¿Se Necesitan Represas en la Patagonia?
Desbancando algunos mitos…

El equipo

- **Prof. Roberto Román L.**: Prof. Asociado, U. De Chile, Vice President of Membership Affairs ISES (International Solar Energy Society);
- **Douglass Sims:** abogado y experto en financiamiento de proyectos energéticos. Graduado en la Universidad de Harvard y durante 9 años ejerció practica privada en representación de inversiones de infraestructura.
- **Amanda Maxwell**: Encargada del programa Latinoamericano de NRDC.
- **Bloomberg New Energy Finance**: proveedor líder de información y de análisis industrial para inversionistas, empresas y gobiernos de los sectores de energía limpia y de carbón.
- **Valgesta Energía**: consultora internacional en el ámbito energético con fuerte presencia en Chile.
- **Stephen Hall**: director Energía Sustentable Internacional.

NRDC

Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC)

NRDC

- Organización ambiental integrada por abogados, científicos, expertos en finanzas y especialistas en políticas, con sede en Nueva York, Washington D.C., Chicago, San Francisco, Los Ángeles y Beijing.
- Fundada en el año 1970. En 2011, el presidente Obama entregó al fundador, John Adams, la Medalla de la Libertad, que representa la mayor distinción civil.
- Líder en energía renovable y eficiencia energética.
- Importante desempeño en la elaboración de políticas energéticas en los EE. UU.
- Activa participación en China.

¿Por qué patrocinar un estudio de LCOE?

- Durante el 2010 NRDC estimo que existía la oportunidad de actualizar los costos de las tecnologías de ERNC para Chile. El mercado evoluciona con mucha rapidez en el mundo y se hacia necesario aplicar la información relevante internacional al caso Chileno .
- NRDC escogió a BNEF por ser un proveedor líder de información y de análisis industrial para inversionistas, empresas y gobiernos de los sectores de energía limpia y de carbón.
- NRDC encomendó a BNEF y solicitó a Valgesta Energía que suministrara datos chilenos. BNEF también realizó estudios por su cuenta en Chile.
- Valgesta Energía es una consultora especializada en energía, con más de diez años de experiencia en el mercado chileno. Ha participado en más de 200 estudios y proyectos sobre energía para clientes nacionales e internacionales.

NRDC

La Situación en Chile

- Chile tiene la ventaja de disponer de un amplio espectro de fuentes locales de energías renovables, las que son limpias, locales y se distribuyen a lo largo de todo el país.
- Ya varias de estas fuentes son competitivas y el resto también lo será en el corto y mediano plazo.
- La pequeña cantidad de ERNC ya en el sistema ha reducido el costo en la generación del sistema al evitar el despacho de combustibles fósiles. Con mas penetración, los costos marginales disminuirán mas (ACERA, mayo 2011).
- Pero existen importantes barreras a la penetración de mercado de las ERNC. La mas importante es la falta de posibilidad de establecer contratos de suministro de energía de largo plazo. Esto es indispensable para atraer inversión en el sector.
- Para comenzar a utilizar el potencial de Chile, debe fomentar un activo mercado de contratos de largo plazo a las compañías de ERNC.
- Costos menores de energía implican mayor competitividad económica y una matriz de generación limpia y de bajo impacto ambiental.

NRDC

Los Mitos…

- La demanda eléctrica en Chile se duplica cada diez años.
- Las energías renovables no convencionales son una apuesta muy a futuro y hoy son tres a seis veces más caras que la hidroelectricidad en gran escala.
- No existen otras alternativas económicas a Hidroaysén salvo más carbón y combustibles fósiles.

NRDC

La propuesta de HidroAysén…

- Generar 2.750 MW embalsando los ríos Baker y Pascua, al sur de campo de hielos norte.
- Convertir la energía alterna en corriente continua de 1 millón de volts.
- Luego transmitir esa energía por un tendido de más de 2.000 km hasta Santiago para abastecer el Sistema Interconectado Central.
- Es energía es “limpia”, “Chilena” y “Ambientalmente Responsable.” (fuente: www.hidroaysen.cl)

NRDC

El Sistema Interconectado Central…

Abarca desde **Taltal** por el norte hasta la isla de **Chiloé** por el sur. Tiene una potencia total instalada de algo más de 10.000 MW, una demanda media de menos de 6.000 MW. En el SIC vive el 80% de la población de Chile.

Esto es un 80% de exceso de capacidad

NRDC

La propuesta a escala real…

Mito 1: la demanda eléctrica se duplica cada 10 años

Para que esto suceda, la demanda debe crecer al 7% al año. Hoy se están produciendo enormes cambios en el sector energético del mundo y también en Chile:

- De hecho desde hace más de 5 años el PIB tiende a crecer más rápido que el aumento de demanda eléctrica.
- Aumento de precios de combustibles en factor de más de 3 en el período lo que tiende a reducir la demanda.
- Cambio en tecnologías, en especial en lo referente a eficiencia energética, lo que también reduce la demanda.
- Cambios en los procesos finales de uso de energía.

NRDC

El Norte no es igual al Sur: el SING es muy distinto del SIC

Además, en el caso del sistema eléctrico chileno, el motor de cambio del SING es totalmente diferente del SIC:

- En el SING más del 85% de la demanda eléctrica es la minería.
- En el SIC la minería representa algo así como el 30 a 40% de la demanda.
- Los procesos mineros han sufrido gran cambio a partir de los años 90. Han entrado fuerte los procesos eléctricos y se ha ampliado la producción.
- En el SIC existen muchas formas posibles de generar energía eléctrica. En el SING el recurso hidráulico es casi inexistente.
- En ambos sistemas la *cogeneración* debería ser cada vez más importante a nivel industrial.

NRDC

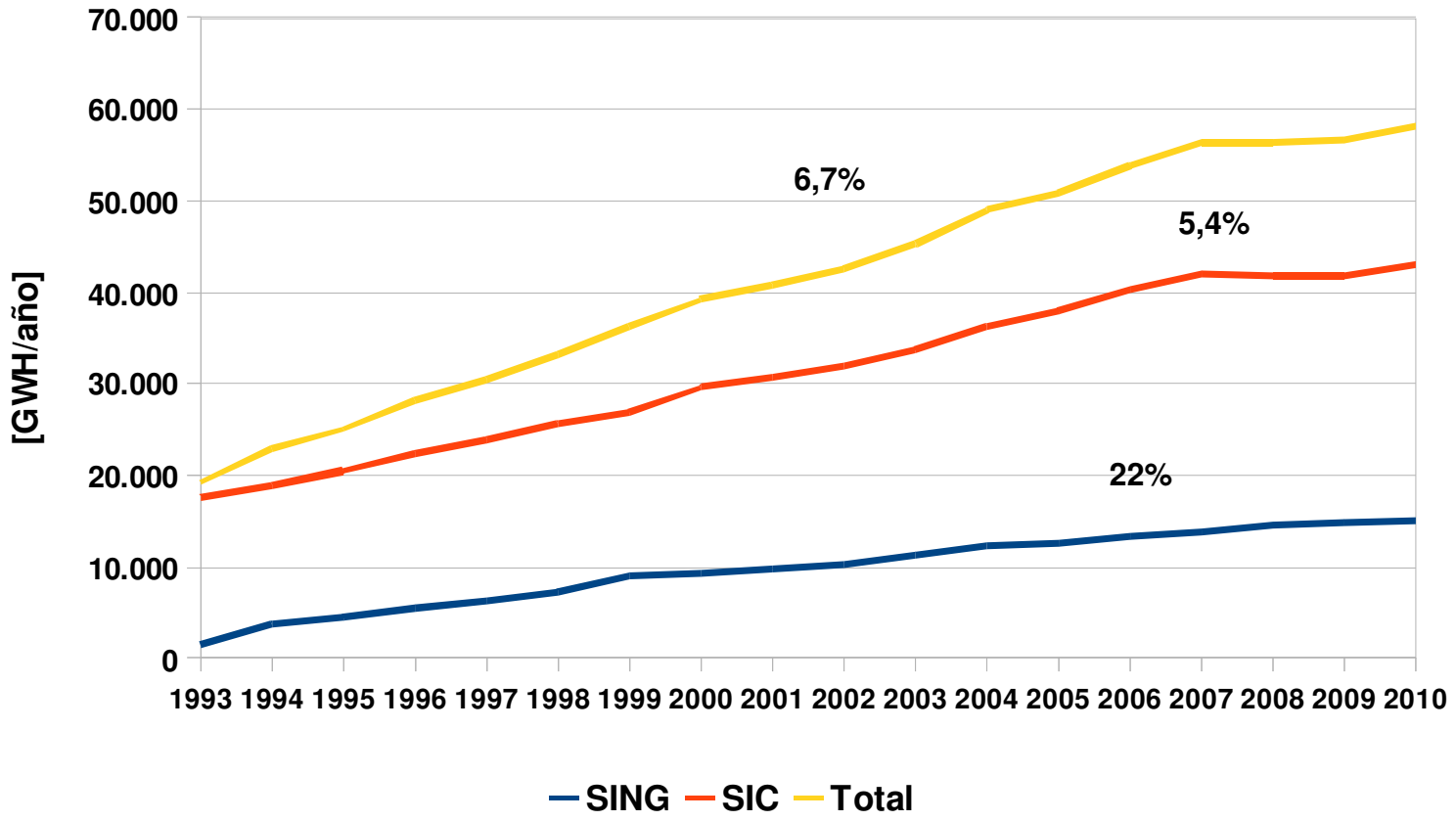
El Norte no es igual al Sur: el SING es muy distinto del SIC

Las diferencias quedan claras al analizar la tendencia histórica para el período 1993-2010:

- El SING+SIC creció a una tasa promedio del 6,7% anual (lo que parece darle razón al Ministro Golborne).
- Pero el SING lo hizo al 22% mientras el SIC solo al 5,7% anual.
- El proceso de aumento de demanda eléctrica se ha frenado mucho en los últimos 5 años.
- Esto es un cambio fundamental. Refleja cambios en procesos así como mayor costo de energía.

