



GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

# **Energías Renovables No Convencionales Conectadas a Red**

**Comisión Nacional de Energía  
Octubre de 2004**



GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

## **El sector eléctrico**

### **Marco reglamentario**

**Chile fue uno de los primeros en iniciar la reforma del sector energía (privatizaciones realizadas en los años 80).**

- **Estado ejerce función reguladora.**
- **Mercado energético es abierto.**
- **No existe obligación de inversiones.**
- **Autoridad sólo desarrolla planes indicativos de expansión.**
- **Sector generación se concibe libre y competitivo.**
- **Fuentes y tecnologías energéticas compiten según costos económicos.**
- **Política de Precios:**
  - Grandes consumidores (potencia > 2 MW ): precio libre.
  - Medianos consumidores (0,5 < potencia < 2 MW): opción libre o regulado.
  - Pequeños consumidores: precio fijado por Comisión Nacional de Energía.



## El sector eléctrico

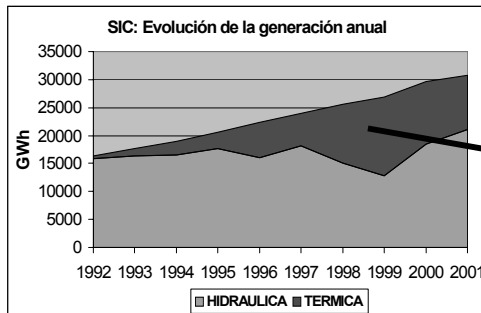
### Evolución 1990 - 2000

Crecimiento promedio anual del PIB (1990- 2000) = 6.6%

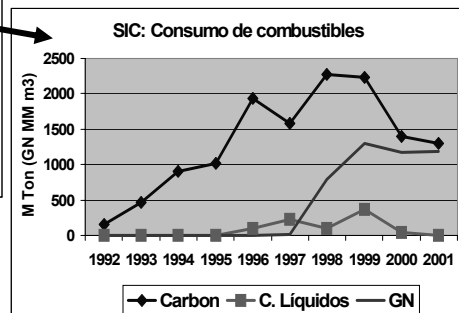
- ☑ Capacidad instalada: crecimiento promedio anual de 9,1% (1990-2000)
- ☑ Generación: crecimiento promedio anual de 8,5% (1990 - 2000)
- ☑ Inversión en el sector eléctrico: US\$ 3.300 millones (1997- 2000)
- ☑ Crecimiento estimado de la demanda eléctrica en el SIC en los próximos años entre 6 y 8%



## Evolución del Sistema Interconectado Central



Fuente: CDEC SIC





## Participación de las energías Renovables

La matriz de generación eléctrica nacional es bastante limpia, con un importante componente de energías renovables (hidráulica).

### Sistemas eléctricos de Chile Potencia instalada al 2003



Sistema	Renovables						Térmica*	
	Hidráulica		Eólica		Biomasa		MW	%
	MW	%	MW	%	MW	%		
SING	13	0,4	0	0	0	0	3.628	99,6
SIC	4.055	58	0	0	79	1	2.862	41
Aysén	17	52	2	6	0	0	14	42
Magalla.	0	0	0	0	0	0	67	100
<b>Total</b>	<b>4.086</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>0,0</b>	<b>79</b>	<b>0,7</b>	<b>6.571</b>	<b>61</b>

\*Descontado biomasa



### SIC, crecimiento proyectado:

Será principalmente por generación con combustibles fósiles, lo que se traduce en una disminución de la participación relativa de las Energías Renovables.

