

A p o r t e p o t e n c i a l d e :  
E n e r g í a s R e n o v a b l e s  
N o C o n v e n c i o n a l e s y  
E f i c i e n c i a E n e r g é t i c a  
a l a M a t r i z E l é c t r i c a ,  
2 0 0 8 - 2 0 2 5

Junio-2008

Programa de Estudios e Investigaciones en Energía  
del Instituto de Asuntos Públicos de la  
Universidad de Chile

Núcleo Milenio de Electrónica Industrial y  
Mecatrónica Centro de Innovación en Energía de la  
Universidad Técnica Federico Santa María



Durante los últimos 20 años, la demanda de energía eléctrica en Chile se ha incrementado en forma sostenida, a una tasa promedio anual de 6,7%. Por su parte, la oferta de energía eléctrica se ha desarrollado básicamente a partir de fuentes de energía convencionales (combustibles fósiles e hidroelectricidad), cuya incorporación oportuna se ha visto comprometida debido a imperfecciones regulatorias (DFL N° 1); a señales poco atractivas para las inversiones en el sector generación; y a un mercado centrado en la oferta. Esta situación ha generado una grave vulnerabilidad en el suministro eléctrico, intensificada por factores climáticos (sequías) y restricciones en el abastecimiento de gas natural desde Argentina. Todo ello ha redundado también en el encarecimiento sostenido de la energía eléctrica.

En los años recientes, las autoridades del sector han intentado subsanar las debilidades del marco legal, reduciendo las incertidumbres, y creando incentivos a la inversión en fuentes convencionales y estableciendo algunos beneficios y cuotas de participación para facilitar la introducción de las energías renovables no convencionales (ERNC) (Leyes 19.940 de 2004; 20.018 de 2005 y 20.257 de 2008<sup>1</sup>). Sin embargo, estas medidas no han sido suficientes para acelerar el desarrollo de estas opciones energéticas. En las mismas reformas, si bien se ha intentado incorporar el fomento al uso eficiente de la energía eléctrica (UEEE), las normativas, la institucionalidad, el presupuesto y los roles que desempeñan los actores involucrados han sido insuficientes frente a los desafíos de liderazgo que el país requiere en el manejo de la demanda energética.

Chile debe concebir las ERNC no como un recurso marginal, sino como un suministro de importancia para la red troncal y para los usuarios finales en un esquema de generación distribuida. El país también debe reconocer el uso eficiente de la energía eléctrica (UEEE) no sólo como una estrategia de ahorro en períodos de escasez de la oferta, sino como un recurso energético generado a partir de la racionalización de la demanda y de la gestión eficiente de la energía en los distintos usos finales y procesos productivos. La experiencia internacional demuestra que las ERNC y el UEEE aportan dinamismo y diversificación al mercado energético y reducen la vulnerabilidad. Por ello, es urgente estimar el potencial de las ERNC y del UEEE en el país y definir las políticas públicas que permitan su materialización, a fin de que ellas se constituyan en un recurso fundamental para la matriz energética del futuro.

Con este propósito, el presente estudio ofrece un análisis de los potenciales técnicos, económicamente factibles y alcanzables de las ERNC, del UEEE y de la cogeneración como aporte al abastecimiento del Sistema Interconectado Central (SIC), identificando los obstáculos que impiden su desarrollo y ofreciendo recomendaciones de políticas que permitan materializar los potenciales identificados. El horizonte de análisis del estudio es el año 2025 y la estructura del mismo distingue cuatro temas principales:

- Funcionamiento del mercado eléctrico chileno y estimación de la demanda del SIC para el horizonte del estudio, al año 2025.
- Estimación de los potenciales alcanzables de ERNC y UEEE, en tres escenarios: conservador, dinámico y dinámico-plus<sup>2</sup>.
- Identificación de barreras de mercado e institucionales para el pleno desarrollo de las ERNC y del UEEE.
- Propuesta de políticas para el desarrollo de ERNC y UEEE.

Si bien los análisis de esta investigación se focalizan en el Sistema Interconectado Central (SIC), que representa casi el 70% del parque eléctrico nacional, las metodologías para la estimación del aporte de las ERNC y del UEEE podrían ser aplicadas y sus resultados extrapolados<sup>3</sup> al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Se espera que los resultados de este trabajo aporten antecedentes y elementos conceptuales al debate de los diversos actores responsables del futuro desarrollo energético en Chile.



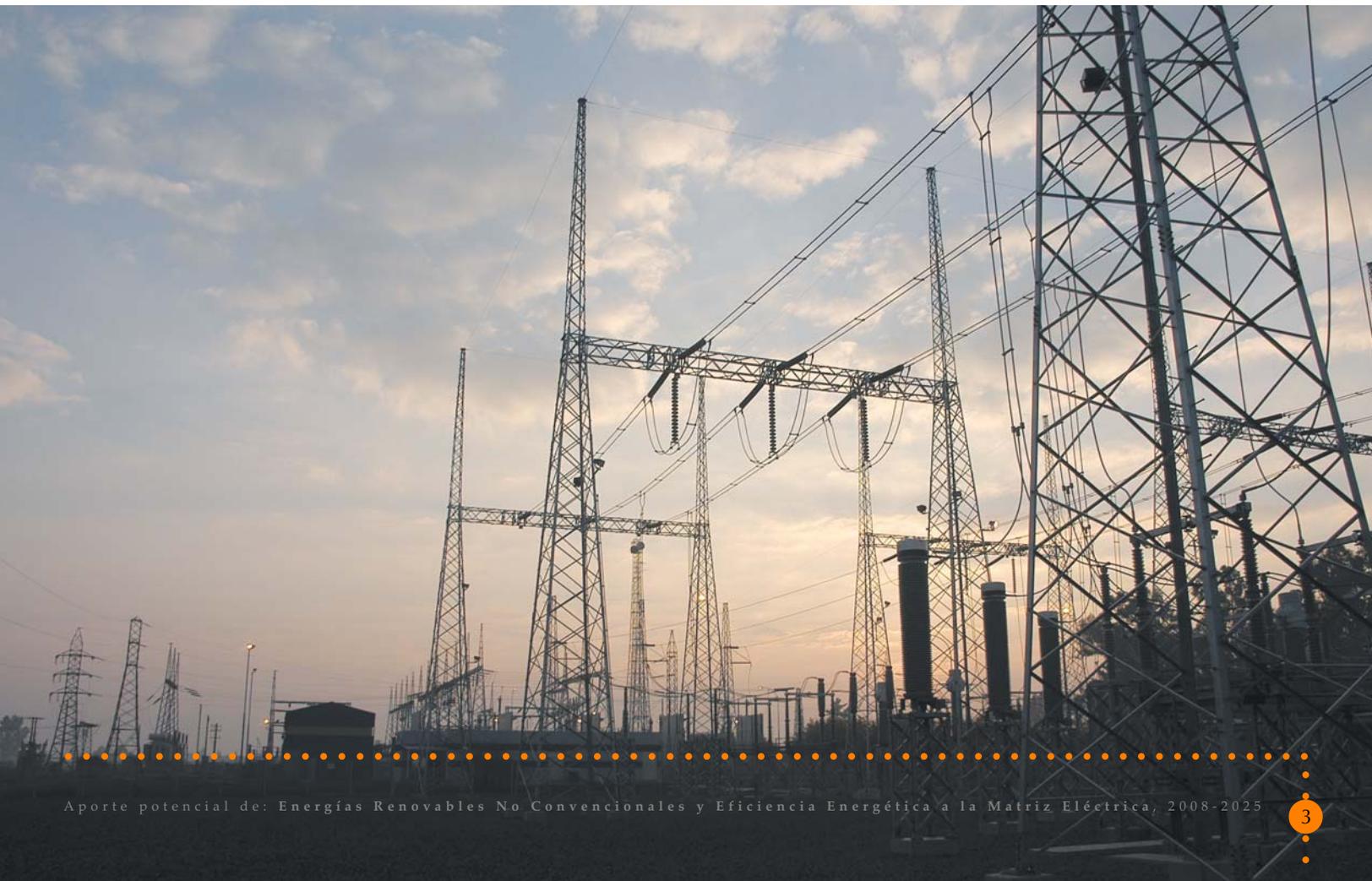
A partir de la entrada en vigencia de la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL N° 1) en el año 1982, el mercado eléctrico se estructuró en los segmentos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, siendo estos dos últimos sometidos a regulación de precios, dada sus características de monopolio natural. Simultáneamente, a través de un proceso de privatización, el Estado delegó en agentes privados la responsabilidad del abastecimiento eléctrico del país, asumiendo desde entonces sólo funciones de regulación, fiscalización y planificación indicativa de inversiones en generación y transmisión<sup>4</sup>.