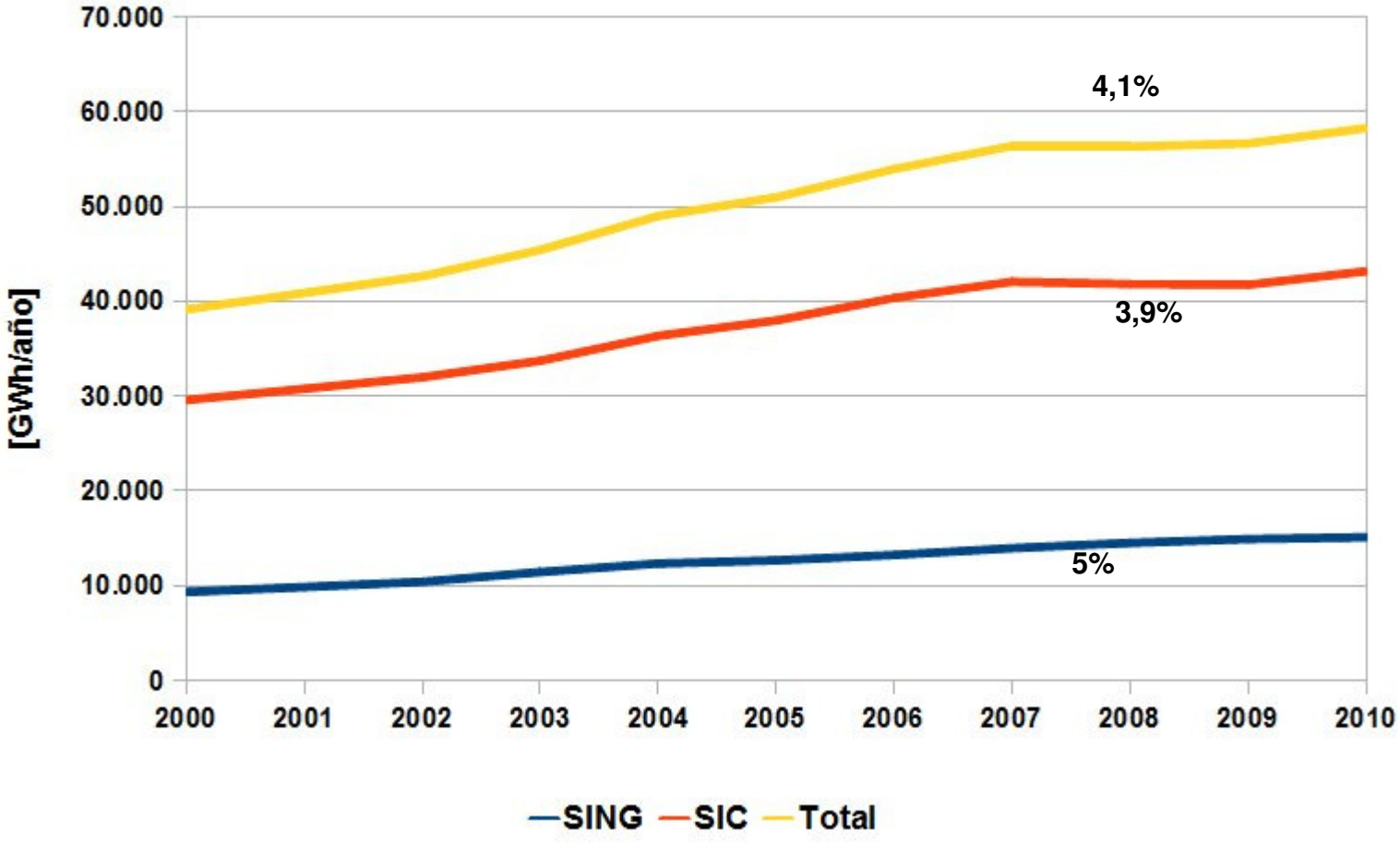
NRDC

Demanda Histórica
Chile 1993-2010



NRDC

Demanda Histórica
Chile 2000-2010



NRDC

Mito 1: La demanda eléctrica se duplica cada 10 años

Realidad: Para el SIC y el SING, el aumento de demanda estará en torno al 4,0% anual o menos. Es consecuencia de mayor eficiencia y cambios tecnológicos que están ocurriendo en el mundo y Chile.

Esto implica que para duplicar demanda deben pasar al menos 15 a 17 años…

Se desmiente el **Mito N°1**

NRDC

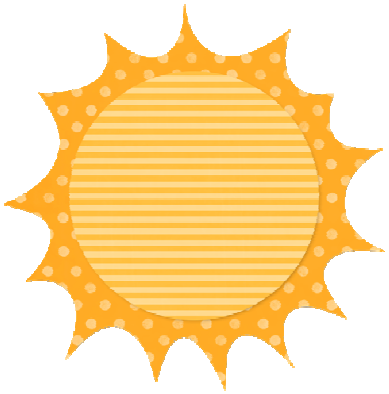
Mito N°2: ERNC es demasiada cara…

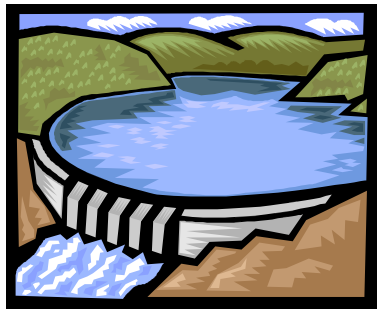
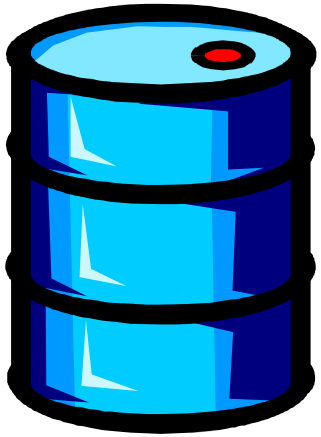
Para analizar esta afirmación, NRDC contrató el expertise
de Bloomberg New Energy Finance (**BNEF**) y de Valgesta Energía.

Realizaron un estudio sobre el Levelized Cost of Energy (**LCOE**)

NRDC

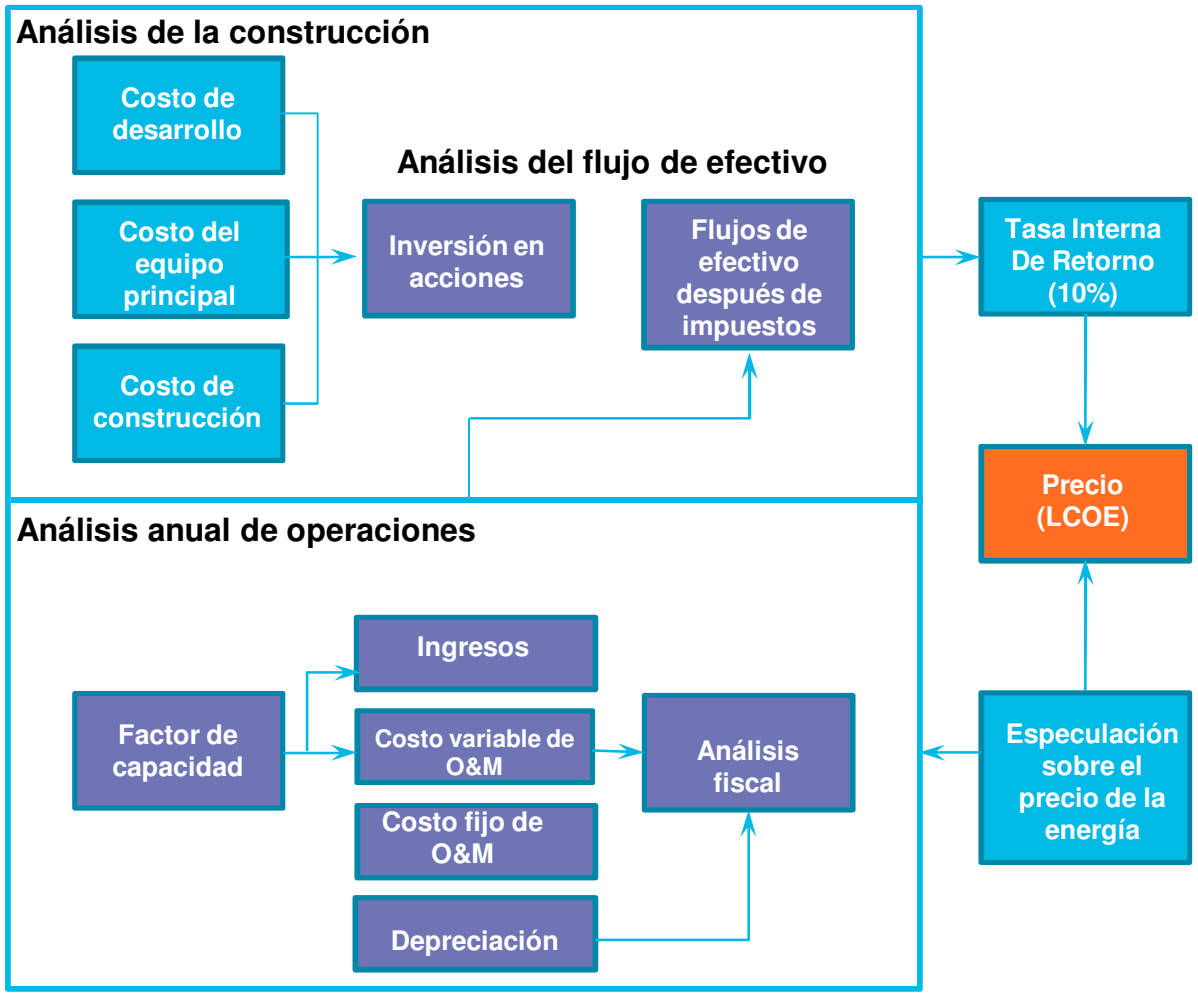
¿Qué es el costo nivelado de energía? (LCOE)



NRDC

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE COSTO NIVELADO DE ENERGÍA



Al indicar el precio que permite a una tecnología vender electricidad de manera rentable, la técnica permite que el LCOE sea representativo en un proceso competitivo de licitación para contratos de energía reales.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance.

Conclusiones principales del análisis del costo nivelado de energía

- En general, las ERNC se harán cada vez más competitivas con las fuentes convencionales de energía.
- Las nuevas fuentes de biogás, pequeñas hidroeléctricas, biomasa, energía eólica terrestre y energía geotérmica ya compiten con los costos de las principales tecnologías de Chile de grandes hidroeléctricas y termoeléctricas de gas natural. Muy pronto, la energía solar también podrá competir.
- La volatilidad de los precios de combustible fósil aumenta la competitividad de la ERNC.
- Aunque el análisis no los considera, determinados factores externos como la huella de carbono, la contaminación del aire y del agua y los efectos en el ecosistema, aumentan la competitividad de la ERNC.

