producción bruta	Importación	Exportación	Variación de stock	Oferta Primaria
Petróleo Crudo	1.840,60	91.978,10	-	71,35	93.747,35
Gas Natural*	11.448,40	38.941,35	1.967,25	145,65	48.276,84
Carbón	10.335,35	70.270,33	3.895,04	-759,74	77.470,38
Biomasa	80.712,15	-	-	-113,76	80.825,90
Energía Hídrica	18.340,13	-	-	-	18.340,13
Energía Eólica	3.117,98	-	-	-	3.117,98
Energía Solar	3.366,65	-	-	-	3.366,65
Biogás	923,40	-	-	-	923,40
Geoterminia	548,68	-	-	-	548,68
Total	TCal 130.633,33	201.189,77	5.862,29	-656,50	326.617,31

Energético	Unidad	Producción Bruta	Importación	Exportación	Var. Stock+ Perd y Error Est.	Consumo Bruto
Petróleo Crudo	(Mil m3)	199,84	9.986,41	-	7,75	10.178,51
Gas Natural	(Millones m3)	1.225,61	4.168,86	210,60	15,59	5.168,27
Carbón	(Mil ton)	1.476,48	10.038,62	556,43	108,53	11.067,20
Leña y Biomasa	(Mil ton)	23.060,61	-	-	32,50	23.093,12
Energía Hídrica	(GWh)	21.325,73	-	-	-	21.325,73
Energía Eólica	(GWh)	3.625,56	-	-	-	3.625,56
Energía Solar	(GWh)	3.914,71	-	-	-	3.914,71
Biogás	(Millones m ³)	164,89	-	-	-	164,89
Geoterminia	(GWh)	63,80	-	-	-	63,80

Somos compradores de energía (dependencia energética)

Capacidad eléctrica instalada a abril 2019

Etiquetas de fila	Suma de potencia_neta_mw	Cuenta de tipo_final
Biomasa	507	39
Carbón	5.142	29
Eólica	1.730	31
Gas Natural	4.859	29
Geotérmica	40	1
Hidráulica de Embalse	3.355	11
Hidráulica de Pasada	2.812	60
Mini Hidráulica de Pasada	496	114
Petróleo Diesel	2.961	140
Solar Fotovoltaica	2.402	131
(en blanco)		
Total general	24.303	585