La industria eléctrica nacional está integrada por un conjunto de empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras. En conjunto, las empresas suministran una demanda agregada nacional que en 2006 alcanzó 52.701 GWh<sup>5</sup>. Esta demanda se localiza territorialmente en cuatro sistemas eléctricos<sup>6</sup>: Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), con 30,17% de la capacidad instalada; Sistema Interconectado Central (SIC), con 69,01% de la capacidad instalada<sup>7</sup>; Sistema de Aysén, con 0,28% de la capacidad; y Sistema de Magallanes, con 0,54%.

En el mercado eléctrico nacional, los consumidores se clasifican en tres grandes grupos:

- **Clientes regulados:** cuya potencia conectada es inferior o igual a 2.000 kW;
- **Clientes libres:** cuya potencia conectada es superior a 2.000 kW;
- **Clientes con derecho a optar por un régimen regulado o de precio libre** (por un período mínimo de cuatro años de permanencia en cada régimen): cuya potencia conectada es superior a 500 kW e inferior o igual a 2.000 kW<sup>8</sup>.

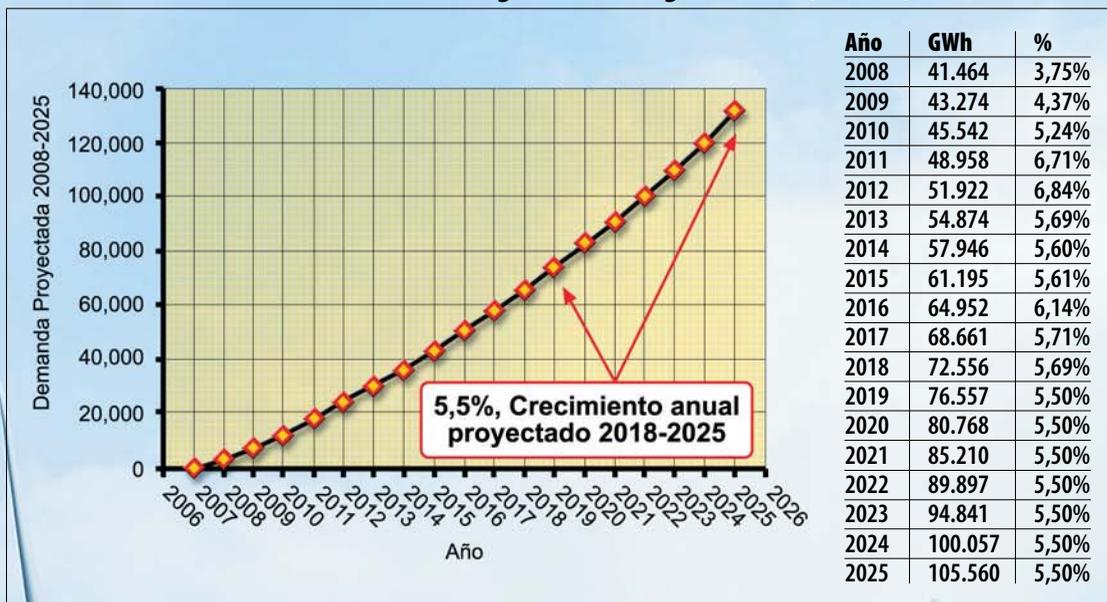
Cabe destacar que el mercado eléctrico chileno es el más concentrado de América Latina. Un estudio de CEPAL<sup>9</sup>, utilizando la clasificación del Departamento de Justicia de Estados Unidos (que emplea el *Indice Herfindahl-Hirschman, HHI*), ubica a Chile en el primer lugar de la categoría «altamente concentrado», (con un valor HHI de 3.541), seguido a distancia por Brasil, con un HHI de 2.004<sup>10</sup>.



# PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

En la fijación de precios de nudo correspondiente a abril de 2008, la Comisión Nacional de Energía estimó, para la demanda eléctrica del SIC, un escenario más restrictivo que el de la fijación anterior (octubre 2007), utilizado en los estudios de base para este trabajo. La previsión de la demanda de la CNE cubre el período 2008-2018. Para los años 2018-2025 los autores de este estudio consideraron una tasa promedio de crecimiento anual de 5,5%. Esta proyección se utilizó para definir el escenario base contra el que se comparó los escenarios de aporte potencial de ERNC y UEEE al abastecimiento del SIC. El gráfico 1 muestra la curva de demanda del escenario base.

**Gráfico 1**  
**Tendencia de la demanda global de energía en el SIC (en GWh)**



Fuente: Informe Técnico Definitivo Fijación de Precios de Nudo abril 2008; Estimación propia para los años 2018-2025.

Respecto de los sectores de consumo, el Balance Nacional de Energía (BNE) elaborado por la Comisión Nacional de Energía, evidencia que al año 2006 el consumo total de electricidad en Chile fue de 52.701 GWh<sup>11</sup>. De ese total, a nivel país, los sectores Cobre, Industrias y Minas Varias, Residencial, Comercial, Gran Industria y otra Minería<sup>12</sup> representan más del 90%, del consumo de electricidad. Para evaluar el potencial aporte del UEEE al abastecimiento del SIC se consideraron los mismos sectores y subsectores.

Para la estimación de los potenciales de ERNC y UEEE se consideró como referencia los precios definidos en la fijación de precios de nudo para el SIC de octubre de 2007<sup>13</sup> como unidad de medida base, debido a que estos precios reflejan los costos de suministro asociados a un determinado plan de obras de generación; e internalizan los costos de los distintos combustibles con que operan las unidades térmicas actuales y futuras. Más específicamente, los **precios de nudo** reflejan el costo mínimo de abastecimiento (inversión, operación y racionamiento), para el plan de obras de generación. Estos precios orientan el desarrollo de la oferta energética, proporcionando al inversionista la información requerida para seleccionar las unidades generadoras más rentables y/o de menor costo.

Si bien la base de referencia es la misma, en el caso de las ERNC, sus precios deben competir con la oferta de los generadores convencionales, lo que las vincula al precio de suministro a la red troncal. Por el contrario, para el UEEE la referencia es el precio que pagan los distintos usuarios: tarifa negociada por el cliente libre, tarifa regulada que normalmente paga el industrial, minero o gran comercio (tarifa AT4-3) y para el cliente residencial y pequeño comercio (tarifa BT1).