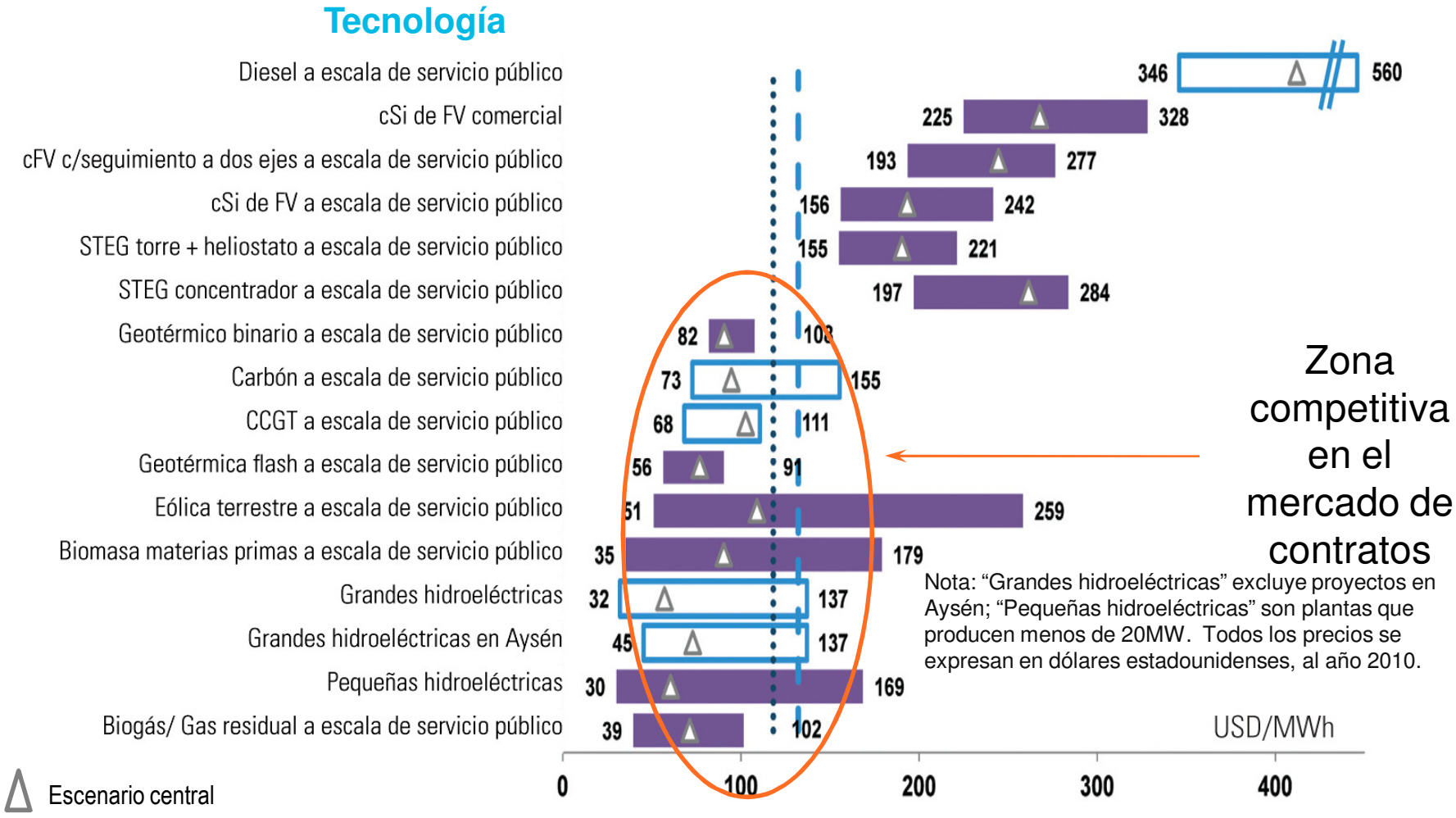
NRDC

Perspectiva de cada año

- En 2011, el biogás, las pequeñas hidroeléctricas, la biomasa, la energía geotérmica y la energía eólica terrestre son **ya** fuentes de energía competitivas.
- Para 2020, se incorporarán a estas tecnologías la energía termosolar y la fotovoltaica.
- Para 2030, todas las tecnologías renovables serán más económicas o competitivas que las fuentes de energía convencional.

NRDC

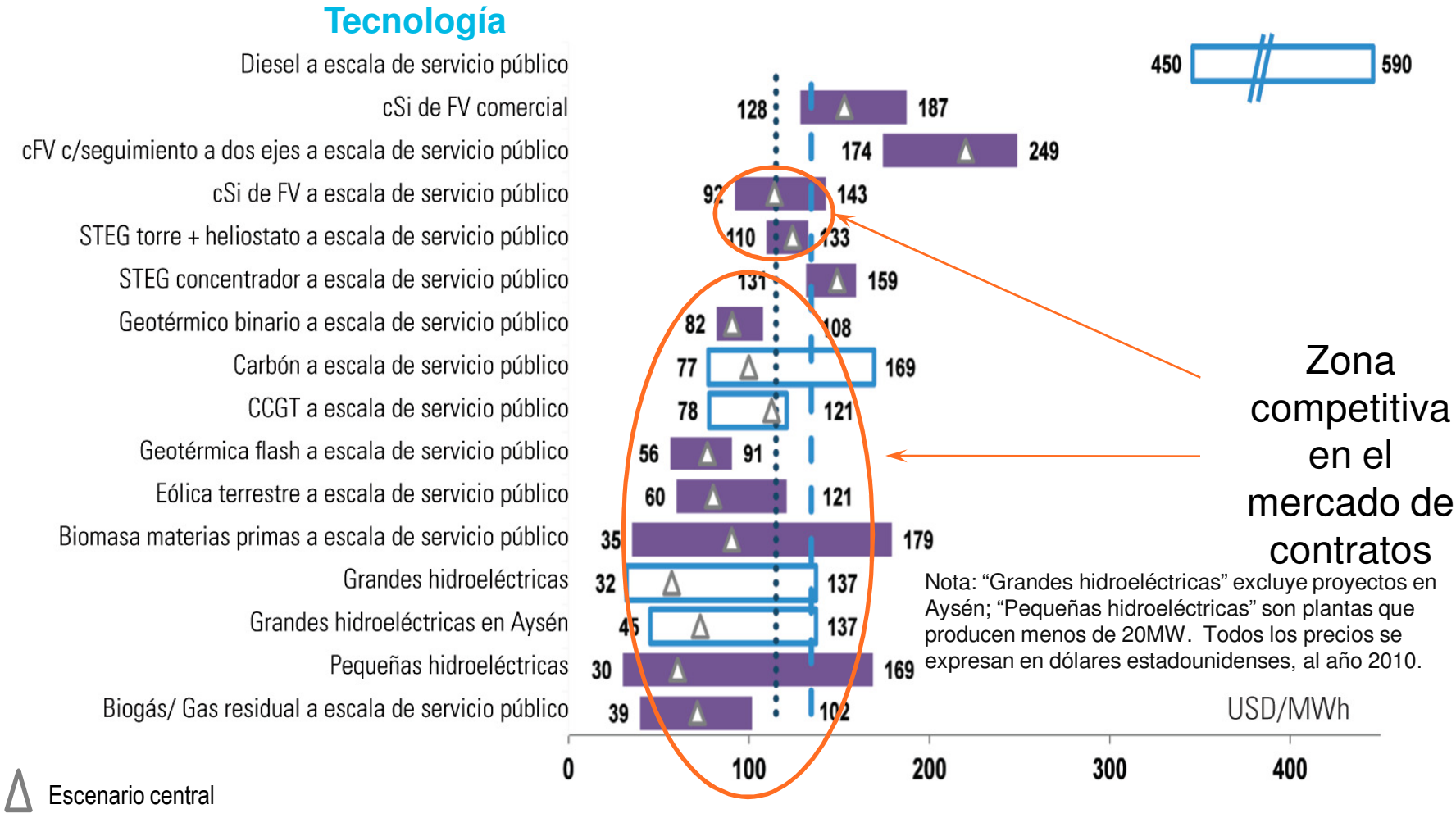
FIGURA 1.1: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, LCOE 2011



Nota: "Grandes hidroeléctricas" excluye proyectos en Aysén; "Pequeñas hidroeléctricas" son plantas que producen menos de 20MW. Todos los precios se expresan en dólares estadounidenses, al año 2010.

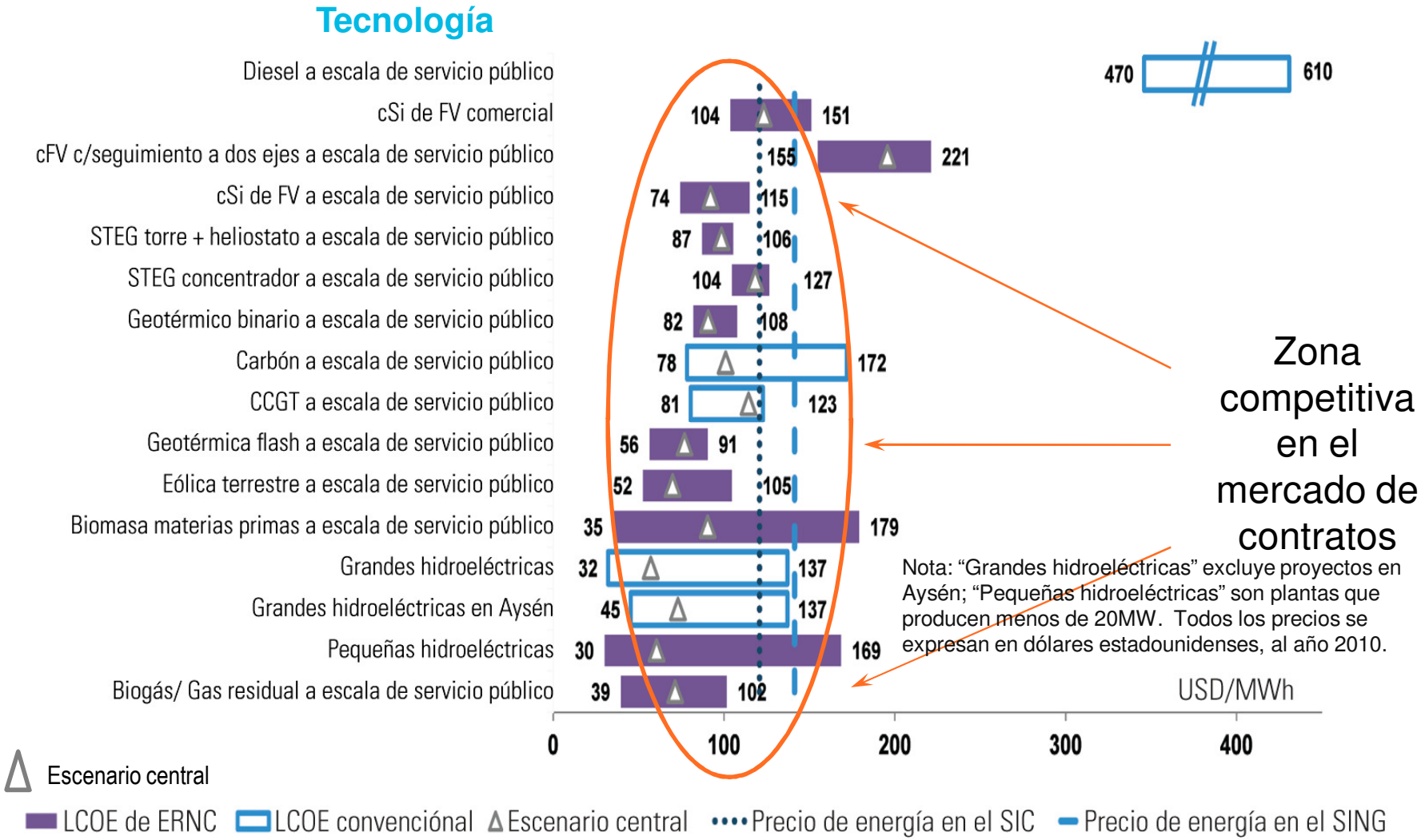
Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía . Fuente precios de energía : CNE,elaboración de Bloomberg New Energy Finance