Capacidad instalada solar + eólica

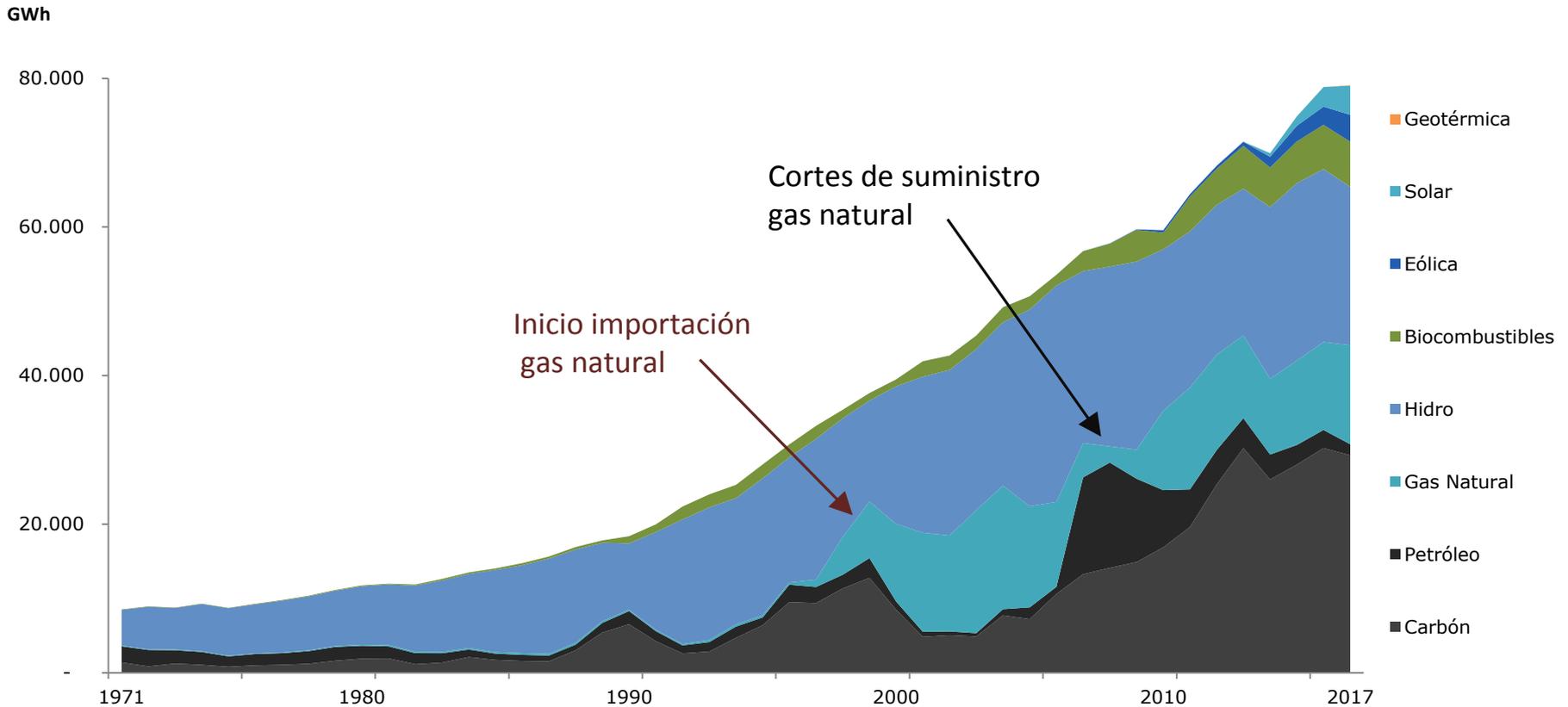
19%

53% Fósil

47% Renovable

Demanda de energía eléctrica

Actualmente, el 40% de la matriz