En consecuencia, para la estimación del potencial aporte del UEEE se adoptaron como referencia las tarifas siguientes:

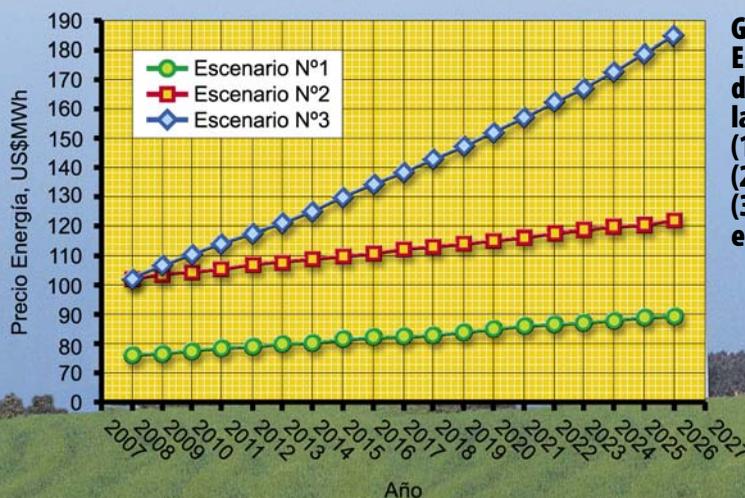
- Precio libre monómico: 51,141 [\$/kWh]
- Precio AT4: entre 61,801 [\$/kWh] y 71,967 [\$/kWh]<sup>14</sup>
- Precio BT1: \$93,823 [\$/kWh]

A su vez, para la estimación del potencial aporte de las ERNC se adoptaron como referencia los precios siguientes:

- Precio de la energía de **US\$ 75/MWh** más un crecimiento anual de 1%, para un escenario **conservador** en el precio de la energía.
- Precio de la energía de **US\$ 102/MWh** más un crecimiento anual de 1% para un escenario **dinámico** del precio de la energía.
- Precio de la energía de **US\$ 102/MWh** más un crecimiento anual de 3,5% para un escenario **dinámico-plus** del precio de la energía.

El precio de US\$ 75/MWh equivale al precio que la CNE estima para el futuro, suponiendo una oferta estabilizada en el SIC. Los US\$ 102/MWh corresponderían a dicho precio más la multa por no cumplir con la exigencia de inyectar la cuota de ERNC a la red; y es equivalente a los valores actuales del precio medio de mercado.

En el contexto actual, parece muy difícil que el precio de la energía baje en el futuro mediano. Analistas financieros como Goldman Sacks, de Estados Unidos, o CIBC World Market, de Canadá, indican que es muy posible que la tendencia actual de los precios de la energía se mantenga y que el mercado deba enfrentar, en el corto plazo, precios del petróleo cercanos a US\$ 200/barril<sup>15</sup>. Todo lo anterior justifica los US\$ 102/MWh como un precio consistente con la situación energética mundial, y los US\$ 75/MWh como un precio conservador.



**Gráfico 2**  
Escenarios base de precios de la energía  
(1) Conservador,  
(2) Dinámico y  
(3) Dinámico-plus en US\$/MWh

## Disponibilidad física de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en el territorio nacional

La estimación de los potenciales brutos o de disponibilidad física de las ERNC se estima que podría estar entre unos 130.000 y 190.000 MW (Tabla 1), según información recogida de diversas fuentes, entre las que destacan: CORFO, ENDESA Chile, Comisión Nacional de Energía, Dirección General de Aguas, Dirección de Obras Hidráulicas e instituciones académicas.

**Tabla 1**  
**Potenciales brutos. Estimación al 2025**

Recurso ERNC	Potencial Bruto- MW
Hidráulica (1)	20.392
Geotérmica (2)	16.000
Eólica (3)	40.000
Biomasa (3)	13.675
Solar (4)	40.000 - 100.000
Fotovoltaica (FV) (5)	1.000
<b>Total, MW</b>	<b>191.067</b>
<b>SIC (2025), MW</b>	<b>22.736</b>
<b>% SIC</b>	<b>840%</b>

Fuente: NEIM-CEI «Estimación del aporte Potencial de ERNC al SIC 2008-2025», junio 2008.  
Notas:

- 1) Energía hidráulica: en base a estadísticas ENDESA e información CNE.
- 2) Geotermia: en base a información de la CNE y A. Lahsen.
- 3) Biomasa y energía eólica: en base a CORFO, GTZ, CORMA, INFOR y CNE.
- 4) Solar térmico: en base a 0,5 MW/há y una penetración de 80.000 a 200.000 Há.
- 5) Solar fotovoltaica: en base a penetración en 250.000 hogares (2 kW/hogar) y 100.000 aplicaciones en empresas, instituciones y comercios (5kW/instalación).



## Definición de los escenarios para el desarrollo de las ERNC

Para la estimación del potencial de ERNC, se consideró el funcionamiento del mercado eléctrico según el marco regulatorio vigente y en un ambiente de economía de mercado, donde los proveedores de energía son entidades privadas que generan y comercializan la electricidad directamente a los usuarios y empresas, según diversos modelos de negocios, priorizando aquellos de mayor impacto económico y rentabilidad.

Para el cálculo del potencial de penetración de las ERNC en el SIC, se consideraron aquellas fuentes energéticas que cuentan con mayor desarrollo técnico y comercial a nivel nacional e internacional: eólica, hidráulica, biomasa, geotérmica y solar.

También se incorporó en los escenarios, las disposiciones de la nueva Ley de ERNC, que introduce metas obligatorias a las empresas generadoras, las que deberán asegurar a partir del año 2010, que un 5% de su abastecimiento a distribuidoras y clientes libres provendrá de ERNC, aumentando dicho porcentaje en 0,5% anual a partir de 2015, para llegar a un 10% el año 2024. Para la evaluación económica de las distintas fuentes de ERNC, se adoptaron los siguientes supuestos para los proyectos:

- Horizonte de 20 años y tasa de descuento de 10%.
- Precio de energía referencial en tres escenarios: (1) conservador con US\$75/MWh; y (2) dinámico con US\$102/MWh;<sup>16</sup> y (3) dinámico-plus con US\$102/MWh y 3,5% de incremento anual en el precio de la energía (ver gráfico 2).
- Crecimiento del precio de la energía a un ritmo de 1% anual en el escenario conservador y dinámico; y de 3,5% en el escenario dinámico-plus.
- Precio de la potencia de 8.97 US\$/kW/mes.
- Acceso al mercado de bonos de carbono por reducción de emisiones.

# Estimación del Potencial de ERNC instalable en el SIC: 2008-2025

Para evaluar la viabilidad económica de estas alternativas, se utilizó una estimación del Costo de la Energía (COE); su distancia de los centros de consumo y un grado de penetración en el tiempo de acuerdo a la rentabilidad relativa de las opciones; su aporte a la diversificación de las fuentes; las condiciones de acceso para la instalación de los proyectos; los riesgos implícitos en las distintas opciones y la reducción eventual de dichos riesgos en el futuro<sup>17</sup>.

En forma específica, para la evaluación de las posibilidades de penetración de las ERNC, se consideró los proyectos en curso y representativos de cada fuente energética, y se sensibilizaron respecto a la variación del precio de la energía (en los escenarios conservador, dinámico y dinámico-plus) y del valor de las inversiones.

## Potencial de penetración técnica y económicamente factible de las ERNC al SIC, 2008-2025

En términos operacionales, el **potencial técnico** de las ERNC (basado en las tecnologías actualmente disponibles, los factores promedio de planta y el marco regulatorio existente), se estima en unos 10.803 MW, lo que corresponde a 47,5% de los requerimientos del SIC al año 2025. En términos del **potencial económicamente factible**, en el escenario conservador (1), dinámico (2) y dinámico-plus (3) la tasa de penetración oscila entre 14,7%, 19% y 25,3%, respectivamente.