FIGURA 1.2: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, LCOE 2020



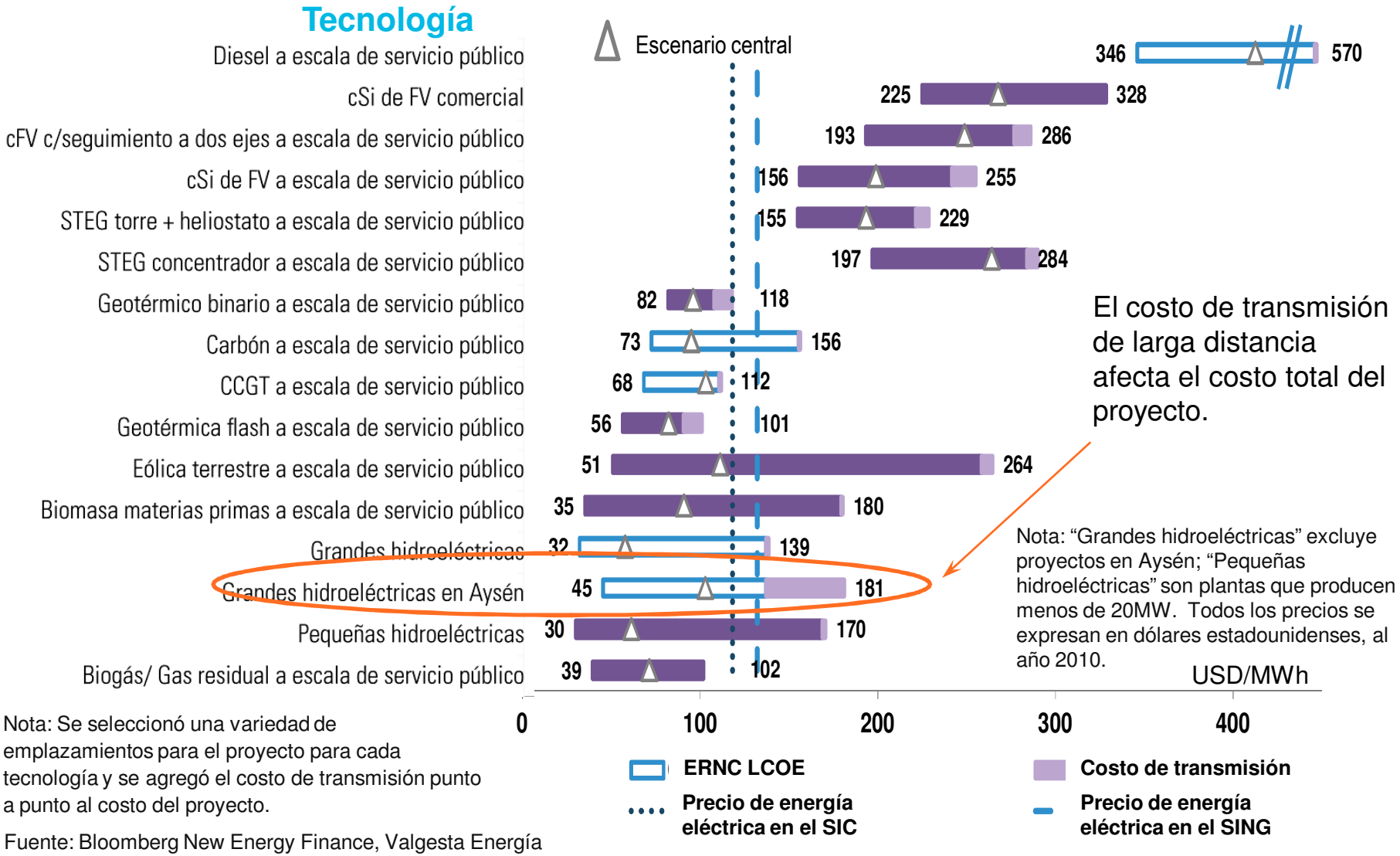
Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía Fuente precios de energía : Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile ,elaboración de Bloomberg New Energy Finance

FIGURA 1.3: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, LCOE 2030



Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía . Fuente precios de energía : Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile ,elaboración de Bloomberg New Energy Finance

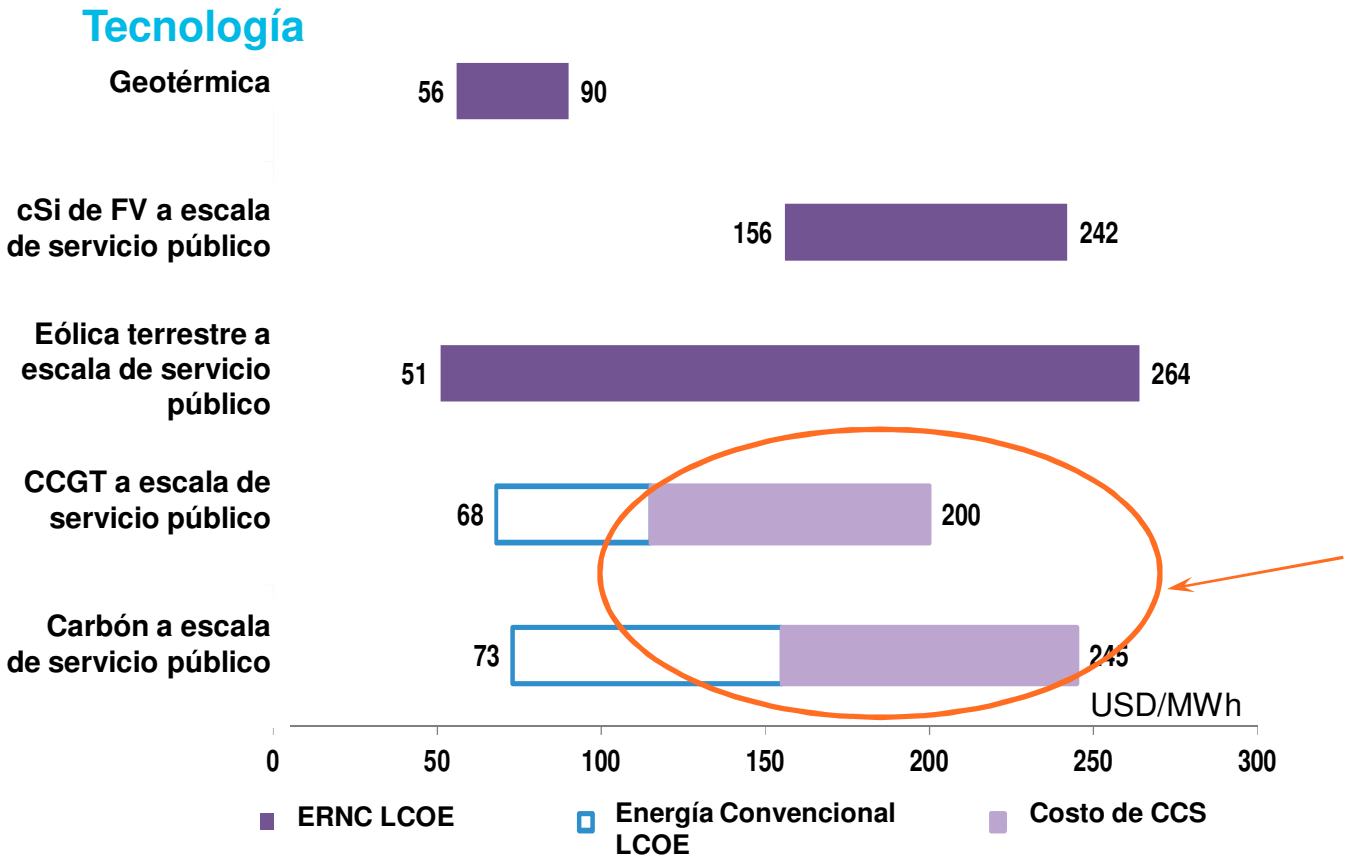
FIGURA 2.1: LCOE 2011 CON EL COSTO DE TRANSMISIÓN



Nota: Se seleccionó una variedad de emplazamientos para el proyecto para cada tecnología y se agregó el costo de transmisión punto a punto al costo del proyecto.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

FIGURA 3: LCOE 2011 CON CAPTURA y ALMACENAMIENTO DE CARBONO (CCS)



Además del CAPEX (gastos de capital) en aumento, reduce la eficiencia operativa de la planta al reducir los factores de capacidad.

En consecuencia, la tecnología CCS podría aumentar en dos veces el LCOE para 2011.

BNEF no predice ninguna implementación extendida de CCS hasta 2030.

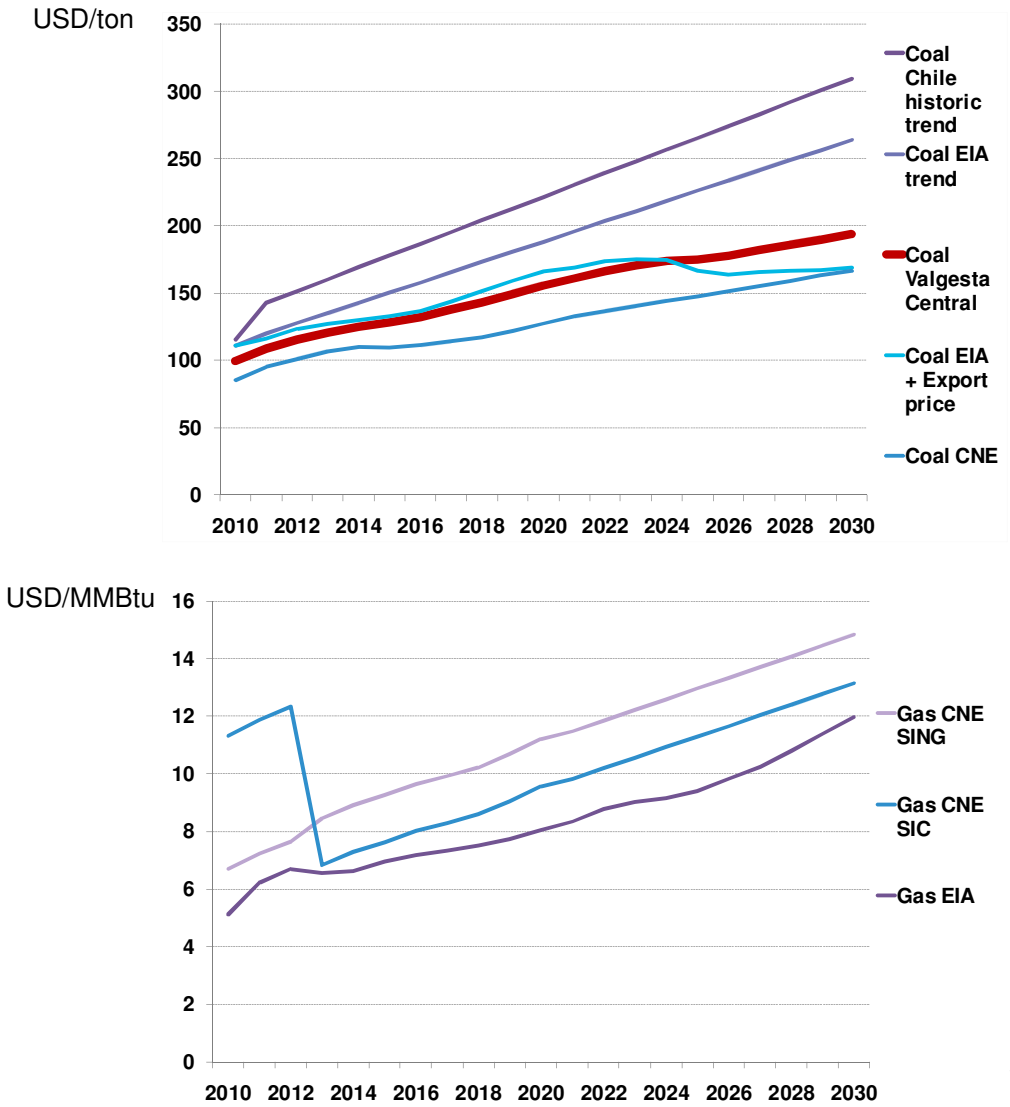
Nota: Supone el escenario del carbón en Valgesta Central y el pronóstico del CNE para el precio del gas en el SIC.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