de generación eléctrica se basa en el carbón

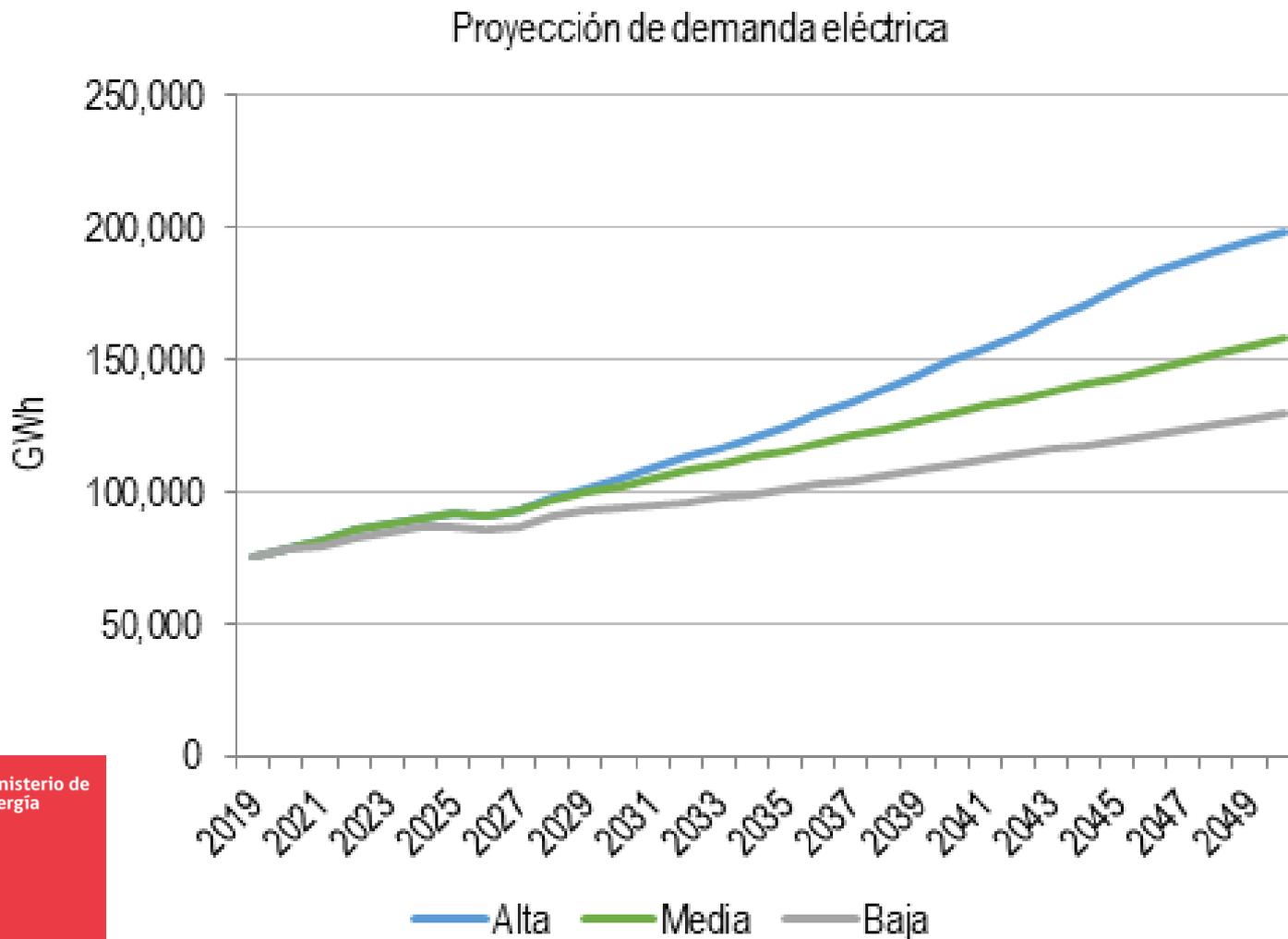


Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Demanda de energía eléctrica