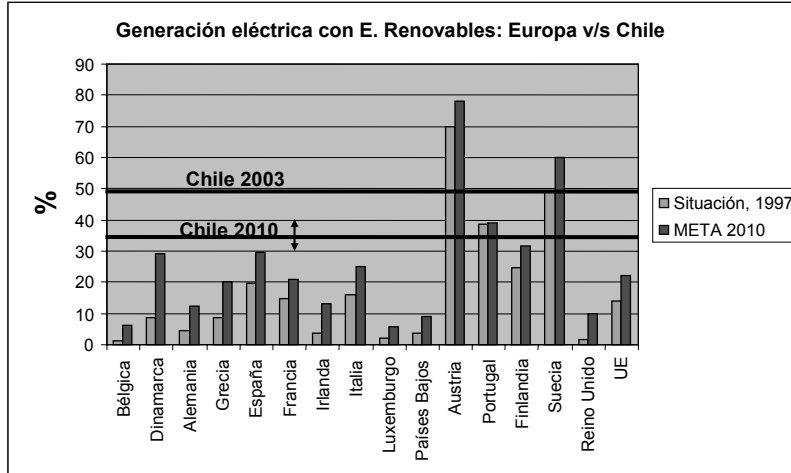
Proyecto	Tipo	Potencia MW	Calendario
Turbina PSEG	Diesel-GNL	50	oct-04
Candelaria CA	Diesel-GNL	250	jul-05
Coya-Pangal	Hidro Pasada	25	abr-06
Campanario	Gas Natural	405	abr-07
Hornitos	Hidro Pasada	55	oct-07
La Higuera	Hidro Pasada	155	ene-08
Quintero I	Gas Natural Licuado	385	abr-08
Pan de Azucar I	Carbón	400	oct-08
Concepcion I	Gas Natural Licuado	385	abr-09
Quintero 01 CA	Gas Natural Licuado	125	ene-10
Confluencia	Hidro	145	ene-10
CNE Geotermica	Geotermia	100	abr-10
Quintero II	Gas Natural Licuado	385	may-10
Quintero 02 CA	Gas Natural Licuado	125	ene-12
Hualpen 01 CA	Gas Natural Licuado	125	ene-11
CNE Geotermica	Geotermia	100	abr-11
Hualpen 02 CA	Gas Natural Licuado	125	ene-13
CNE Geotermica	Geotermia	100	abr-12
Neltume	Hidro Embalse	403	abr-12
Maitencillo I	Carbón	400	jul-13
Hualpen I	Carbón	400	ago-13
Quintero 03 CA	Gas Natural Licuado	125	ene-14
Valdivia I	Carbón	400	abr-14

Fuente: CNE, POI de octubre de 2004, No considera consumos propios



## Energías renovables Chile y Europa

**A pesar de lo anterior, comparativamente, la matriz de generación eléctrica mantendrá un alto porcentaje de E. Renovables**



Fuente: CNE, a partir de información de POI, de CDECs y de Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea.



## Energías Renovables No Convencionales

**Participación:** Las energías renovables no convencionales (ERNC) tienen una participación marginal en Chile, con sólo un parque eólico (2MW) y algunas pequeñas centrales hidráulicas y de biomasa en las redes.

**Potencial:** Sin considerar viabilidad económica, Chile tiene un gran potencial en ERNC para generación eléctrica conectada a red.

**Gran Hidráulica --> Miles de MW**

### ERNC

Geotermia --> Miles de MW (¿1200 - 8000 MW?)

Eólica --> Miles de MW (¿5000 -> MW?)

Minihidráulica --> Cientos de MW

Biomasa --> Cientos de MW

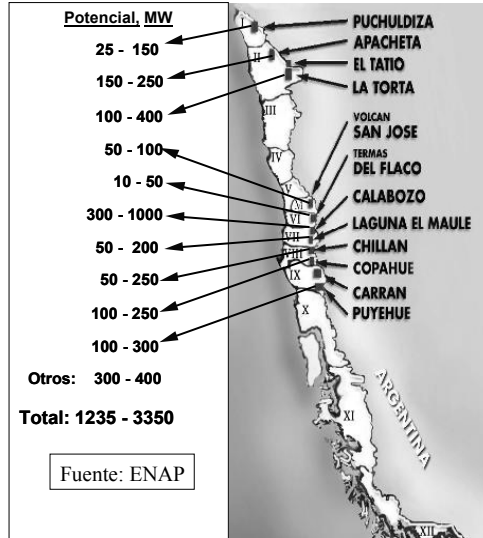
El potencial real de las ERNC no se encuentra bien evaluado en Chile.