Diapositiva 26

AM3 This statement doesn't make sense to me.
Amanda Maxwell, 28-03-2011

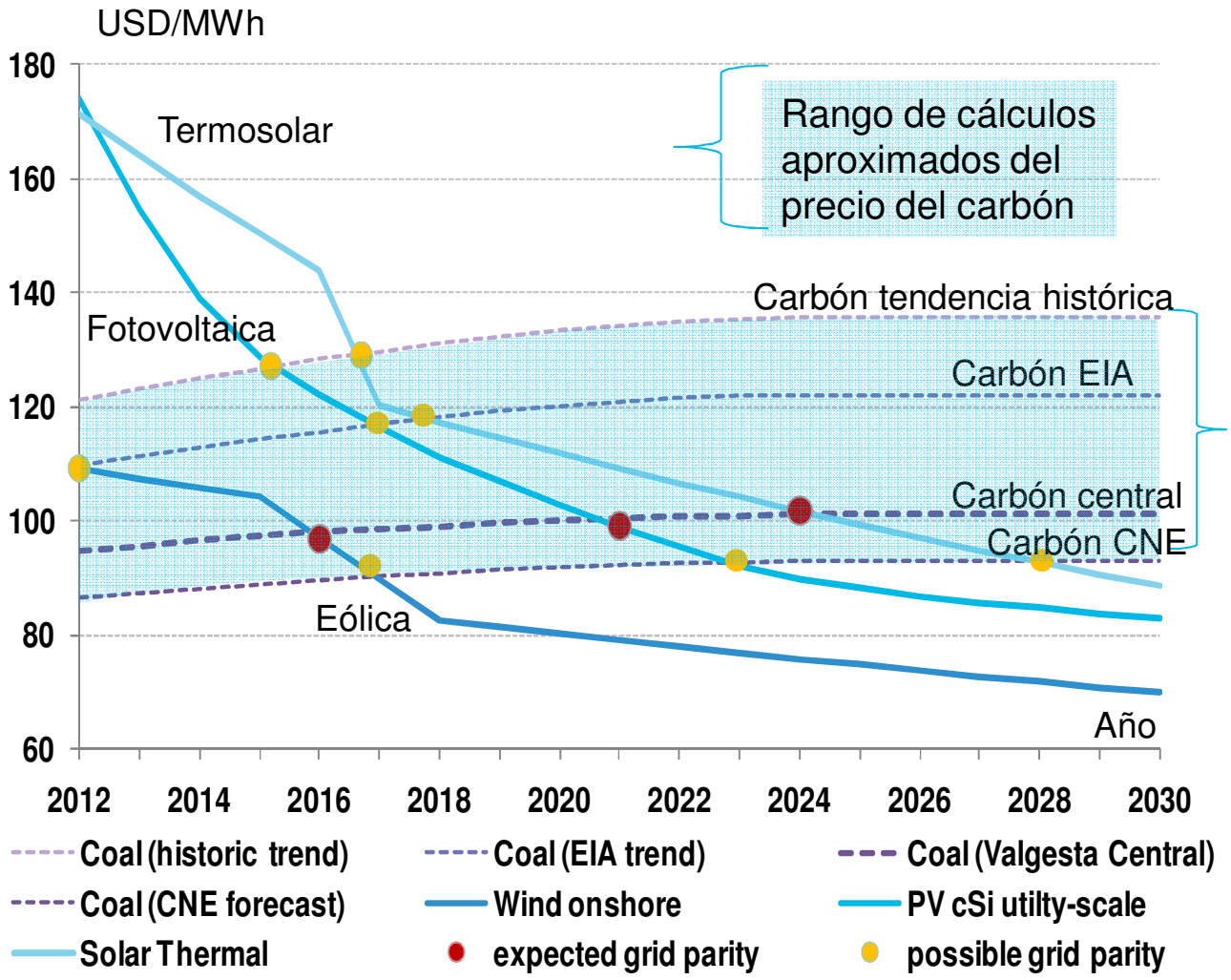
FIGURA 4.1: PREDICCIONES DEL PRECIO DE LOS COMBUSTIBLES PARA 2030



Las estimaciones de los precios de combustibles son muy variables y los precios de la energía se ven profundamente afectados por ellos y por la cantidad de agua en los embalses..

Fuente: CNE, Administración de Información sobre la Energía Estadounidense, Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

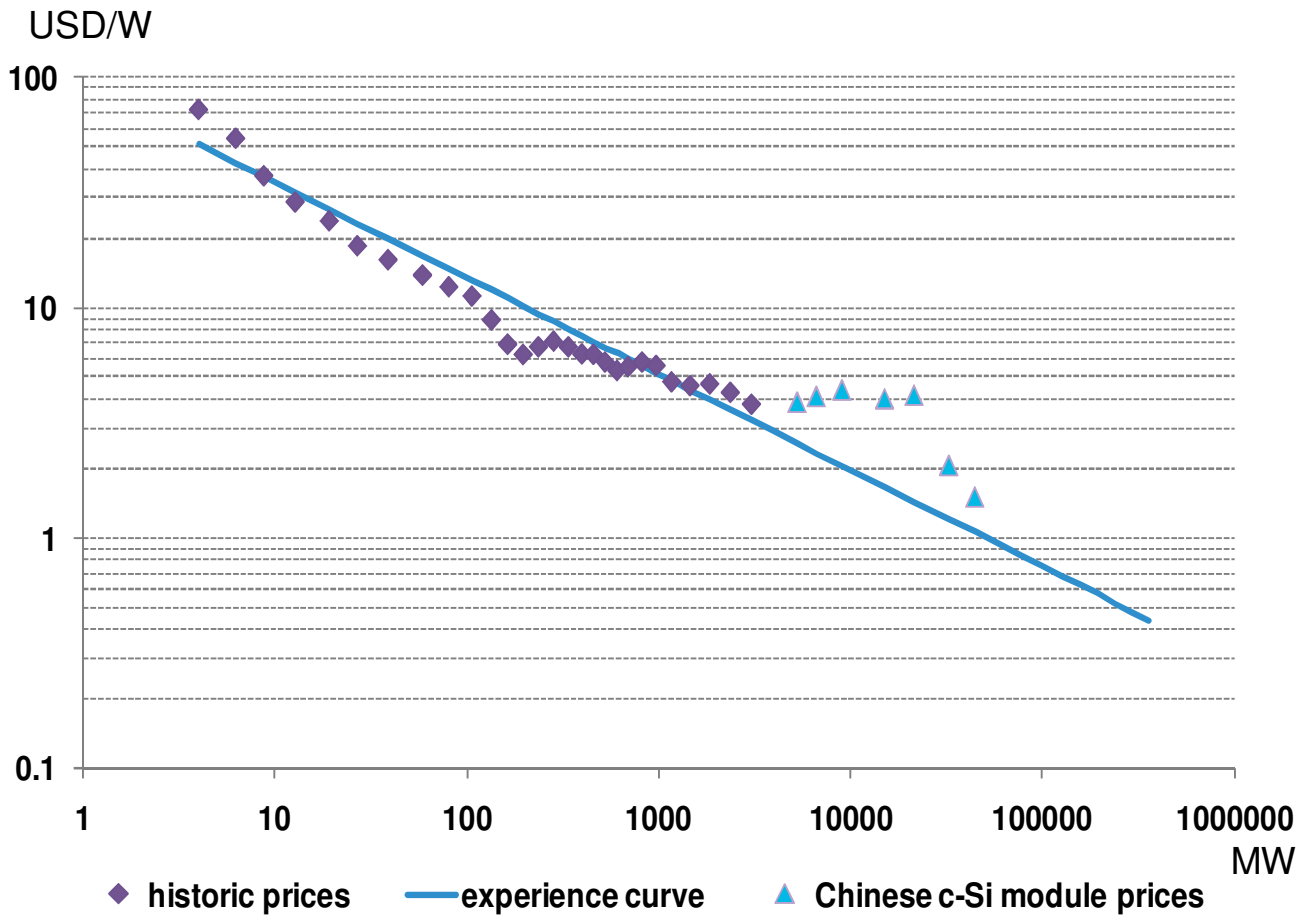
FIGURA 4.2: IMPACTO DE LAS PREDICCIONES SOBRE EL PRECIO DEL CARBÓN



La Figura 4.2 muestra cómo distintos precios de combustibles definen la competitividad de la ERNC en relación con el carbón.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

FIGURA 6: CURVA DE EXPERIENCIA GLOBAL DEL FV



La figura muestra puntos azules y púrpura que representan los datos reales de la información histórica, y la línea representa un ajuste de la fórmula de la curva de experiencia.

A partir de los datos de ajuste inflacionario de 1976 de Paul Maycock, Bloomberg New Energy Finance estima la tasa de aprendizaje industrial en un 25%.

El volumen acumulativo se encuentra en el eje “x” y el costo en el eje “y”, ambos a escala logarítmica para que la relación aparezca en línea recta.