Se espera que la demanda de energía eléctrica continúe aumentando en el tiempo



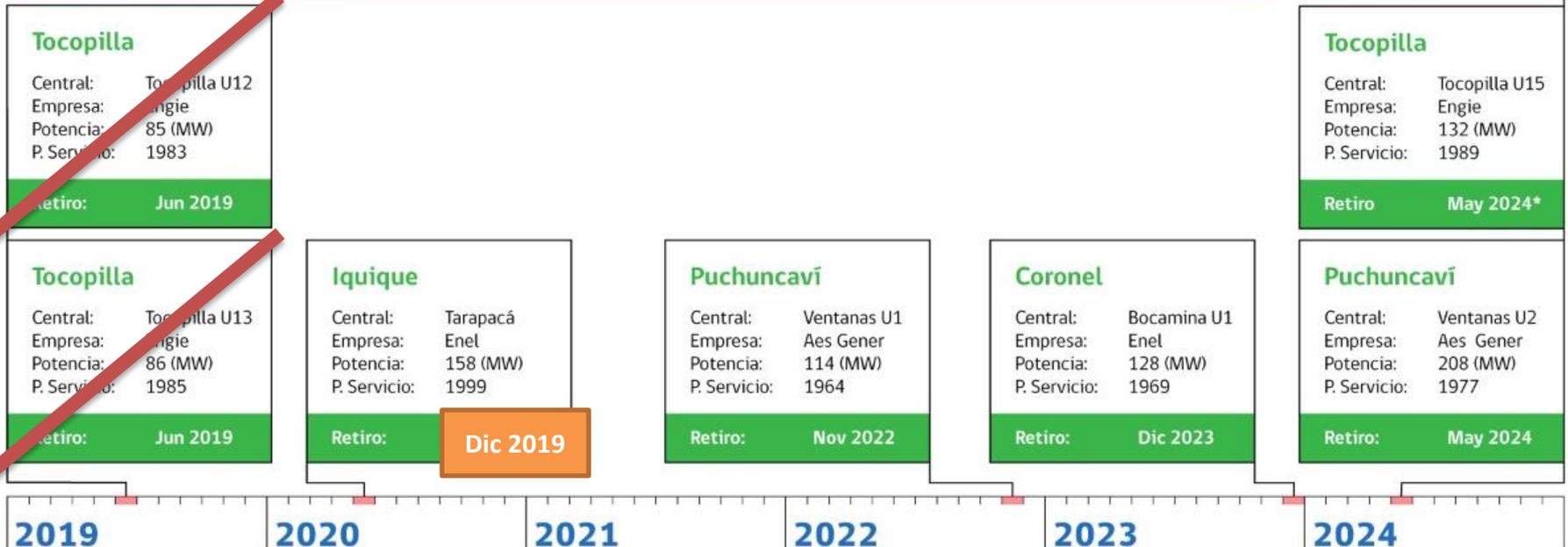
Demanda de energía eléctrica

Tenemos el desafío de retirar las centrales termoeléctricas a carbón al 2040 y posibilitar el despliegue de energías renovables y la diversificación de la matriz eléctrica.



Cronograma de la primera etapa de cierre de operaciones de las centrales a carbón 2019 - 2024

Primera fase: 1.047 MW



Fuente: Ministerio de Energía

* Podría salir en enero de 2023 sujeto a la construcción de nuevas centrales renovables

Reemplazo del carbón en la generación de energía eléctrica

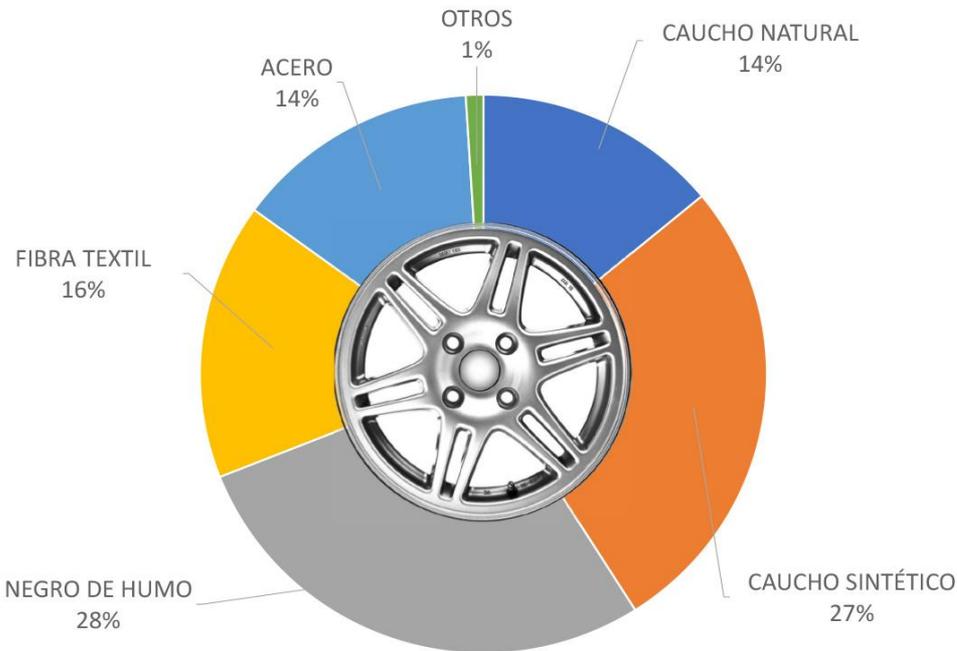
El incremento de las energías renovables requerirán un incremento de magnitudes equivalentes en líneas de transmisión que conecten los centros de generación con los centros de consumo.

Otras posibilidades para la diversificación de la matriz y reemplazo de la generación a carbón son:

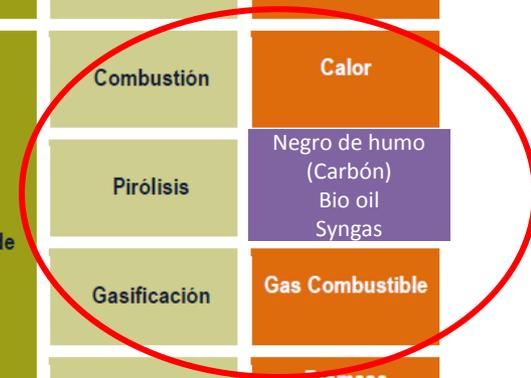
- ❖ Eficiencia energética
- ❖ Energías marinas
- ❖ Tecnologías de almacenamiento
- ❖ Generación distribuida
- ❖ Calefacción distrital
- ❖ **Conversión de residuos en energía o Waste to Energy (WTE)**

¿Qué es Waste to Energy?