## A modo de ejemplo: Potencial Geotérmico

Estimaciones recientes sobre las zonas en las cuales se han solicitado concesiones de exploración geotérmica han estimado el potencial útil para generación eléctrica en:

1.235 - 3.350 MW

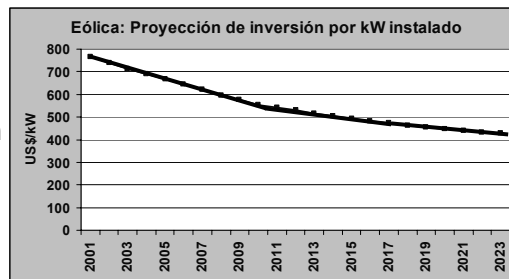
Dependiendo de las condiciones de los reservorios geotérmicos, el costo de este tipo de energía puede encontrarse entorno a los 0,04 US\$ / kWh, o inferior.



## Energía Eólica : Perspectivas

- En Chile existe sólo un proyecto conectado a Red: Alto Baguales (2 MW), en el Sistema Eléctrico de Aysén.
- Salvo excepciones (elevado viento y precio de la energía) su competitividad en Chile con las fuentes tradicionales es baja.
- La situación está empezando a cambiar debido al descenso en los costos de inversión, al aumento del precio de la energía y a recientes modificaciones legales.

Internacionalmente el costo fluctúa entre 3 - 6 UScents/kWh y se prevé que el promedio bajará de 3 hacia el 2010.





GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

## Política general para ERNC Conectada a red

### Política actual de neutralidad económica y regulatoria:

- No existen limitaciones reglamentarias para su incorporación.
- Marco reglamentario y económico neutral con respecto a las energías tradicionales.
- Deben competir en similares condiciones de calidad y precios.

**El Gobierno se encuentra perfeccionando la política general del sector, debido a que las ERNC son un instrumento útil a los objetivos de seguridad de suministro y sustentabilidad de la política energética nacional.**



GOBIERNO DE CHILE  
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

## Líneas de trabajo de CNE en ERNC

### El foco principal de trabajo actual es asegurar el cumplimiento de la neutralidad:

- Identificación y eliminación de potenciales barreras distintas a las económicas para el desarrollo de las ERNC.
- Generación de información pública de:
  - Potenciales y zonas más atractivas.
  - Tecnología y costos bajo la realidad Chilena.
  - Modalidades y fuentes de financiamiento.
- Mejoría de las capacidades locales en la evaluación del sector.
- Desarrollo de reglamentación técnica que permita la integración de las ERNC a los sistemas eléctricos nacionales.
- **Modificaciones legales para eliminar barreras de mercado a las ERNC.**



## Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos

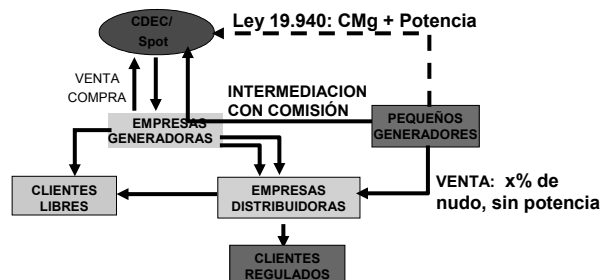
Mediante Modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos (marzo de 2004) se mejoró la viabilidad técnica y económica de proyectos pequeños con energías no convencionales:

- Se asegura el derecho a la venta de energía y potencia en el mercado mayorista (spot) a cualquier generador independiente de su tamaño.
- Se establecen condiciones no discriminatorias para los pequeños generadores (menores a 9 MW) que participen en ese mercado.
- Se da certeza jurídica de acceso a las redes de distribución para evacuar la energía generada.
- Se libera total o parcialmente del pago de peajes de transmisión troncal para las fuentes no convencionales menores a 20MW.



## Pequeñas empresas de generación: opciones de comercialización

- Previas a la Ley :
  - Venta a empresa distribuidora. Única opción cuando por razones técnicas o económicas es imposible conectarse a nivel de transmisión.
  - Venta (o representación) a empresa constituida en CDEC. Condicionada a viabilidad de conectarse en transmisión.



- Opción adicional post Ley: derecho a participar en mercado spot y acceso a redes de distribución (modificación artículo 91).