**Tabla 2**  
**Potencia instalable, SIC (en MW). Período 2008-2025**

Recursos ERNC	Factor Planta	Potencia instalada Año 2007	Potencial Bruto	Potencial técnicamente factible Año 2025	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 1) Conservador	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 2) Dinámico	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 3) Dinámico-plus
Hidráulica	0,6	117	20.392	3.003	1.421	1.653	1.850
Geotérmica	0,8	0	16.000	1.500	810	940	1.400
Eólica	0,3	18	40.000	1.500	330	998	1.200
Biomasa	0,8	191	13.675	3.249	461	501	903
Solar	0,2	0	100.000	1.051	210	210	250
FV	0,15	0	1.000	500	100	100	150
<b>Total MW</b>		<b>326</b>	<b>191.067</b>	<b>10.803</b>	<b>3.332</b>	<b>4.402</b>	<b>5.753</b>
<b>SIC</b>		<b>8.608</b>	<b>22.736</b>	<b>22.736</b>	<b>22.736</b>	<b>22.736</b>	<b>22.736</b>
<b>% SIC</b>		<b>3,8%</b>	<b>840%</b>	<b>47,5%</b>	<b>14,7%</b>	<b>19%</b>	<b>25,3%</b>

Fuente: NEIM-CEI «Estimación del Aporte Potencial de ERNC al SIC 2008-2025», junio 2008

Notas: Columna 1) Recursos ERNC

2) Factor de planta: en base a información de proyectos conocidos y promedios internacionales.

3) Potencia instalada actual, corresponde a la potencia de ERNC instalada en el SIC en el año 2007.

4) Potencial bruto: en base a la disponibilidad física de ERNC en la zona del SIC.

5) Potencial técnicamente factible: en base a condiciones de operación, factores de carga, regulación actual, tendencias del mercado.

6) Potencial económicamente factible, escenario 1: conservador, estimado con precio de la energía a US\$75/MWh (incremento 1% anual).

7) Potencial económicamente factible, escenario 2: dinámico, estimado con precio de la energía a US\$102/MWh (incremento 1% anual).

8) Potencial económicamente factible, escenario 3: dinámico-plus, estimado con precio de la energía a US\$102/MWh (incremento 3,5% anual).

La tendencia de precios crecientes de los energéticos convencionales y la disminución de costos de inversión en las tecnologías de ERNC, junto a una decidida política pública de promoción de estas últimas, debería traducirse en un incremento significativamente mayor del aporte de las ERNC al SIC, aprovechando al menos el potencial técnicamente factible que podría abastecer casi 50% de la demanda al 2025. La gran interrogante es si el país deberá esperar hasta que las condiciones de mercado sean tan favorables que ellas se impongan por sí solas; o si estratégicamente debiéramos establecer políticas proactivas para que el proceso de inserción de las ERNC se inicie con fuerza desde ya, a fin de permitir el desarrollo de una matriz energética más limpia y menos dependiente de los combustibles fósiles importados.

# Capacidad de Generación de ERNC para el abastecimiento del SIC: 2008-2025

En cuanto a los potenciales de generación (GWh/año en base a la tabla anterior), se estima que sería posible abastecer la demanda de electricidad del SIC, con alrededor de 17.700 GWh/año en el caso del escenario conservador; con 21.909 GWh/año para el escenario dinámico y con 29.652 GWh/año en el escenario dinámico-plus al año 2025. Este potencial de generación representa respectivamente un 16,8%, 20,8% y 28,1% de la demanda estimada del SIC para el año 2025.

Es necesario destacar que el potencial técnicamente factible es muy superior, pudiendo abastecer del orden de 53%, (55.504 GWh) de la energía demandada por el SIC al año 2025, si se remueven los obstáculos que impiden su pleno desarrollo y se diseñan políticas eficientes para su inserción en la matriz eléctrica.

**Tabla 3**  
**Capacidad de generación instalable, SIC: período 2008 - 2025 (GWh/año)**

Recursos ERNC	Factor Planta	Potencia instalada Año 2007	Potencial Bruto	Potencial técnicamente factible Año 2025	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 1) Conservador	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 2) Dinámico	Potencial económicamente factible: Año 2025 (Escenario 3) Dinámico-plus
Hidráulica	0,6	615	107.180	15.784	7.469	8.688	9.724
Geotérmica	0,8	0	112.128	10.512	5.676	6.588	9.811
Eólica	0,3	47	105.120	3.942	867	2.623	3.154
Biomasa	0,8	1339	95.834	22.734	3.231	3.511	6.328
Solar	0,2	0	175.200	1.841	368	368	438
FV	0,15	0	1.314	657	131	131	197
<b>Total, GWh/año</b>		<b>2.001</b>	<b>596.776</b>	<b>55.470</b>	<b>17.743</b>	<b>21.909</b>	<b>29.652</b>
<b>SIC, GWh</b>		<b>39.964</b>	<b>105.560</b>	<b>105.560</b>	<b>105.560</b>	<b>105.560</b>	<b>105.560</b>
<b>% SIC</b>		<b>5%</b>	<b>565%</b>	<b>52,5%</b>	<b>16,8%</b>	<b>20,8%</b>	<b>28,1%</b>

Fuente: NEIM-CEI «Estimación del Aporte Potencial de ERNC al SIC 2008-2025», junio 2008



# Estimación de la Capacidad de Penetración de las ERNC en el SIC: 2008-2025

La puesta en marcha de centrales generadoras que utilicen ERNC permitiría además acumular experiencia, reducir riesgos de inversión e incrementar la capacidad de servicios, facilitando la formación de *clusters* especializados en torno a las ERNC.

En cualquier caso, los potenciales estimados permiten superar ampliamente las metas definidas por la Ley 20.257 de promoción de ERNC promulgada en marzo de 2008. En el caso del escenario dinámico, se alcanzaría una capacidad de generación equivalente a 7% en 2010, un 12% en 2015 y un 21% en 2025. En el caso de escenario dinámico-plus, esta capacidad de generación aumentaría a 7,8% en el año 2010, a 13,8% en el año 2015 y a 28,1% en el año 2025.

Las tablas siguientes muestran para los años mencionados la estructura del aporte en potencia instalada y en capacidad de generación de las distintas fuentes de ERNC, para el escenario dinámico.