Waste to Energy (o WTE) es una familia de diversas tecnologías utilizadas para el tratamiento de residuos



Tipo de Proceso	Pre-tratamiento	Proceso	Producto
Químicos	Extracción	Esterificación	Biodiesel
Biológicos	Hidrólisis	Fermentación	Bioetanol
		Digestión Anaeróbica	Biogás
Termoquímicos	Secado Reducción de tamaño	Combustión	Calor
		Pirólisis	Negro de humo (Carbón) Bio oil Syngas
		Gasificación	Gas Combustible
		Torrefacción	Biomasa Torrefactada
Mecánico	Secado Reducción de tamaño	Peletización	Pellets de Biomasa



CIUDAD DE MEXICO

1.600.000 ton/año
VEOLIA



Ejemplos en LATAM

SAO PAULO

300.000 ton/año
Por iniciar construcción



TEMUCO

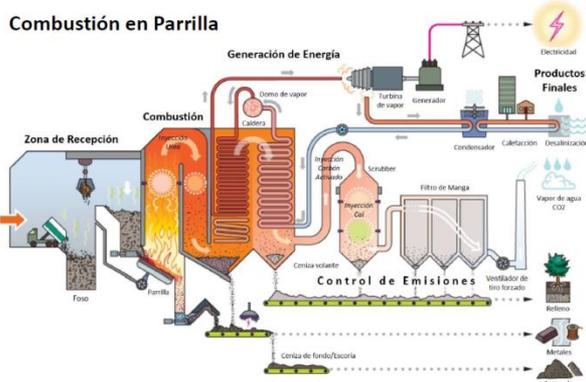
190.000 ton/año



Proceso modificado



Combustión en Parrilla



Datos generales:

- Capacidad: 190.000 ton/a
- Potencia eléctrica: 16 MW
- Energía eléctrica: 98.000 MWh/a
- Energía térmica: 98.000 MWh/a



Biodigester en Sector Lechero Región
Los Lagos, Chile

Gestión de los NFU en Chile

Incineración Cementera

Gestión de NFU en Cementera Melón

Año	Toneladas
2012	2.100
2013	1.350
2014	528
2015	456
2016	414
2017	954

- La cementera Melón, recibía scrap de fábrica desde la planta de Goodyear hasta el año 2014.
- El costo de llevar NFU a La Calera incide en la cantidad de NFU que recibe.
- Durante 2017 se produjo un incremento significativo del consumo de neumáticos apalancado por el acuerdo firmado por Melón Cementos, junto a otras empresas de la zona, asociaciones gremiales y la Municipalidad de Isla de Pascua.

Trituración Mecánica

Gestión de NFU en Polambiente (Lampa)