## Impacto probable de la Ley

- Establece condiciones no discriminatorias hacia pequeños generadores.
- Establece subsidio cruzado en pago de peaje troncal para fuentes no convencionales.
- Permite usar las redes de distribución para evacuar energía.

⇒ Operar en mercado spot debe mejorar la rentabilidad de los proyectos; viabilizando algunos de ellos (principalmente pequeños hidráulicos).

Proyecto	Potencia (MW)	Localización	TIR preLey	TIR postLey
Minihidráulico	3.5	IX Región	5.8 %	10.2 %
Eólico	8.25	V Región	1.8%	3.8%

Ingresos sin ley: precio energía =  $0.9 * \text{Precio nudo}$ , no se reconoce potencia.

Ingresos con ley: precio energía = costo marginal, precio potencia = Precio nudo potencia.



## Fomento al mercado abierto en la Ley

**A partir del 2005 se implementarán instrumentos de apoyo a proyectos no convencionales con miras a:**

- Mejorar las condiciones iniciales para el desarrollo de las oportunidades de negocios creadas en la Ley Eléctrica.
- Mejorar la confianza y conocimiento en los inversionistas no tradicionales.
- Generar confianza y conocimiento en los organismos financieros.





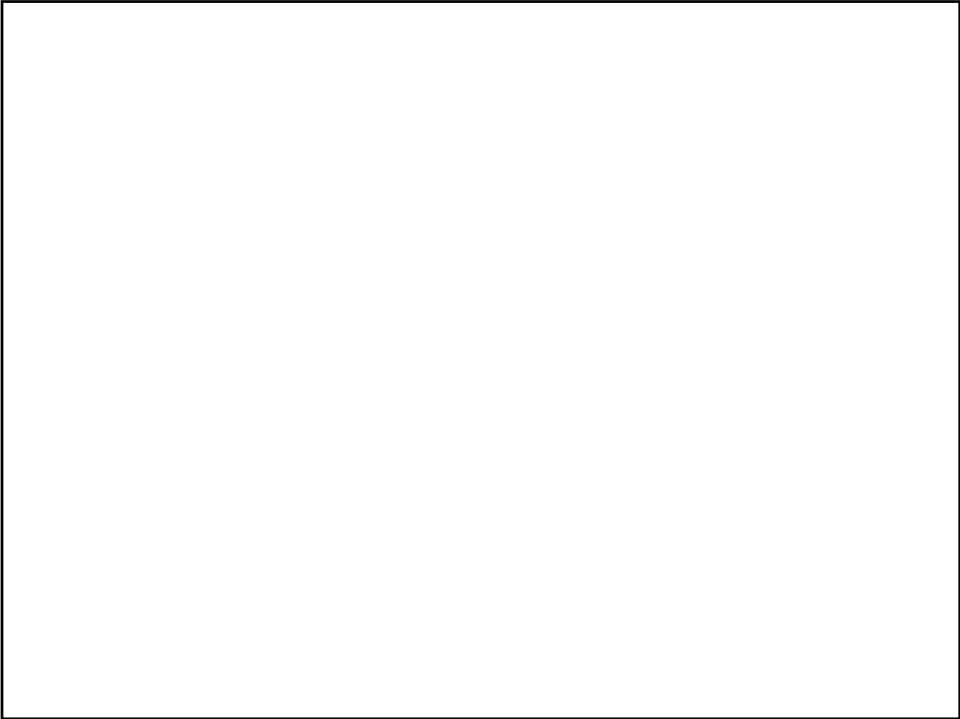
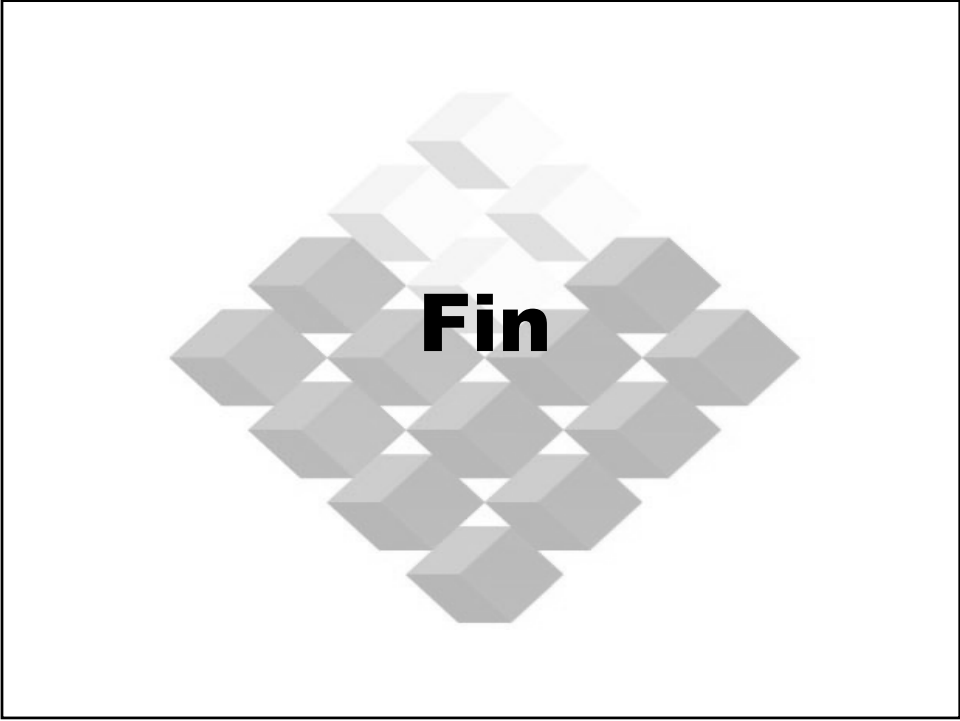
Los instrumentos estarán orientados a:

- Apoyar el desarrollo de Estudios de Preinversión en sus diversas etapas: caracterización del recurso energético, ingeniería, evaluación económica, impacto ambiental, etc.
- Facilitar la obtención de financiamiento para los proyectos de inversión.



## A modo de resumen

- ⇒ Al 2003 el 50% de la generación eléctrica nacional se basó en energías renovables, mayoritariamente, hidráulica.
- ⇒ En términos absolutos la generación por E. renovables aumentará en los próximos años. Sin embargo, probablemente, su participación relativa decrecerá debido a una mayor diversificación del sector.
- ⇒ La participación actual de las ERNC es marginal.
- ⇒ La situación anterior puede cambiar por las posibilidades de desarrollo de la energía geotérmica, por el descenso de los costos de la tecnología y por el aumento del precio de la energía.
- ⇒ La modificación a la Ley Eléctrica mejoró las posibilidades de pequeños proyectos de generación con ERNC, a los que se suman instrumentos de fomento para el mercado abierto en la Ley.



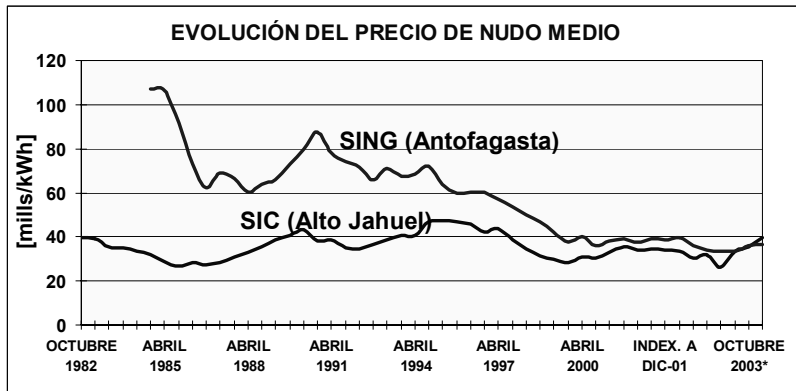


## Evolución Precios de nudo (regulados)

### Costos variables combustibles

Ciclos combinados	12 US\$/MWh
Carbón	20 US\$/MWh
Ciclos combinados diesel	50 US\$/MWh
TG diesel	90 US\$/MWh

Datos a diciembre 2003



## Energías renovables (iv)

### Potencial explotable para generación eléctrica conectada a red (Gran Escala)

Las ERNC que aparentan tener mejor posibilidades de desarrollo en Chile son:

- Energía geotérmica
- Energía eólica
- Biomasa en su forma tradicional de explotación: desechos forestales, licor negro, etc..
- Minihidráulica



## Concesiones de exploración otorgadas a 01/03/2004



Nombre	Región	Superficie (ha)	Concesionario
Puchuldiza	I	50.000	CORFO
Apacheta	II	33.000	Geotérmica del Norte
El Tatio	II	7.200	Geotérmica del Tatio
La Torta	II	39.100	Geotérmica del Norte
V. San José	R.M	40.000	CFG Chile S.A.
Calabozo	VII	75.000	CFG Chile S.A.
L. Del Maule	VII	60.000	Universidad de Chile
Copahue I	VIII	72.900	CFG Chile S.A.
Copahue II	VIII	7.000	CFG Chile S.A.
Chillán	VIII	34.200	CFG Chile S.A.
Carrán - Venados	X	12.600	Universidad de Chile
Puyehue - C1	X	28.000	Universidad de Chile
Puyehue - C2	X	12.600	Universidad de Chile



## Energías renovables (x)

### Competitividad de las ERNC

Las ERNC que aparentan tener un grado de competitividad mayor en el SIC y SING son geotermia y minihidráulica.

### Comparación de costos de distintas alternativas de generación

Tipo de energía	Costos de inversión US\$/MW	Costo total operación Mills/KWh	Factor de Planta %	Costo medio total de generación Mills/KWh	Fuente
<b>No convencional</b>					
Geotérmica	1.360.000	4,5	90	19 – 30	CNE - UChile
Eólica	1.012.000	6,7	30 – 33	43 – 56	CNE - UChile
Solar (PV)	4.550.000	7 – 20	7 – 15	240 – 300	US DOE
Biomasa	1.818.000	3,6 – 4,7	80 – 85	67 – 75	US DOE
<b>Hidráulica</b>					
Embalse	998.000	0,7	70	18	CNE
Pasada	1.320.000	0,7 - 3	52 – 75	17 – 33	CNE
<b>Térmica</b>					
Gas (CCC)	629.000	14,1	90	22,6	CNE
Térmica Carbón	922.000	16,5	75	32,3	CNE
Térmica diesel	424.000	80,9	30	81	CNE



### Respuestas que se necesitan

- ¿Cuál es la capacidad de generación eléctrica posible en Chile para los distintos tipos de ERNC? ¿1%, 10%, 50%?
- ¿Cuál es el grado de competitividad actual de las ERNC para los sistemas eléctricos nacionales? ¿Cuál es su evolución probable?
- ¿Cuál es la magnitud del “incentivo / ayuda” que se debería realizar para que se materializasen distintos escenarios de desarrollo con una componente renovable significativa (10%, 20%, etc..)?
- ¿Cuál es la magnitud de los beneficios en seguridad de suministro y mitigación de impactos ambientales locales de esos escenarios de desarrollo? ¿Qué otros beneficios puede tener para el país?.
- ¿ Cuáles serían instrumentos de incentivo/fomento más adecuados y “viabes” en la realidad Chilena?



### 2.- Revisión del marco reglamentario actual: Evaluación de conveniencia de política de incentivo a las ERNC.

- Las motivaciones de este trabajo son el reconocimiento que las ERNC pueden ser un instrumento útil a los objetivos de seguridad de suministro y de sustentabilidad ambiental.
- Ello puede traducirse en modificar el principio actual de neutralidad hacia uno de incentivo a las ERNC.



**Objetivos del trabajo:**

- Delimitar el grado de contribución real de las ERNC a los objetivos anteriores en comparación con otras alternativas de desarrollo de la oferta de generación eléctrica nacional.
- De ser beneficioso para el país, esto es beneficios mayores a la inversión del Estado, proponer los cambios más adecuados a la realidad nacional que permitan un incremento de la participación de las ERNC.
- Contar con los antecedentes técnicos, económicos y jurídicos que permitan sustentar y dar viabilidad a los cambios que se propongan.