**Tabla 4**  
**Capacidad de potencia instalable, en MW (Escenario Dinámico)**  
**comparado con la demanda estimada del SIC**

Año	Hidráulica	Geotérmica	Eólico	Biomasa	Solar	FV	Total ERNC	SIC	%
2008	247	-	18	191	-	-	456	8.931	5%
2010	289	-	98	200	-	-	587	9.809	6%
2015	675	130	298	314	10	4	1.432	13.181	11%
2020	1.198	485	618	420	110	20	2.851	17.396	16%
2025	1.653	940	998	501	210	100	4.402	22.736	19%
	7,3%	4,1%	4,4%	2,2%	0,9%	0,4%	19,0%	100%	

Fuente: NEIM-CEI, UTFSM, junio 2008

**Tabla 5**  
**Capacidad de generación factible, en GWh (Escenario Dinámico)**  
**comparado con demanda estimada para el SIC**

Año	Hidráulica	Geotérmica	Eólico	Biomasa	Solar	FV	Total ERNC	SIC	%
2008	1.298	0	47	1.339	0	0	2.684	41.464	6%
2010	1.519	0	258	1.402	0	0	3.178	45.542	7%
2015	3.551	911	783	2.201	18	5	7.468	61.195	12%
2020	6.298	3.399	1.624	2.943	193	26	14.483	80.768	18%
2025	8.689	6.588	2.623	3.511	368	131	21.910	105.560	21%
	8,2%	6,2%	2,5%	3,3%	0,3%	0,1%	21%	100%	

Fuente: NEIM-CEI, UTFSM, junio 2008

# EFICIENCIA ENERGÉTICA: Aporte Potencial al SIC (2008-2025)

La estimación del aporte potencial del Uso Eficiente de la Energía (UEEE) al abastecimiento del SIC demandó elaborar proyecciones de demanda para los principales sectores de consumo eléctrico; definir las estructuras de uso de la energía para dichos sectores y subsectores; identificar las tecnologías dominantes y sus alternativas más eficientes; evaluar la rentabilidad de la introducción de las tecnologías energéticamente eficientes y definir las tasas de penetración de dichas tecnologías, teniendo en cuenta las características de los usuarios, su propensión relativa a la innovación, los ciclos de vida de las tecnologías y la importancia de las inversiones requeridas.

## Sectores de consumo y estructura de usos finales

La estimación de los potenciales de UEEE se circunscribió a los sectores Minería del Cobre, Industrias y Minas Varias, Residencial (distinguiendo urbano y rural), Comercial (distinguiendo gran comercio y pequeño comercio), Gran Industria y otra Minería (fundamentalmente Salitre y Hierro) de acuerdo a las categorías generales definidas por el balance nacional de energía de la CNE.

No fue posible elaborar proyecciones sectoriales a partir de modelos econométricos, debido a que no existe información regionalizada del Producto, ni previsiones de la evolución de los sectores para el horizonte 2025. La estructura sectorial de la demanda se enmarca en la proyección global de la CNE<sup>18</sup> y se ha estimado en forma simplificada.<sup>19</sup> Bajo estas condiciones, la proyección de la demanda para la mayoría de los sectores y subsectores se basó en sus tendencias históricas y en la evolución prevista de la demanda global del SIC.

Un análisis especial se realizó en el caso de la Minería del Cobre y del sector Residencial. En el primero de ellos se adoptaron los resultados de estudios de Cochilco para evaluar la demanda de la industria cuprífera en el SIC y previsiones no oficiales de posibles proyectos de la minería del cobre hasta el año 2017; para los años siguientes se supuso que se mantenía de la tendencia del período previo. En el caso de la demanda residencial se consideró las proyecciones de población y hogares del INE y CELADE y la tendencia en el incremento de consumos específicos que resultan del aumento de los ingresos familiares. La estimación de la proyección de la demanda para estos sectores y subsectores<sup>20</sup> se presenta en la Tabla 6. La cogeneración se trató en forma separada por estar presente en varios sectores.

**Tabla 6**  
**Demanda de Energía por Sector [GWh]**

Año	Cobre	Gran industria y minería	Ind. y minas varias	Residencial	Comercial	Otros (*)	Total
2008	6.886	8.086	9.993	8.614	6.197	1.688	41.464
2010	7.319	9.197	11.017	9.292	7.095	1.621	45.542
2015	9.521	12.731	14.061	10.988	9.951	3.943	61.195
2020	11.064	17.697	17.945	12.684	13.956	7.422	80.768
2025	13.140	24.689	22.903	14.379	19.574	10.874	105.560

Fuente PRIEN, junio 2008  
(\*) Otros sectores: consumos asociados al sector público, transporte y otros propios del sector energético.

# Estimación del Potencial de Eficiencia Energética en el SIC



Para la estimación de potenciales de mejoramiento de la eficiencia eléctrica se estableció una estructura aproximada de los consumos por uso final, en base a estudios anteriores realizados por los autores e información proporcionada por empresas representativas. La tabla 7 resume, en promedio, dicha estructura.

**Tabla 7**  
**Estructura del consumo de energía por sector y uso final**

Sector	Subsector	Participación en el consumo de energía eléctrica				
		Fuerza motriz	Iluminación	Climatización	Refrigeración	Otros
Cobre <sup>(*)</sup>		75%	10%			15%
Gran industria y gran minería		70%	5 a 7%			23 a 25%
Industrias y minas varias		75%	5 a 7%			18 a 20%
Residencial			40%		30%	30%
Comercial	Gran comercio <sup>(**)</sup>	7%	29%	63%		1%
	Pequeño comercio		10%		70%	20%
Público		10%	60%	30%		

Fuente PRIEN, "Estimación del aporte potencial del uso eficiente de la energía eléctrica: 2008-2025." Junio 2008.

(\*) Para la minería del cobre el análisis de los potenciales de ahorro se realizará por área de producción: mina, concentradora, fundición y refinería;

(\*\*) La estructura presentada corresponde a la de los mall. En el caso de los supermercados, la refrigeración corresponde a un 45% del total, la iluminación un 24%, la climatización un 15% y los otros usos, el resto.

## Determinación del potencial económico y potencial alcanzable factible del UEEE

La selección de las tecnologías alternativas se limitó a aquellas existentes en el país (definidas como tecnologías estándar) y contempló las que "están comercialmente disponibles en el mercado y que son fácilmente incorporables por los usuarios. Se consideró que un equipo en uso no es reemplazable, excepto cuando éste ha alcanzado el fin de su vida útil (recambio de equipos).

Para estimar el potencial económicamente factible, se evaluó el Costo de Ahorrar Energía (CAE) comparando el costo anualizado de las alternativas estándares y eficientes (para el ciclo de vida de las mismas), dividido por la diferencia de los consumos anuales de energía (para la opción estándar y eficiente), con el costo de la electricidad para el usuario correspondiente.

Con el objeto de asegurar una eventual reducción de los precios de referencia de la electricidad en el futuro<sup>21</sup>, se consideró como punto de corte un 75% de dicho valor.

El factor de recuperación del capital consideró una tasa de descuento de 12%

La estimación de los potenciales se abordó en base a:

- Al costo de ahorro de energía (CAE) para la gran mayoría de las tecnologías transversales (es decir, aplicables a varios sectores).
- Al «benchmarking» o consumo específico de referencia para la evaluación de procesos, específicamente en la minería del cobre.

## Potencial de reducción de consumo total en el SIC: 2008-2025

La estimación del potencial aporte del UEEE al abastecimiento del SIC se definió en función de la dinámica de penetración de las tecnologías eficientes energéticamente; es decir, del grado de compromiso expresado en las políticas públicas (incluyendo el control de su implementación); disposición de los distintos sectores usuarios a la innovación; y complejidad, costo y vida útil de las mismas.

El potencial de reducción del consumo total para el SIC, se estimó en 10.493 GWh en el escenario conservador; 16.388 GWh en el escenario dinámico y 24.647 GWh en el escenario dinámico-plus para el año 2025. Ello corresponde respectivamente a un 9,9%, un 15,5% y un 23% del consumo total de electricidad del SIC para ese año. La tabla 8 muestra los potenciales para el escenario dinámico.

**Tabla 8**  
**Potenciales de disminución en el consumo (en GWh) Escenario Dinámico**

Año	Potenciales de disminución en el consumo, en GWh						TOTAL		
	Cobre	Gran Industria y Minería	Industrias y Minas Varias	Cogeneración	Sector Comercial	Sector Residencial	Consumo SIC		
							Línea Base (GWh)	Total Ahorros (GWh)	% Ahorro
2008	32	29	30	242	30	990	41.464	1.353	3,2%
2010	102	82	77	408	143	1.299	45.542	2.111	4,6%
2015	372	363	308	1.228	581	1.692	61.195	4.544	7,4%
2020	672	1.010	780	2.958	1.462	2.452	80.768	9.334	11,5%
2025	1.100	2.305	1.609	5.550	2.552	3.271	105.560	16.388	15,5%

Fuente PRIEN, "Estimación del aporte potencial del uso eficiente de la energía eléctrica: 2008-2025." Junio 2008.

Las pérdidas totales del sistema (desde la generación hasta el consumidor final), se calcularon en aproximadamente 8,2%, bajo el supuesto que los clientes regulados se conectan a la red de distribución y los libres al sistema de transmisión<sup>22</sup>. El hecho de considerar pérdidas en la transmisión y en la distribución de la energía, implica que al haber una disminución de la demanda energética al **nivel del cliente final**, necesariamente habrá una disminución mayor a **nivel de la generación**.



# Potencial de Eficiencia Energética a nivel de consumidor final en el SIC



**Tabla 9**  
**Potencial de disminución del consumo de energía eléctrica a nivel de consumidor final y a nivel de generación, en GWh (escenario Dinámico)**

Año	Escenario Dinámico		
	Potencial de disminución a nivel de consumidor final (GWh)	Potencial de disminución a nivel de generación (GWh)	%
2008	1.353	1.475	3,6
2010	2.111	2.301	5,1
2015	4.544	4.952	8,1
2020	9.334	10.172	12,6
2025	16.388	17.858	16,9

Fuente PRIEN, "Estimación del aporte potencial del uso eficiente de la energía eléctrica: 2008-2025." Junio 2008.



El potencial de disminución del consumo de energía a nivel de generación, es de 16,9% en el escenario dinámico y de casi 25% en el escenario dinámico-plus; en base a dicho potencial es posible calcular la disminución de la demanda de potencia (media), alcanzable mediante políticas de eficiencia energética, tal como se presenta en la tabla 10.



**Tabla 10**  
**Potencial de disminución en la demanda media de potencia generada**

Año	Escenario Dinámico		
	Potencial de ahorro a nivel de generación [GWh]	Potencial dedisminución de la demanda de potencia media generada [MW]	%
2008	1.475	226	2,5
2010	2.301	353	3,6
2015	4.952	760	5,8
2020	10.172	1.561	9,0
2025	17.858	2.740	12,1

Fuente PRIEN, "Estimación del aporte potencial del uso eficiente de la energía eléctrica: 2008-2025." Junio 2008.

La reducción de la demanda de potencia media, como consecuencia de la disminución del consumo de energía a nivel de generación, sería aproximadamente, entre 1.754 MW (escenario conservador), 2.740 MW (escenario dinámico) y 4.121 MW (escenario dinámico-plus), al año 2025.

Resulta evidente el alto impacto que una decidida política de eficiencia energética podría implicar en los requerimientos de potencia en el SIC entre los años 2008 y 2025. Para el año 2025, la reducción de los requerimientos energéticos sería equivalente a la potencia de varias grandes centrales térmicas e hidroeléctricas construidas en Chile a la fecha<sup>23</sup>.

# UN HORIZONTE DIFERENTE: APORTE POTENCIAL TOTAL DE ERNC Y UEEE AL SIC, 2008-2025

El aporte potencial total de las ERNC y del UEEE<sup>24</sup> al abastecimiento eléctrico del SIC (de acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y la factibilidad económica presentada), es de 29.177 GWh/año, en el escenario conservador; 39.767 GWh/año en el escenario dinámico; y de 56.511 GWh/año, para el escenario dinámico-plus, hacia el año 2025. Este aporte corresponde a 27,6%; a 37,5%; y a 53,6% respectivamente, de la demanda del SIC al año 2025. En la tabla siguiente se presenta el aporte potencial total de ERNC y UEEE para el escenario dinámico.

**Tabla 11:**  
Aporte potencial total en energía de las ERNC y el UEEE  
al abastecimiento eléctrico del SIC, en GWh

Año	Escenario dinámico			
	ERNC(GWh/año)	UEEE(GWh/año)	TOTAL(GWh/año)	%
2008	2.684	1.475	4.159	8,1
2010	3.178	2.301	5.479	12,0
2015	7.468	4.952	12.420	20,3
2020	14.483	10.172	24.655	30,5
2025	21.909	17.858	39.767	37,7

Fuente: PRIEN, U.Chile, junio 2008

A su vez, los aportes en capacidad instalada de las ERNC y la disminución en la demanda de potencia por UEEE es de 5.086 MW en el escenario conservador; 7.142 MW en el escenario dinámico; y 9.874 MW escenario dinámico-plus al año 2025. Ello equivale a 22,3%; 31,4% y a 43,4% de la capacidad instalada al año 2025, presentando un horizonte completamente diferente a las proyecciones convencionales sobre del desarrollo eléctrico del país.

**Tabla 12:**  
Potencial de potencia media aportable al SIC por las ERNC y el UEEE, en MW

Año	Escenario dinámico			
	ERNC(MW)	UEE(MW)	TOTAL(MW)	%
2008	456	226	682	7,6
2010	587	353	940	9,6
2015	1.432	760	2.192	16,6
2020	2.851	1.561	4.412	25,4
2025	4.402	2.740	7.142	31,4

Fuente: PRIEN, U.Chile, junio 2008



Los potenciales determinados en este estudio corresponden al potencial de ERNC que comienzan a ser competitivas con las fuentes convencionales y al mejoramientos de la eficiencia en el uso de la electricidad mediante tecnologías que resulten claramente rentables para los usuarios. Sin embargo, la materialización de estos potenciales se ha visto obstaculizada por un conjunto de barreras institucionales y de mercado, generales y específicas.

## Energías Renovables

En base los estudios que respaldan este documento se puede señalar, para el caso de las ERNC, que la gran mayoría de las barreras son genéricamente muy similares entre ellas y pueden resumirse de la siguiente manera<sup>25</sup>:

- **Insuficiente catastro de recursos:** Aunque el país cuenta con un gran potencial de ERNC, no existen estudios exhaustivos que cuantifiquen el potencial disponible, lo que dificulta la formulación y desarrollo de proyectos de uso de ERNC sobre bases sólidas<sup>26</sup>.
- **Condiciones geográficas y estructura del SIC:** La geografía del país y las líneas de transmisión troncal del SIC dificultan la incorporación de las ERNC al sistema, debido a su ubicación lejos de los centros de consumo y porque el sistema de transmisión del SIC presenta limitaciones de capacidad para su incorporación.
- **Falta de experiencia y madurez tecnológica:** Estas limitaciones frenan y encarecen el desarrollo de las ERNC y el UEE: la falta de recursos humanos especializados, la débil infraestructura tecnológica, la escasa capacidad de manufactura y servicios asociados y la falta de capacidad industrial local (cluster de energía), etc.
- **Ausencia de incentivos:** El sistema regulatorio actual no dispone de incentivos suficientes para estimular la inversión en el uso de ERNC, las cuales, al ser energías innovativas tienen un costo de inversión mayor, particularmente al comienzo de su aplicación.
- **Los precios de la energía no revelan los costos efectivos para la sociedad:** La no incorporación de las externalidades que derivan de la exploración, explotación, transformación, transporte y uso de la energía, constituye una distorsión de mercado que limita la competitividad de las energías renovables.

En forma específica se puede destacar el caso de la energía geotérmica, cuya principal barrera está dada por la alta inversión inicial de las exploraciones del recurso geotérmico, lo que aumenta el costo, incertidumbre y el riesgo financiero de esta fuente energética.

## Eficiencia Energética

En relación al UEEE, si comparamos los resultados de las políticas públicas nacionales y las estrategias en países con mayor trayectoria y mejores resultados en esta materia, parece evidente que en Chile los usuarios finales o agentes responsables de tomar decisiones al nivel de las inversiones en equipos, edificios o instalaciones, no han interiorizado completamente la opción del uso eficiente de la energía. A diferencia de las ERNC, muchas de las barreras al pleno funcionamiento del mercado para la asignación de recursos de inversión al UEEE, se asocian a las características de los principales agentes involucrados. Algunas de estas son:

### a) Industria de la energía:

- **Superación del círculo vicioso «ventas-utilidad»:** Tradicionalmente, las empresas energéticas han basado su accionar en el supuesto «a mayores ventas, mayores utilidades», ignorando que la venta de servicios energéticos puede constituir un negocio más rentable que la venta de energía, dado el mayor valor agregado de los servicios sobre el recurso bruto.
- **Los precios de la energía no revelan los costos efectivos para la sociedad:** La no incorporación de las externalidades que derivan de la exploración, explotación, transformación, transporte y uso de la energía, constituye una distorsión que limita la competitividad de la eficiencia energética.
- **Falta de reconocimiento de las inversiones en UEEE:** El sistema tarifario no reconoce las inversiones que pudiesen realizar las empresas de la industria de la energía para mejorar la eficiencia con que los usuarios utilizan la energía.



### **b) Sector industrial y minero**

- **Falta de información** en las empresas sobre las potencialidades y beneficios de invertir en eficiencia energética; limitada disponibilidad de datos relevantes, y falta de capacidades para recoger, elaborar y analizar esta información.
- La tendencia en las empresas a adoptar **decisiones de inversión privilegiando el menor costo de inversión en lo inmediato**, en vez de considerar el costo del ciclo de vida de los equipos.
- **Reticencia a adoptar nuevas tecnologías**, poco difundidas a nivel nacional, sin experiencia probada o comprobable a nivel local.
- **Prioridad de la negociación de las tarifas o contratos de suministro** sobre la inversión en el mejoramiento de equipos para una mayor eficiencia, aunque su desempeño sea igual al de equipos poco eficientes.

### **c) Sector residencial**

- Tendencia a adquirir **equipos más económicos en su precio inicial (de compra)**, en vez de considerar los gastos de operación y mantención durante su vida útil.
- **Problema cultural respecto a la eficiencia energética**, la cual se asocia a escasez, restricción y falta de *confort*, resultando poco atractivo para los usuarios.
- **Oferta limitada de equipos eficientes a nivel de importaciones**, menos aún de producción.
- **Lenta rotación de equipos electrodomésticos** y obsolescencia de sus sistemas de aprovechamiento de energía, lo que se traduce en un mayor consumo.

### **d) Sector comercial y público**

- **Lenta rotación de los edificios y equipos** atenta contra la entrada acelerada de tecnologías energéticamente eficientes.
- **No consideración de la eficiencia energética en decisiones** que afectan el uso de la energía, tales como criterios de construcción, compra de equipos, componentes y materiales, etc. Las decisiones energéticas son adoptadas por personas que no utilizarán los edificios.



Como se ha demostrado en el presente estudio, las ERNC y el UEEE constituyen componentes relevantes y de alto potencial para diversificar la matriz energética nacional, contribuyendo a la seguridad y autonomía en el abastecimiento eléctrico. Para desarrollar y aprovechar a cabalidad estos recursos, es recomendable considerarlos como una opción estratégica, que amerita el diseño y aplicación de programas de investigación y desarrollo, formación de recursos humanos y adaptaciones tecnológicas, como parte de la política energética nacional. Algunas opciones para el fomento de estas alternativas son:

## Energías Renovables

- **Reforzamiento de la institucionalidad:** parece indispensable la creación de una Agencia nacional de energías renovables no convencionales, con suficiente autonomía y recursos humanos, técnicos y financieros que permita fortalecer y dinamizar el desarrollo de esta opción en la institucionalidad pública.
- **Generación de información:** desarrollo de catastros, mediciones y exploraciones de recursos naturales energéticos. Establecimiento de un sistema de administración geográfica computacional que gestione la información técnica de los recursos energéticos y ofrezca servicios a los potenciales inversionistas.
- **Integración de los proyectos energéticos en regiones, con los planes de desarrollo estratégico regional** (turismo, agro-industria, minería, pesca).
- **Perfeccionamiento de mecanismos e instrumentos regulatorios** para facilitar el aprovechamiento de las ERNC.
- **Generación de infraestructura** para incorporar las ERNC al Sistema Interconectado Central (SIC) y a sistemas de generación distribuida.

## Eficiencia Energética

Contrariamente a lo que ocurrió en los países que asumieron la eficiencia energética como una opción estratégica de su política energética, (incorporando agresivos esquemas normativos o «voluntarios» para enfrentar sus desafíos energéticos y ambientales),

# PROPUESTAS DE POLÍTICA PARA EL DESARROLLO DE LAS ERNC Y EL UEEE



Chile, durante más de 30 años, se marginó de esta corriente y centró sus esfuerzos en tratar de responder a los desafíos energéticos desde el lado de la oferta. Si bien destacan los esfuerzos recientes realizados por el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), ellos representan el inicio de un proceso que requiere consolidarse institucionalmente, fundamentalmente en lo que respecta al respaldo político y a la disponibilidad de recursos humanos, técnicos y financieros. Algunas opciones para su impulso son:

## **a) Marco institucional para una política de eficiencia energética<sup>27</sup>:**

La experiencia internacional muestra la conveniencia de diseñar leyes destinadas a asegurar que las distintas actividades económicas usen la energía en forma eficiente. Particularmente importante es el establecimiento de regulaciones específicas para las empresas energo-intensivas (EEI). También se estima indispensable la existencia de un Centro o Agencia de Eficiencia Energética o cuerpo autorizado por el Estado, dependiente del Ministerio de Energía, pero con autonomía operativa y suficientes recursos técnicos, administrativos y financieros, junto a claras metas de desempeño.

## **b) Marco conceptual para la eficiencia energética:**

Dado el significativo aporte potencial del UEEE a la matriz energética nacional, debe diseñarse un conjunto de acciones que den cuerpo a una política energética destinada a materializar dicho potencial, eliminando parte importante de las barreras ya indicadas. Específicamente, se requiere:

- Incorporación de externalidades ambientales a proyectos de energía.
- Promoción de la innovación tecnológica.
- Asimilación del concepto de uso eficiente de la energía en la sociedad: difusión y capacitación.
- Política educacional y cultural que incorpore los conceptos de UEEE y genere una cultura de eficiencia energética.
- Acceso a las tecnologías de EE a precios competitivos.

## **c) Sector residencial**

Se propone avanzar a una segunda etapa en el etiquetado de los refrigeradores y ampolletas; y la introducción de estándares mínimos aceptables, (es decir, que no se puedan vender en el mercado refrigeradores o ampolletas de categorías inferiores a una categoría dada, por ejemplo D o E). En la misma línea, se debiera categorizar, etiquetar y eventualmente introducir estándares mínimos para otros artefactos eléctricos actualmente no etiquetados.

## **d) Sector Gran Industria y Minería o Empresas Energo Intensivas (EEI)**

Como parte de la legislación de eficiencia energética propuesta, se debería destinar parte importante de este cuerpo regulatorio a normas, mecanismos e incentivos que regulan el uso de la energía en las empresas energo-intensivas y al gran comercio.

## **e) Minería e Industrias varias**

Adicionalmente al Programa de Preinversión en Eficiencia Energética de CORFO para pequeñas y medianas empresas, se requiere un programa con recursos suficientes para cubrir al menos unas 4.000 empresas en un espacio máximo de 10 años. A la fecha se dispone de un préstamo de la KfW<sup>28</sup> (US\$ 50 a 60 millones), el cual puede constituir un programa piloto destinado a evaluar tanto el funcionamiento de la institucionalidad como de los instrumentos para el manejo de los fondos<sup>29</sup>.

El significativo aporte de las ERNC y del UEEE al abastecimiento eléctrico del SIC, estimado en alrededor de 39.767 GWh/año (7.142MW) en el escenario dinámico medio; y en alrededor de 56.500 GWh/año (9.800 MW) en el escenario dinámico-plus al año 2025, suponen una contribución importantísima a la seguridad y sustentabilidad del sistema eléctrico nacional. Esto significa una reducción de la vulnerabilidad y mejoramiento de la calidad de los servicios energéticos; disminución de la dependencia energética; aumento de la competitividad y productividad de las empresas; reducción de los impactos ambientales locales asociados a la producción y uso de la energía; incremento del empleo y reducción de la inequidad social, y avance en el cumplimiento de la agenda ambiental nacional e internacional. En síntesis un futuro diferente en el ámbito del desarrollo energético.

En lo relativo a la reducción de gases de efecto invernadero (estimando una emisión de 400 toneladas de CO<sub>2</sub> por GWh)<sup>30</sup> la materialización de los potenciales de ERNC y UEE permitiría reducir del orden de 16 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> cada año en el escenario dinámico; y 22 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año en el escenario dinámico-plus.

Materializar los potenciales señalados requiere superar los obstáculos que impiden el pleno desarrollo de las ERNC y que el mercado opere plenamente en la asignación de recursos técnicos, económicos, institucionales y culturales destinados al UEEE. Los esfuerzos realizados a la fecha en ambos sectores son claramente insuficientes y se requiere avanzar decididamente en el establecimiento de políticas de fomento de las ERNC y la eficiencia energética, que cuenten con respaldo político y recursos humanos, financieros y tecnológicos consistentes con la envergadura del desafío que debe enfrentar nuestro país.

Dichas políticas deben apuntar al establecimiento de una institucionalidad robusta para las ERNC y el UEE, que incorpore no sólo instituciones rectoras sino también un conjunto de normativas e incentivos y cuya eficacia asegure las sinergias entre ellas. Normalmente, estas políticas incluyen: programas de capacitación y difusión, mecanismos de financiamiento de pre-inversión e inversión, subsidios, medidas fiscales, cuotas y/o tarifas, exigencias a las empresas energo-intensivas, acuerdos voluntarios y estándares mínimos, entre otros.

Una política proactiva en ERNC y UEE requiere la creación de centros o agencias nacionales de Energías Renovables y de Eficiencia Energética, dependientes del Ministerio de Energía, pero con autonomía operativa y suficientes recursos humanos, técnicos, administrativos y financieros que permitan enfrentar en forma sistemática y continua los desafíos que supone la satisfacción de los requerimientos energéticos del país y avanzar en metas de largo plazo. Esta política debería promover el desarrollo de infraestructura tecnológica, capital humano y capacidades de servicios para la gestión de recursos naturales energéticos y la innovación tecnológica necesaria para la transferencia y adaptación que requiere el desarrollo de las energías limpias.

La actual discusión en el Congreso Nacional de un proyecto de Ley de Ministerio de Energía, constituye una gran oportunidad para incluir estas propuestas institucionales relativas a las ERNC y el UEE en el futuro Ministerio de Energía.



## RECOMENDACIONES PRIORITARIAS DE CORTO PLAZO

Más que definir cifras absolutas, este estudio tiene como objeto estimar tendencias, metas posibles y compromisos necesarios para el mejoramiento de la seguridad y sustentabilidad energética. Sus conclusiones preliminares muestran la conveniencia de profundizar en el conocimiento de los recursos energéticos renovables y locales, específicamente de los renovables; desarrollar una capacidad tecnológica nacional; dar soporte a la investigación y desarrollo, y al conocimiento sobre: la estructura de los usos finales de la energía, las tecnologías utilizadas en el país, la antigüedad de los equipos y los aspectos culturales que determinan la forma en que se usa la energía.

Uno de los mayores obstáculos para la evaluación de los potenciales de las ERNC y del mejoramiento de la eficiencia en el uso de la energía se refiere a la falta de información detallada respecto de los catastros de recursos, las capacidades locales, las externalidades de la producción y uso de la energía en cada sector usuario final. Asimismo, la existencia de marcos regulatorios que obstaculizan la plena expansión de ambas fuentes energéticas.

En este contexto, y sin excluir las recomendaciones de este documento y los estudios que lo sustentan, se propone algunas medidas prioritarias y necesarias en el corto plazo para avanzar hacia los objetivos esperados.

### **a) Asignación de recursos para la evaluación exhaustiva de las fuentes de ERNC existentes en el territorio nacional**

#### **b) Evaluación preliminar a las externalidades al nivel de la producción y uso de la de energía**

Ello requiere montar un equipo multidisciplinario de alta calificación y disponer de dos a tres años para su realización. Un estudio preliminar permitiría orientar la asignación de recursos a opciones cuyo balance entre externalidades positivas y negativas sea más favorable.

#### **c) Evaluación y desarrollo de las capacidades locales**

Es indispensable generar capital humano destinado al aprovechamiento y desarrollo de las ERNC y la eficiencia energética en los distintos niveles requeridos: científico, profesional, técnico y de personal de operación y mantención.

#### **d) Profundizar en el conocimiento de la estructura de los usos finales por fuente y usuario**

Generar muestras estadísticamente representativas de los principales sectores y subsectores abordados en este estudio, identificando los principales equipos usuarios, sus características técnicas, sus condiciones de uso, antigüedad, datos de producción, etc. Con estos antecedentes se debería realizar un balance de consumo de energía neta y energía útil al nivel usuario.

#### **e) Estudiar la incorporación de las inversiones en ERNC y en EE en el esquema tarifario**

Esta medida, aunque compleja, es indispensable para incorporar las ERNC y el UEE al mercado, con un precio remunerativo para acelerar el desacoplamiento de la relación venta-utilidades en el sector eléctrico. En principio, se requiere definir los precios remunerativos y su incidencia en el precio total de la electricidad; como también reconocer las inversiones que las empresas energéticas realicen para mejorar la eficiencia con que sus clientes usan la energía eléctrica.

#### **f) Estudiar el impacto de una política proactiva en ERNC y UEE sobre el empleo**

Existe un relativo consenso de que las reducciones de consumo mediante medidas de EE o concretar una elevada penetración de ERNC en el mercado eléctrico, permiten generar significativamente más empleos permanentes y de calidad que construir y operar centrales eléctricas convencionales de tamaño equivalente. El país requiere estudios rigurosos que descarten o confirmen que ello sería igualmente positivo en Chile.

#### **g) Realizar un estudio del costo de los distintos recursos destinados a la generación de electricidad**

También es indispensable realizar para Chile un estudio que defina el valor medio de los distintos recursos y/o tecnologías disponibles para generar electricidad. El objetivo de este ejercicio, sería sentar las bases para un cambio de enfoque en el desarrollo del sector eléctrico, que privilegie una evolución del parque en función del menor costo relativo de generación, considerando obviamente el UEEE como una de las alternativas de abastecimiento eléctrico<sup>31</sup>.