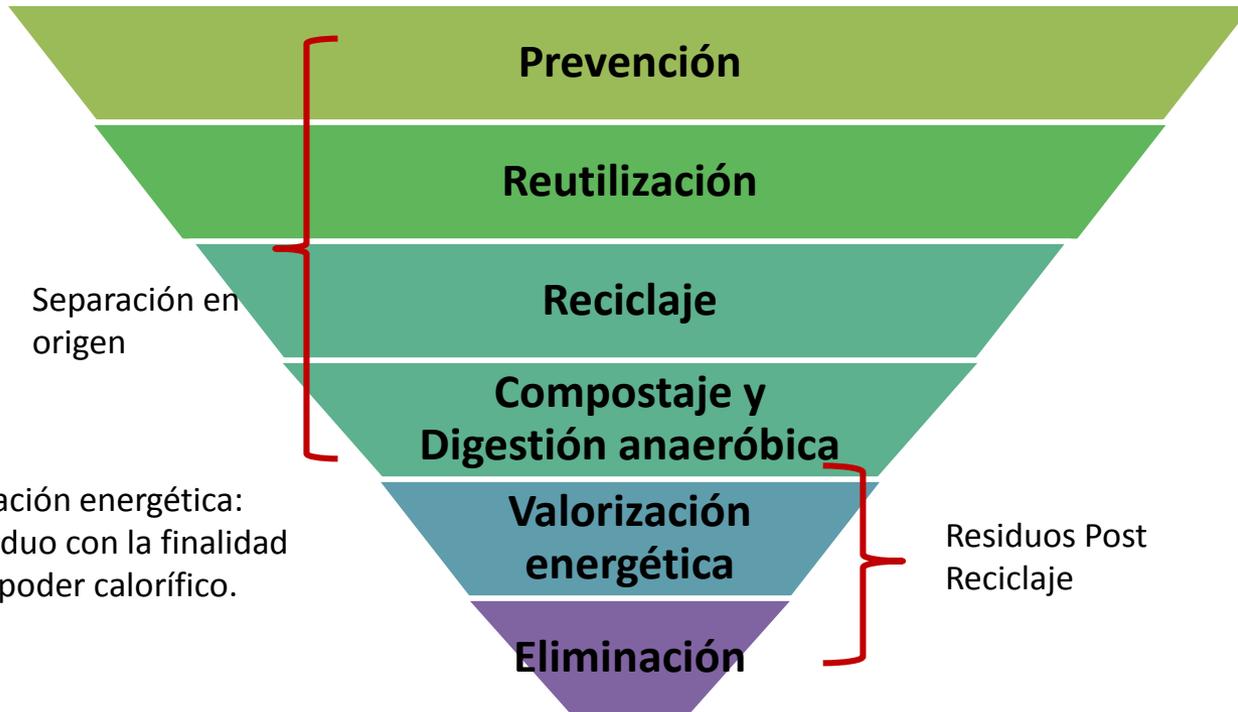
Año	Toneladas
2012	5.057
2013	5.962
2014*	6.457
2015	5.392
2016	5.506

- *Polambiente comienza a recibir scrap de fábrica de Goodyear, y merma la capacidad para gestionar NFU.
- Año 2017 comienza a operar KonaFuel, InnovaShips y World-Pellets con una capacidad agregada de 3.000 ton/año

WTE es parte de una cadena

Los residuos primero deben ser prevenidos, reutilizados y reciclados. El resto es preferible valorizar energéticamente antes de eliminar en relleno sanitario

Ley 20.920 Responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje
Estrategia Jeraquizada de Residuos



Definición Valorización energética:
Empleo de un residuo con la finalidad de aprovechar su poder calorífico.

Etapas de una planta Waste to Energy

Pretratamiento



Conversión



Recuperación
Energética



Tratamiento
de emisiones



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Ventajas de un Combustible derivado de neumáticos (TDF)

De acuerdo a la US EPA

- Los neumáticos producen la misma cantidad de energía que derivados del petróleo y un **25% más de energía** que el carbón.
- Los residuos de ceniza de TDF pueden contener un contenido de **metales pesados menor** que algunos carbones.
- Produce **menores emisiones de SOx** en comparación con muchos carbones, en particular los carbones con alto contenido de azufre.
- TDF no tiene humedad. Lo que significa que su combustión es más limpia que la del carbón convencional.
- Basados en más de 15 años de experiencia con más de 80 instalaciones individuales, la EPA reconoce que el uso de TDF es una **alternativa viable al uso de combustibles fósiles**.

Cumplimiento de normativa ambiental chilena

Las plantas de WTE como pirolisis son analizadas por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Evaluación ambiental en el SEIA

Normas de calidad primaria

Norma de emisión para incineración, coincineración y coprocesamiento. DS 29/2013

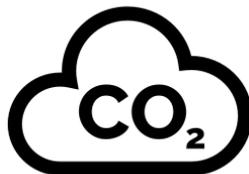
Tabla N° 1 Valores límites de emisión para la incineración

Contaminante	Valor Límite de Emisión (mg/Nm ³)
Material Particulado (MP)	30
Dióxido de azufre (SO ₂)	50
Oxidos de Nitrógeno (NO _x)	300
Carbono Orgánico Total (COT)	20
Monóxido de Carbono (CO)	50
Cadmio y sus compuestos, indicado como metal (Cd)	0,1
Mercurio y sus compuestos, indicado como metal (Hg)	0,1
Berilio y sus compuestos, indicado como metal (Be)	0,1
Plomo (Pb) + Zinc (Zn) y sus compuestos, indicado como metal, suma total.	1