Fuente: Índice de Precios de Energía Solar de Bloomberg New Energy Finance, Paul Maycock, Solarbuzz

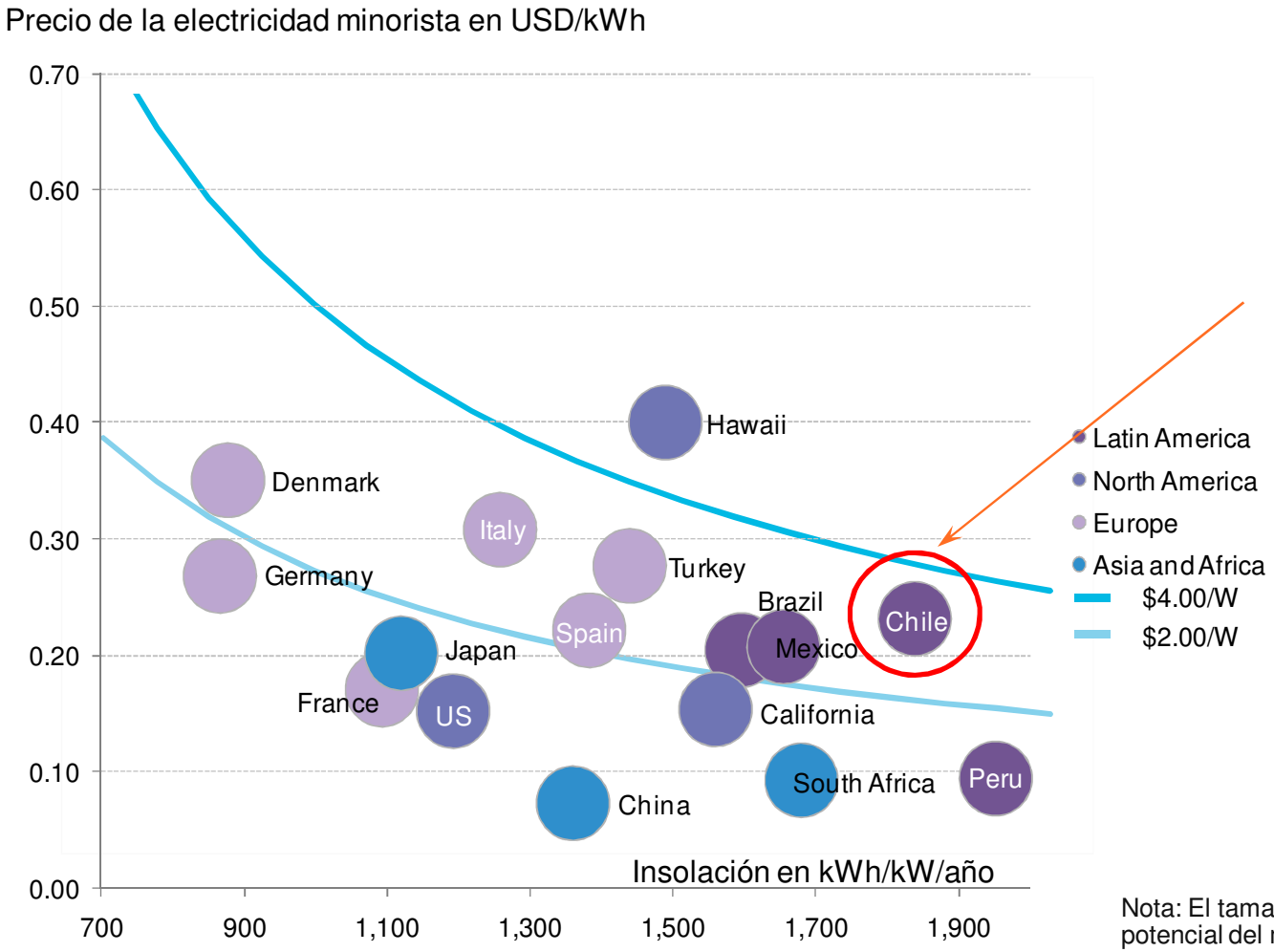
FIGURA 5: IMPACTO DE LA CURVA DE APRENDIZAJE EN LAS ESTIMACIONES DE CAPEX

Tech USD/W	2010	2015	2020	2025	2030	% Δ2020	% Δ2030
Coal	3.17	3.17	3.17	3.17	3.17	0%	0%
CCGT	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	0%	0%
PV cSi residential roof	3.76	2.20	1.68	1.45	1.35	-55%	-64%
PV cSi commercial/BIPV	3.48	2.08	1.61	1.38	1.29	-54%	-63%
PV cSi utilty-scale	2.98	1.84	1.43	1.23	1.15	-52%	-61%
Wind onshore utilty-scale	2.62	2.02	1.66	1.50	1.36	-37%	-48%
Solar Thermal	4.61	3.00	2.58	2.22	1.90	-44%	-59%

Fuente: Bloomberg New Energy Finance.

De 2010 a 2030 la energía eólica disminuirá un 48 %, la fotovoltaica un 60 %, y la termosolar un 60 %. No se prevén reducciones de costo para el carbón ni para el gas ni para las grandes represas.

FIGURA 10: LA RUTA HACIA LA PARIDAD DE RED EN EL SUMINISTRO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL



Paridad de red es previsto en Chile en 2014 -- cuando los módulos FV cuesten 2,50 dólares por vatio.

Fuente: Bloomberg New Energy Finance.

Nota: El tamaño de la burbuja representa el tamaño potencial del mercado minorista de energía FV. Las tasas minoristas equivalen a los precios de 2010. A medida que las tasas minoristas aumentan, también es posible que los países alcancen la paridad de red más rápidamente.

Mito N°2: ERNC es demasiada cara…

La Realidad:

- En 2011, el biogás, las pequeñas hidroeléctricas, la biomasa, la energía geotérmica y la energía eólica terrestre son **ya** fuentes de energía competitivas.
- Para 2020, se incorporarán a estas tecnologías la energía termosolar y la fotovoltaica.
- Para 2030, todas las tecnologías renovables serán más económicas o competitivas que las fuentes de energía convencional.

NRDC

Políticas recomendadas

Políticas recomendadas

Asegurar que 20 % de toda la energía generada en 2020 sea ERNC

- Modificar la Ley 20.257 para que exija que 20 % de toda la energía sea generada a partir de la ERNC, para que Chile pueda obtener ahorros adicionales de las tecnologías de ERNC que ya son competitivas y acelerar la viabilidad económica de aquellas que, en el futuro, competirán en el mercado.

Transformar el mercado de "cliente libre" para fomentar el uso de la ERNC

- Crear unidades de energía ecológica certificadas, para que los clientes libres puedan demostrar a sus clientes que los productos que ofrecen cuentan con parámetros de "energía ecológica", y de esta forma aumentar su competitividad.
- Una alternativa es solicitar a las empresas mineras y a los grandes usuarios comerciales o industriales que compren un determinado porcentaje de energía renovable cada año o en relación con cualquier aumento en el consumo energético, a causa de operaciones nuevas o mejoradas.

NRDC

Mito N°3:

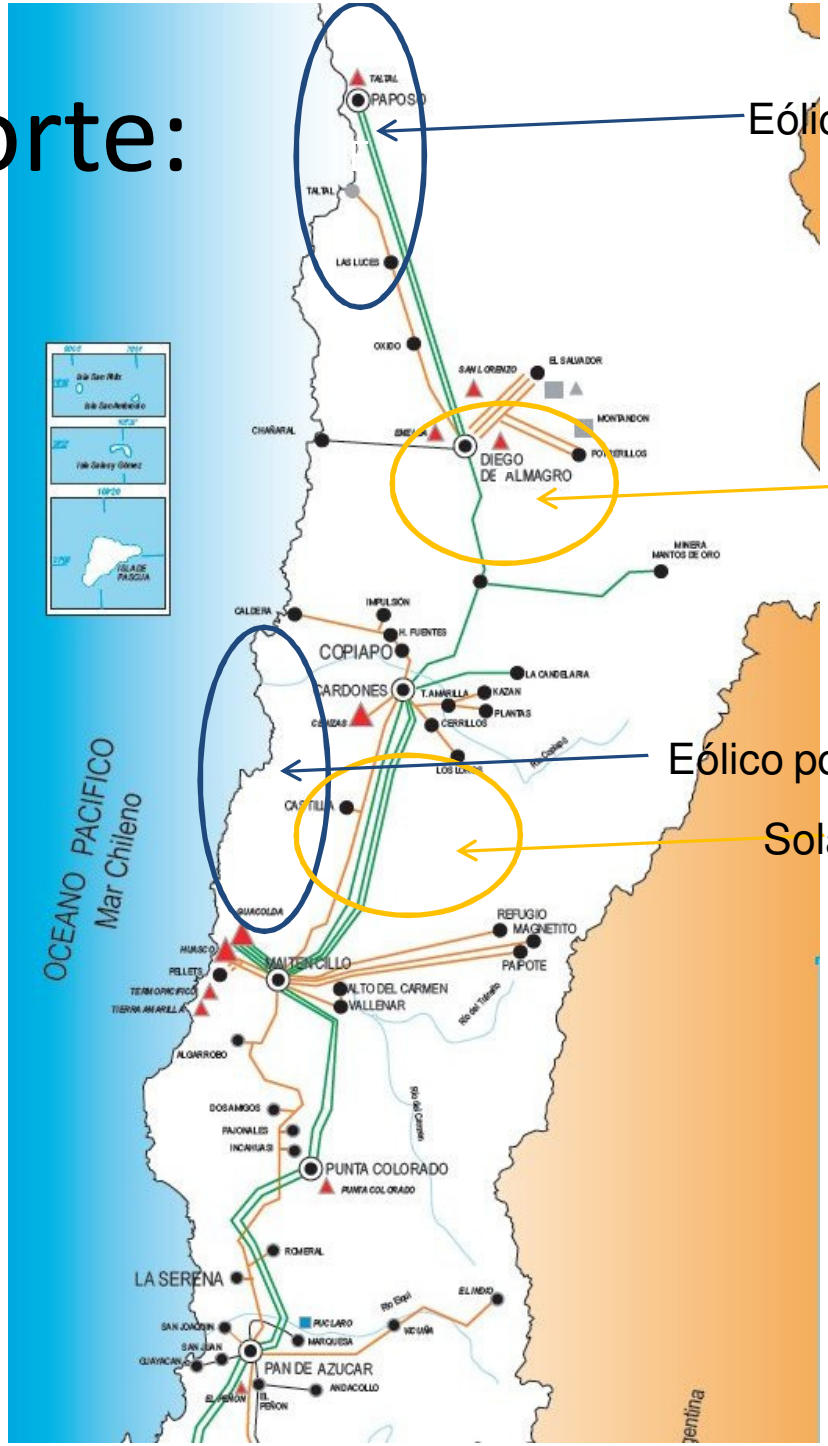
No existen otras alternativas económicas a Hidroaysén salvo más carbón y combustibles fósiles.

¿Cual es el potencial en ERNC en el SIC en Chile?

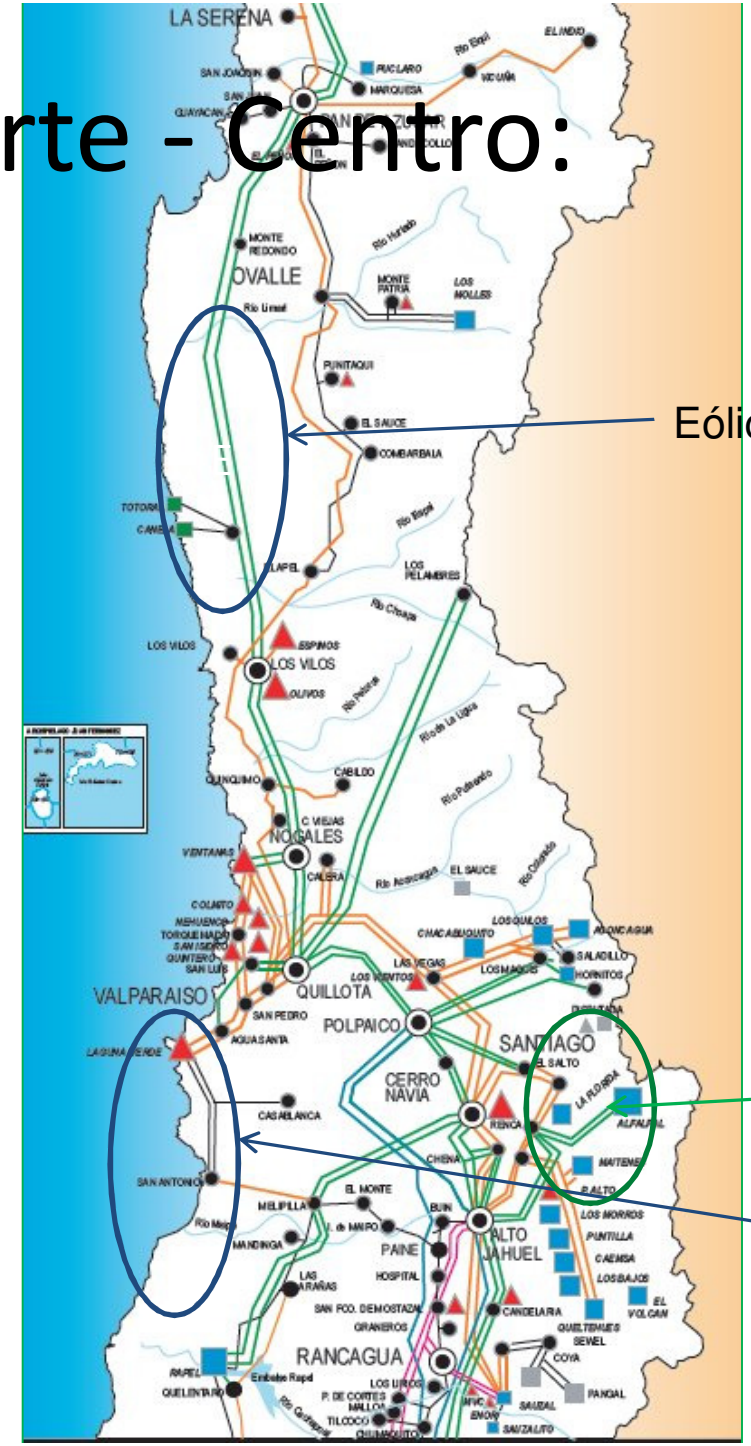
Superpondremos este potencial a un mapa del SIC

Nota: por la extensión del SIC se debe dividir en 4 transparencias

SIC – Norte:


Eólico: 400 a 500 MW
Solar: mayor 1.000 MW
Eólico por determinar
Solar: mayor 1.000 MW
OCEANO PACIFICO
Mar Chileno
PAPOSO
TALTAL
LAS LUCES
OXIDO
SAN LORENZO
EL SALVADOR
CHAÑARAL
DIEGO DE ALMAGRO
MONTANDON
POTRERILLOS
MINERA MANTOS DE ORO
CALDERA
IMPULSION
COPIAPO
CARDONES
LA CANDELARIA
T.AMARILLA
KAZAN
PLANTAS
CERRILLOS
CASTILLA
GUACOLDA
REFUGIO
MAGNETITO
PAIPOTE
HUASCO
PELLETS
MAITENCILLO
ALTO DEL CARMEN
VALLENAR
TIERRA AMARILLA
ALGARROBO
DOS AMIGOS
PAJONALES
INCAHUASI
PUNTA COLORADO
ROMERAL
LA SERENA
EL INDIO
PAIGUANO
MARQUESA
SAN JOAQUIN
SAN JUAN
PAN DE AZUCAR
ANDACOLLO
EL PEÑON
ISLADE PASCUA

SIC – Norte - Centro:



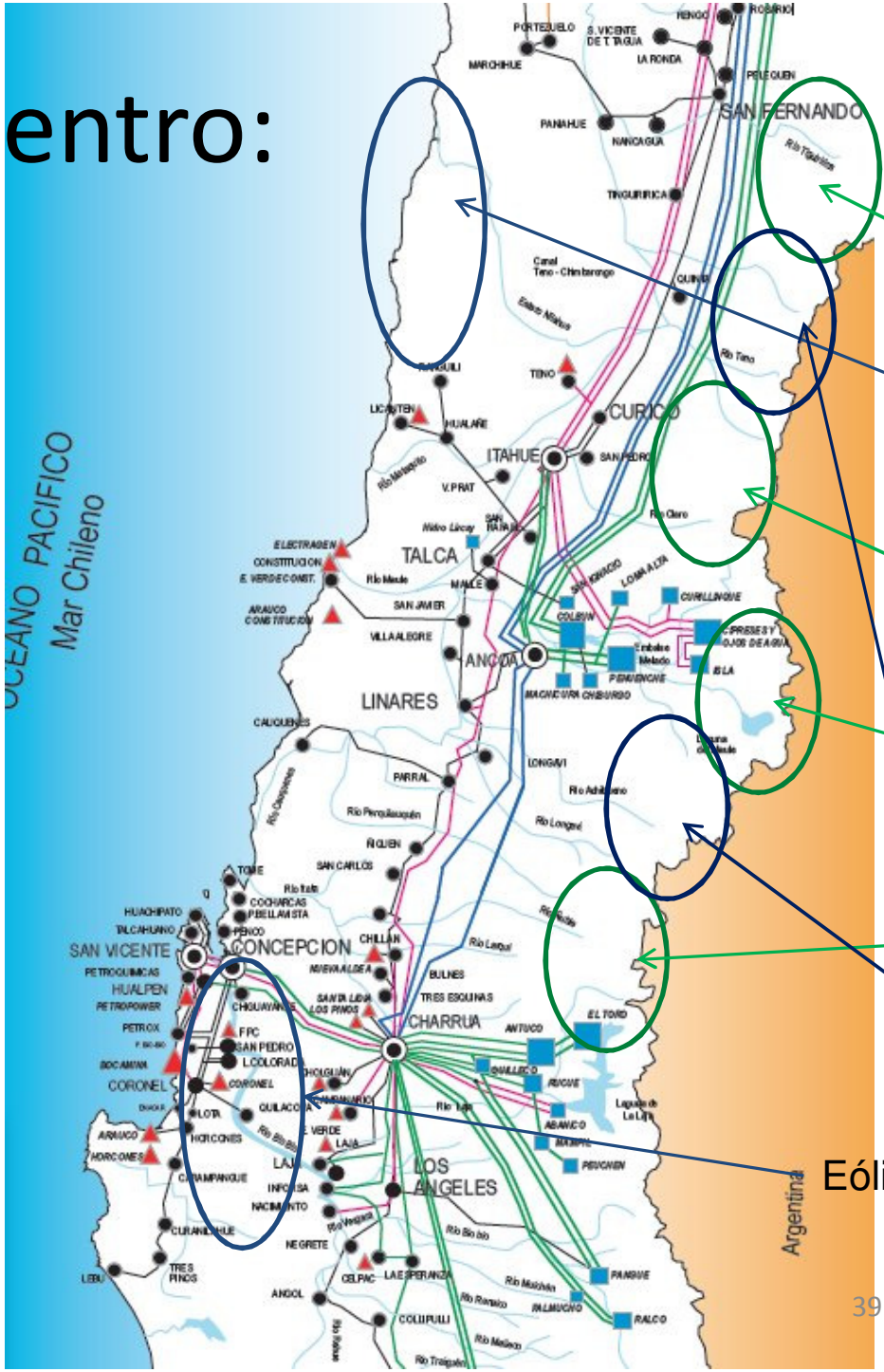
Eólico: 400 a 500 MW

Geotermia: Sn José
50 a 100 MW

Eólico por determinar

NRDC

SIC – Centro:



Geotermia: T. Flaco
10 a 50 MW

Eólico: por determinar

Geotermia: Calabozo
300 a 1000 MW

Geotermia: L. Maule
50 a 200 MW

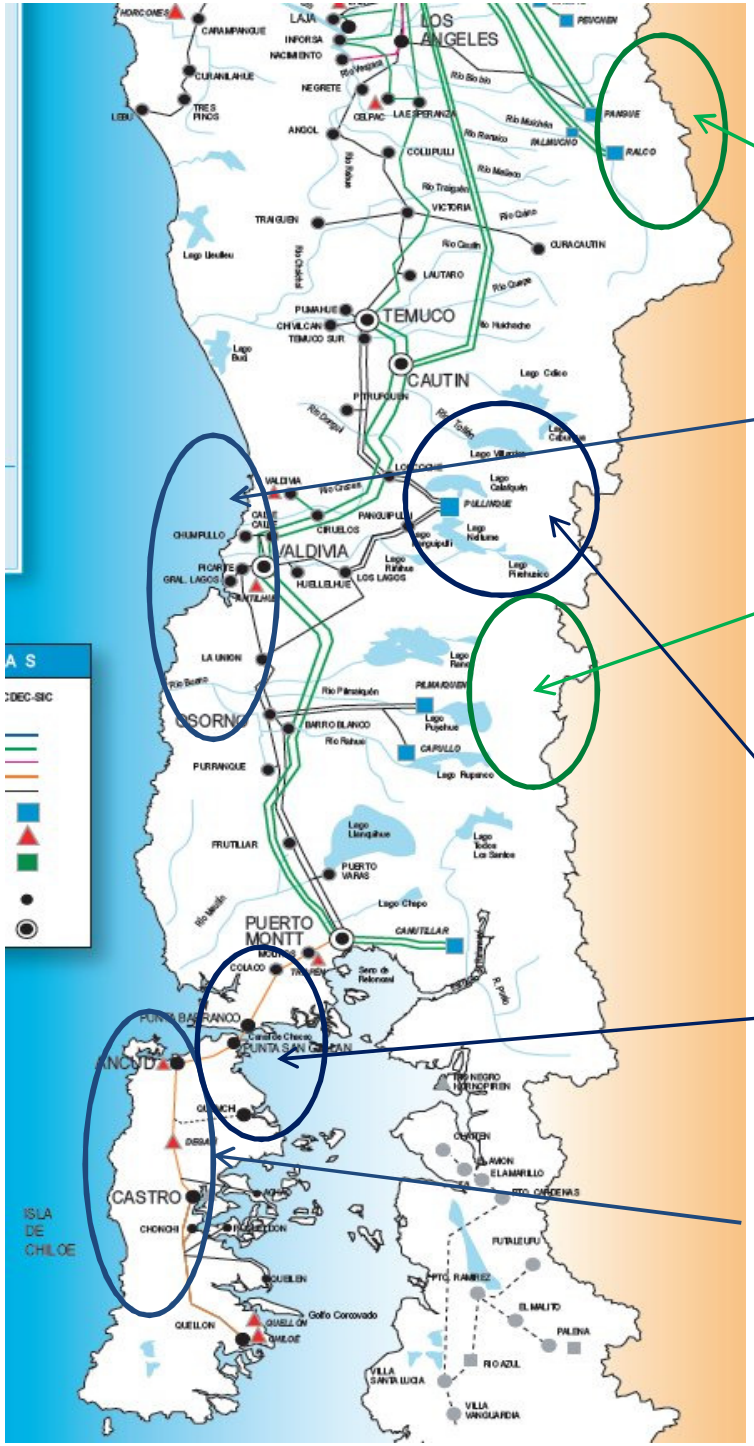
Geotermia: N. Chillán
50 a 250 MWc

Mini Hidro: mayor
4000 MW

Eólico por determinar

NRDC

SIC - Sur:



Geotermia: Copahue
100 a 250 MW

Eólico: por determinar

Geotermia: Puyehue
100 a 300 MW

Mini Hidro: mayor
4000 MW

Maremotriz: C. Chacao
200 a 2000 MW

Eólico por determinar

NRDC

SIC - Resumen:

	Eólica	Solar	Geotermia	Mini Hidro	Biomasa	Maremotriz
SIC Norte	> 500	> 2.000	---	---	---	---
SIC Norte - Centro	> 500	¿?	50 a 100	---	---	---
SIC Centro	¿?	---	410 a 1.500	> 1.000	> 200	---
SIC Sur	¿?	---	200 a 550	> 1.000	> 200	200 a 2.000
Totales:	> 1.000	> 2.000	660 a 2.150	> 8.000	> 400	200 a 2.000

Notas: La estimación de Eólica y Mini hidro viene de ACERA y nuestro análisis. El potencial solar es análisis propio; biomasa a partir estudio PRIEN (U. de Chile) , maremotriz estudio U. de Chile y Geotermia de información SERNAGEOMIN y U. de Chile

NRDC

Características del SIC

Características: Curva de demanda mucho más pareja que en el pasado. Demanda en la noche implica fuerte impacto de minería. No hay gran problema de demanda peak en horas de noche.

Sistema de transmisión: frágil. Poca capacidad transmisión norte-sur.

ERNC: ya tiene impacto en la matriz.

Carbón: Generación pareja, por problemas de capacidad de distribución.

Gas y Diesel: fuerte presencia. Muy alto costo.

Desarrollo ERNC: Matriz debe permitir entrar geotermia. Solar e Hidro son complementaria con Hidro embalse. Tenemos las baterías.

Factor de penetración: Puede entrar hasta 30 a 40% de ERNC pues desplaza gas y diesel. Mayor parte debe ser geotermia y solar con acumulación térmica. Desplaza las energías más caras con costo marginal de sobre US$250/MWh (según información CDEC-SIC). Puede aumentar a futuro.

NRDC

La energía eólica también complementa el Perfil de demanda del SIC

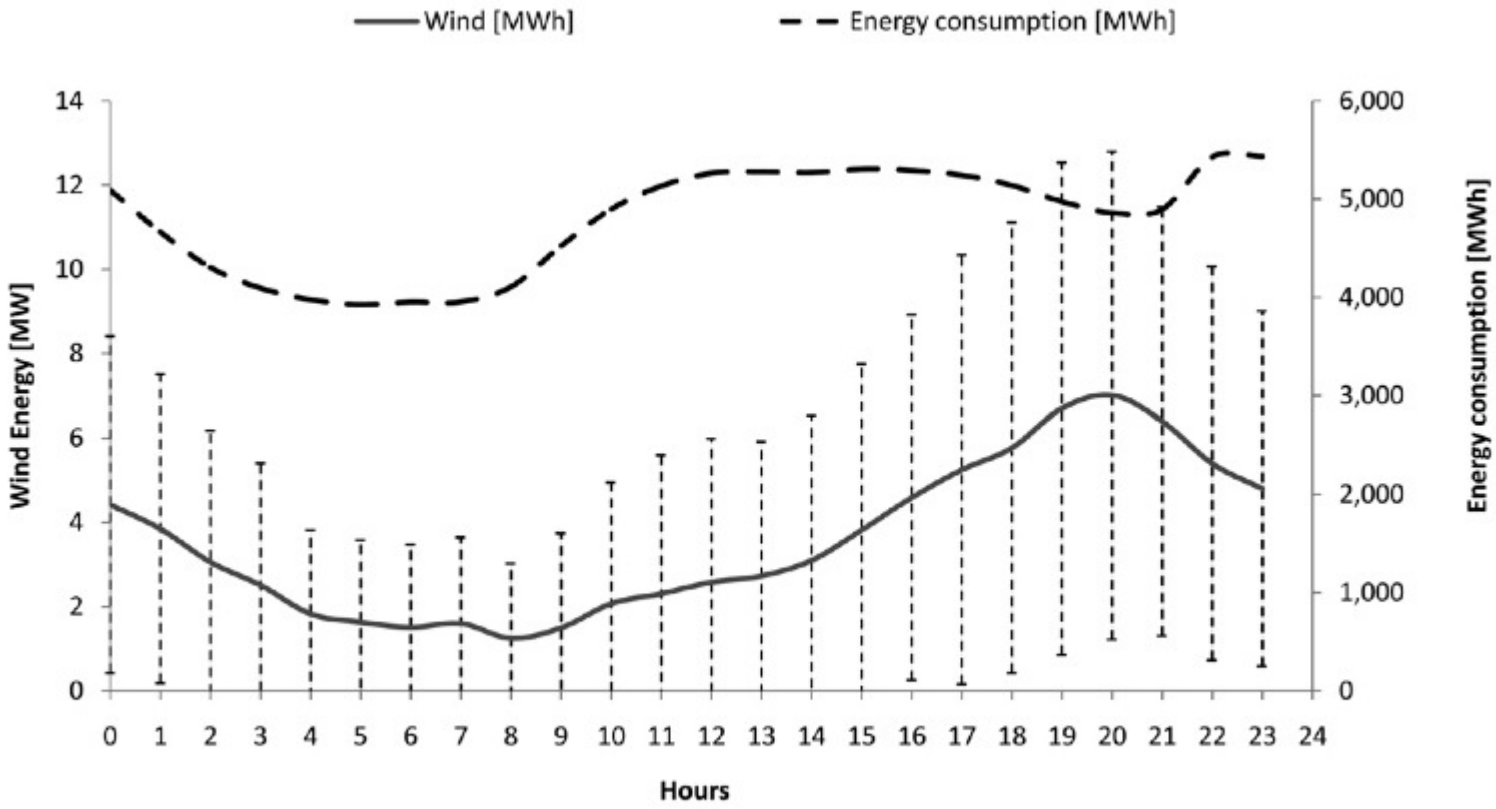
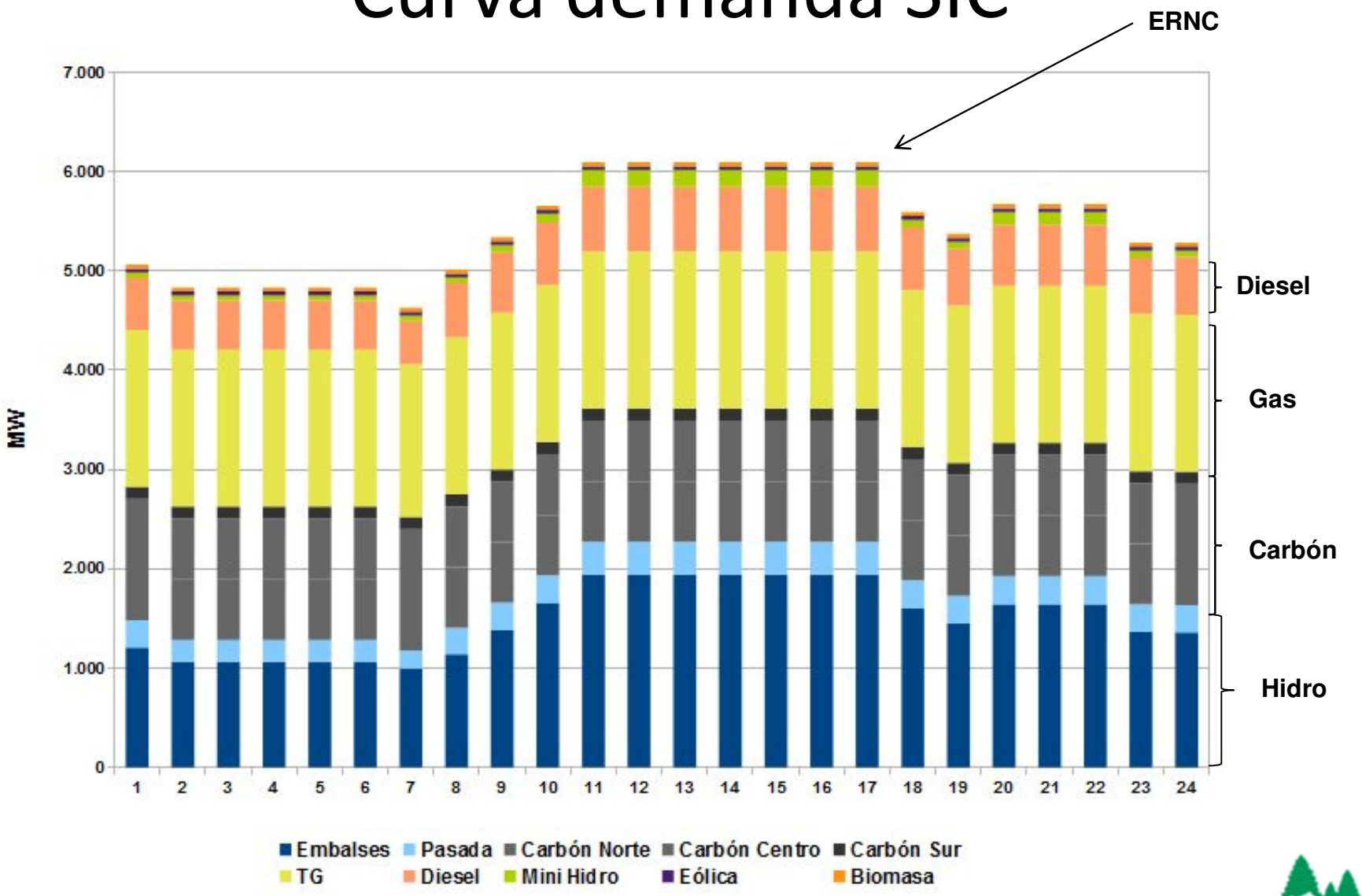


Fig. 4. Average annual generation and wind power generation in the SIC grid, year 2008.

Fuente: Watts, D. y D. Jara. "Statistical Analysis of Wind Energy in Chile (Análisis estadístico sobre energía eólica en Chile)". *Renewable Energy* 36, N.° 5 (2011): 1603-13.

Curva demanda SIC



Fuente: CDEC-SIC Abril 2011,
Elaboración propia

Integración segura de la ERNC: energía eólica e hidroeléctrica

- Las energías eólica e hidroeléctrica se han utilizado de manera conjunta en todo el mundo.
- Cuando la energía eólica desplaza a la hidroeléctrica, se conserva el agua en las represas.
- Cuando la energía eólica desplaza a la energía térmica, se evita el costo de combustible.
- Las fuentes de energía hidroeléctrica flexibles y la enorme potencial de Chile en ERNC implican que el costo adicional generado por la variabilidad (denominado “costo de integración”) es muy bajo.

NRDC

Mito N°3: no existe otra alternativa

Realidad: en el área del SIC existen recursos que permiten hasta *triplicar* la generación eléctrica de aquí al 2030

Se desmiente el **Mito N°3**

NRDC

MUCHAS GRACIAS