Externalidades del Waste to Energy



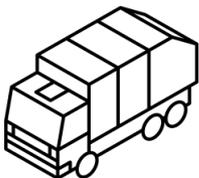
Generación de energía eléctrica y/o térmica, pudiendo reemplazar combustibles fósiles



Menor emisión de GEI. No se emite metano



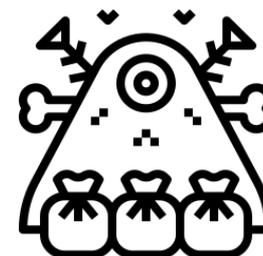
Reducción del volumen de residuos a disponer en relleno sanitario



Las plantas pueden ser ubicadas en zonas urbanas, reduciendo los costos de transporte



Recuperación de metales y fracción mineral en cenizas como material de construcción



Eliminación de patógenos
Menor contaminación de napas
Eliminación de malos olores
Menor riesgo de incendio



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Metas de recolección y valorización NFU

Se aprobaron las siguientes **metas nacionales** de recolección y valorización, para los años 2021 a 2030:

	Neumáticos Categoría B
Año	Meta de recolección y valorización (es equivalente)
2021	25%
2024	75%
2026	100%

	Neumáticos Categoría A	
Año	Meta de recolección	Meta de valorización
2021	50%	25%
2022		30%
2023		35%
2024	80%	60%
2026		80%
2028	90%	90%

Además, existen metas regionales para la recolección de NFU Categoría A.

Costos y beneficios de la legislación

Tabla 15. Costos operacionales por tipo de tratamiento, según categoría, año base.

Tipo de Tratamiento	Costo por residuo recibido según categoría (CLP/ton)	
	< 57''	≥ 57''
Reciclaje	51.030	262.596
Recauchaje	1.519.757	2.615.000
Pirólisis	22.680	371.255
Coprocesamiento	22.680	N.A.

Tabla 16. Costos de aumentar capacidad de valorización, según categoría, año base.

Costos de valorización	< 57''				≥ 57''			
	MM US\$	Vida Útil (años)	Capacidad anual (ton)	Costo anualizado (MM CLP/año)	MM US\$	Vida Útil (años)	Capacidad anual (ton)	Costo anualizado (MM CLP/año)
Reciclaje	5	15	14.000	335,9	5	15	14.000	335,9
Recauchaje	0,2	13	390	14,7	7	30	480	388,7
Pirólisis	5	30	12.500	237	6	30	7.300	284,4

Fuente: Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) original, MMA.

*Estas tablas no aparecen en AGIES actualizado

Desafíos y oportunidades de los NFU para energía

Desafíos

- Tiempos de entrada en funcionamiento plantas de WTE para ayudar a cumplir las metas
- Desafíos para energía (levantar barreras) apoyar instrumentos regulatorios y normativos, ejemplo: nuevos combustibles no reconocidos (no poseen especificación de calidad). Considerar el NFU como TDF (como combustible alternativo), desde el momento que el NFU es entregado a una instalación de tratamiento.
- Análisis normativo para facilitar el cumplimiento de metas, ejemplo
- Necesidades de capacitación y mano de obra especializada.

Oportunidades

- Desarrollar nuevas tecnologías y aplicar mejores tecnologías disponibles y costo efectivas
- Implementar sistemas de interconectados o autoconsumo de la energía (calefacción distrital)
- Uso de NFU como combustible en empresas como papeleras u otras empresas.
- Reducción de emisiones CO2 por transporte y sustitución de combustibles fósiles.



Metas de recolección y valorización de residuos. Oportunidades y desafíos

Javier Obach Martiniello

Jefe Unidad Ambiental
División Ambiental y Cambio Climático
Ministerio de Energía

Seminario SONAMI
"Implementación de la Ley REP – Neumáticos Fuera de Uso: Implicancias para la Minería
04 octubre 2019



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile