



Septiembre | 218
2011

Serie Informe

ECONÓMICO

Energía Renovable No Convencional: Políticas de Promoción en Chile y el Mundo

Susana Jiménez S.

ISSN 0717-1536

Susana Jiménez S. es ingeniero comercial y magíster en Economía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Humanidades, Universidad del Desarrollo. Actualmente es economista senior de Libertad y Desarrollo.

La autora agradece a Pablo Varas V., estudiante de Ingeniería Civil Industrial y de Magíster en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, por su colaboración en la elaboración de este informe.

Índice

Resumen Ejecutivo	5
1. Introducción	7
2. Energías Renovables en el Mundo	8
2.1. Avances de las Tecnologías Renovables en el Mundo	16
2.2. Esquemas de Promoción o Incentivos de Energías Renovables	18
3. Experiencias Internacionales en el Incentivo de Energías Renovables	23
3.1. El Caso de España	23
3.2. El Caso de Alemania	26
3.3. El Caso de Brasil	28
3.4. El Caso de Australia	30
3.5. Síntesis de la Experiencia Internacional	32
4. La Realidad Chilena y las Energías Renovables	33
4.1. La Matriz Eléctrica Chilena	33
4.2. Mecanismos de Incentivo Existentes a las Energías Renovables en Chile	38
4.3. Desarrollo de ERNC en Chile	43
4.4. Iniciativas Legislativas para Promocionar el Desarrollo de la ERNC en Chile	46
5. Propuestas para el Desarrollo de la ERNC en Chile	55
6. Conclusiones	58

Resumen Ejecutivo

La capacidad de desarrollo de cualquier economía en el mundo depende fuertemente del suministro de energía eléctrica. Chile no es la excepción. El tema ha adquirido particular relevancia en el último tiempo, producto de las altas necesidades de abastecimiento que se proyectan para el mediano y largo plazo. El retraso de plantas generadoras de gran escala y la ausencia de nuevos proyectos, sumado a una realidad de precios relativamente altos de nuestro sistema eléctrico, han intensificado el debate sobre cómo nuestro país va a lograr satisfacer las crecientes necesidades energéticas de manera competitiva, segura y amigable con el medio ambiente.

El presente informe busca profundizar en el tema de los incentivos a las energías renovables a través de la experiencia internacional y analizar la situación en la que se encuentra Chile en esta materia. Para ello, el documento se divide en seis secciones. Luego de la introducción, en la sección 2 se definen y describen las energías renovables y los sistemas de promoción aplicados a nivel internacional. La sección 3 analiza la experiencia de cuatro países que han impulsado estas tecnologías en sus matrices y los resultados que han obtenido. La sección 4 estudia el caso chileno, donde se detallan y discuten las iniciativas gubernamentales que se han desarrollado para la promoción de las energías renovables. La sección 5 plantea algunas propuestas y sugerencias para responder a los desafíos en materia de energía renovable no convencional en Chile. Finalmente, la sección 6 presenta las principales conclusiones del informe.

El objetivo final es que este documento sea un aporte a la discusión y sirva para analizar y formular las políticas públicas más apropiadas en el ámbito de las energías renovables. La experiencia de otros países que han liderado la promoción de estas energías servirá para extraer lecciones de sus experiencias. Se trata, pues, de promover una estrategia energética costo eficiente, dado que los costos que habrían de asumirse podrían ser muy altos si no se aplican las políticas adecuadas.

Energía Renovable No Convencional: Políticas de Promoción en Chile y el Mundo

1. Introducción

La capacidad de desarrollo de cualquier economía en el mundo depende fuertemente del suministro de energía eléctrica. Chile no es la excepción. El tema ha adquirido particular relevancia en el último tiempo, producto de las altas necesidades de abastecimiento que se proyectan para el mediano y largo plazo. El retraso de plantas generadoras de gran escala y la ausencia de nuevos proyectos, sumado a una realidad de precios relativamente altos de nuestro sistema eléctrico, han intensificado el debate sobre cómo nuestro país va a lograr satisfacer las crecientes necesidades energéticas de manera competitiva, segura y amigable con el medio ambiente.

Entre las alternativas planteadas ha crecido con fuerza la idea de aumentar e intensificar la participación de las Energías Renovables no Convencionales (ERNC) en nuestra matriz energética, como ha ocurrido en otras partes del mundo. En particular, algunos actores han abogado por la necesidad de seguir e imitar a los países líderes en esta materia, quienes han logrado elevar la participación de las ERNC en sus matrices. Sin embargo, en el debate público poco se ha hablado sobre la forma en que se han incentivado estas tecnologías y los beneficios y costos que han resultado para estos países.

El presente informe busca profundizar en el tema de los incentivos a las energías renovables a través de la experiencia internacional y analizar la situación en la que se encuentra Chile en esta materia. Para ello, el documento se divide en seis. En la sección 2 se definen y describen las energías renovables y los sistemas de promoción aplicados a nivel internacional. La sección 3 analiza la experiencia de cuatro países que han impulsado estas tecnologías en sus matrices y los resultados que han obtenido. La sección 4 estudia el caso chileno, donde se detallan y discuten las iniciativas gubernamentales que se han desarrollado para la promoción de las energías renovables. La sección 5 plantea algunas propuestas y sugerencias para responder a los desafíos en materia de energía renovable no convencional en Chile. Finalmente, la última sección presenta las principales conclusiones del informe.

El objetivo es que este documento sea un aporte a la discusión y sirva para analizar y formular las políticas públicas más apropiadas en el ámbito de las energías renovables. La experiencia de otros países que han liderado la promoción de estas energías servirá para extraer lecciones. Se trata, pues, de promover una estrategia energética costo eficiente, dado que los costos que habrían de asumirse podrían ser muy altos si no se aplican las políticas adecuadas.

2. Energías Renovables en el Mundo

La gran mayoría de las fuentes de energía que se utilizan hoy día en el mundo son de origen fósil; es decir, son sustancias de origen orgánico petrificado o en proceso de petrificación. Este tipo de energías, como el carbón, el petróleo y el gas, no son renovables, en el sentido que no se renuevan por procesos naturales, sino que se encuentran en la naturaleza y su proceso de producción es tan lento, que se considera que existen en cantidades limitadas.

En contraposición de estas energías, existen las denominadas energías renovables (ER), que son aquellas que sí se renuevan por procesos cien por ciento naturales. Éste es el caso de la energía proveniente del sol, del viento, de la marea, la hidráulica, etc. La Comisión Europea define como fuentes de energía renovables la *“energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás”*¹.

Cabe señalar que Chile utiliza un concepto particular y propio, cual es el de energías renovables no convencionales. Esta definición busca agrupar aquellas fuentes de energía renovable, cuyo aprovechamiento todavía es limitado comparado con su potencial. Es así como el concepto de ERNC dice relación con el bajo desarrollo tecnológico y poca penetración de mercado de estas tecnologías, lo que deriva en que sus precios generalmente no son competitivos (aunque no es el caso de las minihidro y la biomasa) en relación a las energías fósiles y las renovables convencionales, como la hidráulica a gran escala.

En los últimos años, todas las energías renovables han ido adquiriendo cada vez más importancia en el debate mundial sobre planificación energética

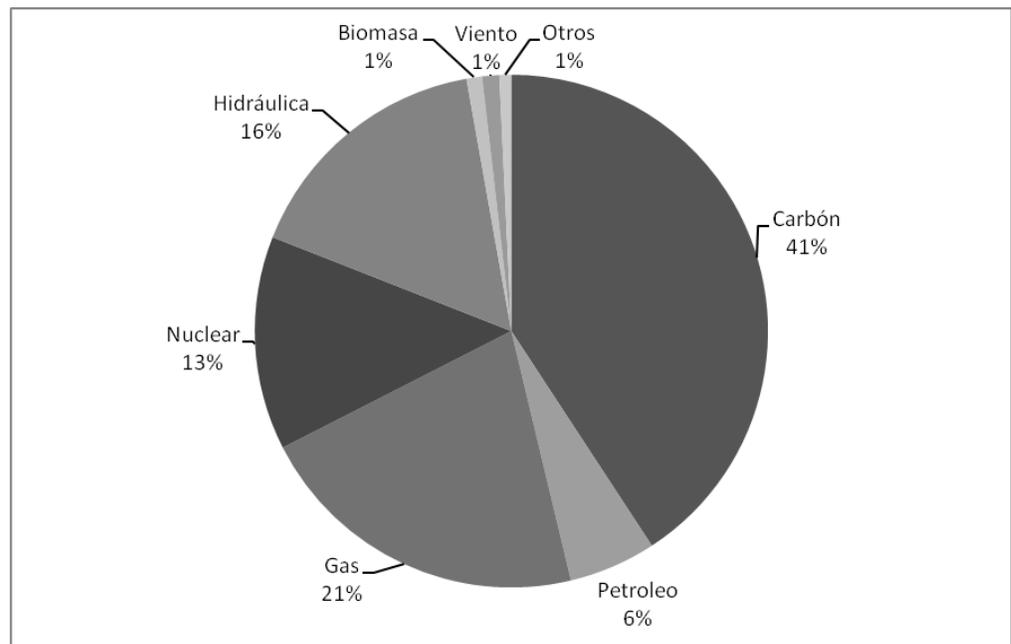
¹ Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, Unión Europea 2009.

sustentable. En efecto, si bien las fuentes de energía fósil son más baratas y abundantes, presentan el problema de impactos ambientales locales y la emisión de gases de efecto invernadero, a lo que se suma el hecho que la mayoría de los países deben importar el combustible fósil que consumen, lo que genera mayores grados de dependencia y menor seguridad energética. Las energías renovables, en cambio, al ser autóctonas y limpias de emisiones, se han posicionado como una opción deseable en la mayoría de los países para lograr un desarrollo energético seguro y amigable con el medio ambiente.

La producción eléctrica mundial sobre la base de fuentes renovables alcanzó un 19% el año 2008, con una participación preponderante de la generación hidráulica. Las energías eólica y de biomasa presentaron aumentos importantes en los últimos años, pero, junto a la energía geotérmica y solar, no contribuyeron más que con un 2,8% de la generación eléctrica mundial (ver Gráfico N° 1).

Gráfico N° 1

Producción Mundial de Energía Eléctrica, año 2008

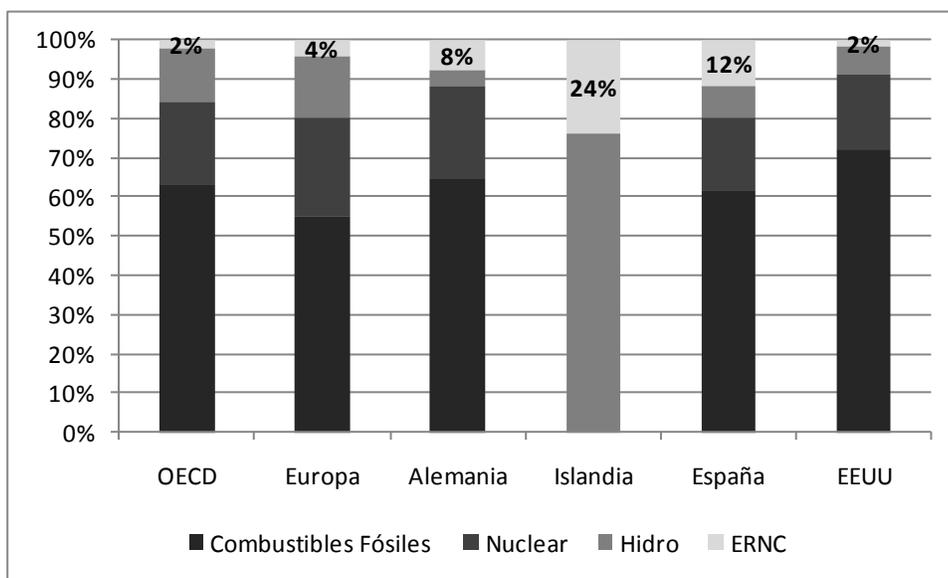


Fuente: Agencia Internacional de Energía, AIE.

Países como España, Alemania y Suecia y el Estado de California en Estados Unidos han liderado el aumento de participación de energías renovables en sus matrices energéticas.

Gráfico Nº 2

Fuentes de Generación Eléctrica (dic. 2009)



Fuente: IEA.

La Agencia Internacional de Energía² (IEA, por su sigla en inglés) ha contribuido como uno de los principales promotores de las energías renovables. En particular, la IEA plantea que para lograr un suministro energético limpio, seguro y sustentable es necesario alentar una alta participación de las energías renovables en la matriz energética³, debido al beneficio que estas fuentes aportan a la disminución de CO₂ e independencia del petróleo de la mayoría de los países. Es más, la Agencia ha manifestado en sus últimas publicaciones que *“las fuentes de energía renovables deberán desempeñar un rol central para conducir al mundo hacia un entorno energético más seguro, confiable y sustentable”*⁴. Dentro de las iniciativas que ha tomado para fomentar el desarrollo de estas energías, cabe

² La Agencia Internacional de Energía (AIE) es una organización autónoma que trabaja para asegurar la energía confiable, económica y limpia para sus 28 países miembros y más allá.

³ *Deploying Renewables*, Agencia Internacional de Energía, 2008.

⁴ *World Energy Outlook*, Agencia Internacional de Energía, 2010.

mencionar la elaboración de una serie de recomendaciones y propuestas para la correcta implementación de políticas y mecanismos gubernamentales de apoyo a éstas⁵.

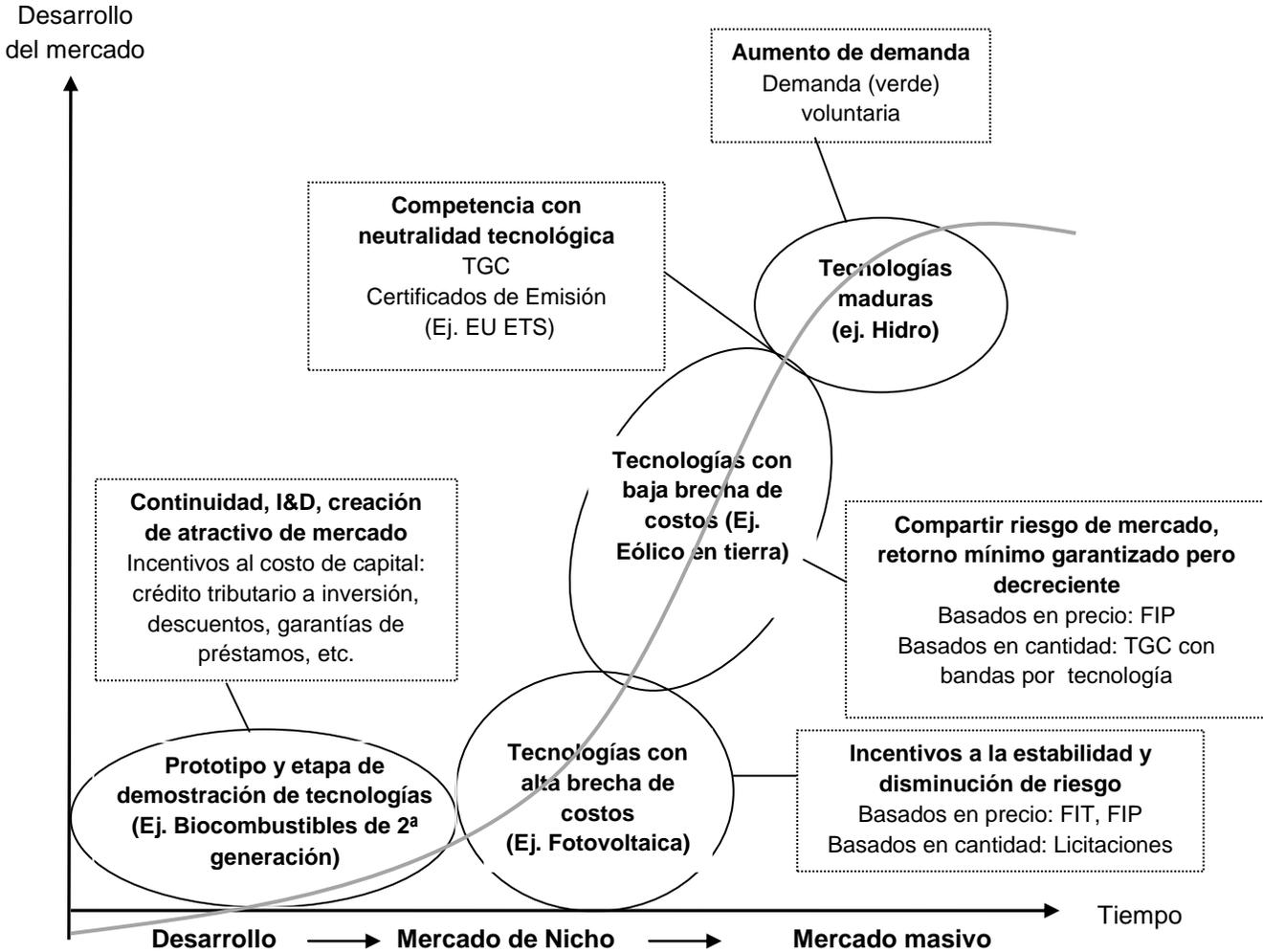
La baja competitividad relativa de algunas de estas energías ha obligado en muchos países del mundo a proporcionar apoyo estatal para su desarrollo. La Agencia Internacional de Energía considera entre las energías renovables que requieren de ayuda para su promoción las hidroeléctricas de hasta 10 MW, cogeneración de todo tipo, eólico, solar, biomasa y del mar. Así, las centrales hidráulicas a gran escala, que también generan electricidad sobre la base de energía renovable, no requieren de subsidios o incentivos, dado que son tecnologías maduras que alcanzan precios competitivos; en cambio, las centrales “mini-hidro” sí han necesitado generalmente algún tipo de apoyo para ser competitivas.

En línea con lo anterior, se plantea una política de incentivos diseñada en función de la madurez de la respectiva tecnología. Lo anterior se ilustra en el Gráfico N° 3. En la etapa inicial de desarrollo de una tecnología (prototipo) se requiere de mayores incentivos al costo de capital. Una vez alcanzado un mayor desarrollo del mercado, va dando paso a otras herramientas de estímulo, como incentivos a la estabilidad y disminución de riesgo. Estos incentivos debieran ir decreciendo en la medida que se va reduciendo la brecha de costos de la tecnología, hasta hacerse completamente innecesarios cuando alcanza su total madurez y el mercado está plenamente desarrollado.

⁵ Deploying Renewables, Agencia Internacional de Energía, 2008. En el Anexo 1 se encuentra un resumen de estas recomendaciones.

Gráfico Nº 3

Política de Incentivos en Función de la Madurez Tecnológica



Notas:

FIT: "Feed in Tariff" tarifa regulada de venta energética al sistema por origen de la energía.

FIP: "Feed In Premium" premio a la venta energética al sistema por origen de la energía.

TGC: "Tradable Green Certificate" certificados transables de generación energética renovable.

EU ETS: "European Emissions Trading System" mercado europeo de certificados de carbono.

Por su parte, la Comisión Europea, cuya misión es proponer legislaciones que colaboren con el bien de toda la Unión Europea, también ha tomado el fomento de las energías renovables como una prioridad. En efecto, en 1997 se publicó el “Libro Blanco” de las energías renovables, documento en el cual se definió una estrategia y plan de acción comunitario sobre esta materia⁶. El interés por aumentar la participación de este tipo de energías respondía al interés de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), disminuir la dependencia de las importaciones de petróleo, y crear y potenciar industrias nacionales relacionadas al tema, para así generar nuevos y mayores empleos. La meta establecida fue alcanzar para el 2010 un 12% de participación de las energías renovables en el consumo final bruto de energía⁷. Según datos de Euroserv’ER cinco países habrían alcanzado sus metas, lo que junto a la disminución en el consumo bruto final total, producto de la menor actividad económica, elevó a 11,6 % la participación de energías renovables en la EU27 al año 2009⁸.

Lo último publicado por la Comisión Europea respecto a energías renovables, fue la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. En ella se definen las acciones y normativas para lograr la meta para el año 2020, de que el 20% del consumo final bruto de energía provenga de fuentes de energías renovables, lo que incluye toda la energía hidráulica. Cabe señalar que esta meta cubre todo el sector energético, no solo la generación eléctrica, e impone también un 10% de participación de estas energías en el transporte. El documento además ratifica los objetivos de reducir las emisiones de GEI -en especial en el contexto del Protocolo de Kyoto-, seguridad del abastecimiento energético, desarrollo tecnológico y la creación de empleos.

La Directiva define metas de participación de energías renovables en el consumo final bruto de cada país al 2020, estableciendo que cada uno de ellos debe elaborar un plan de acción que le permita alcanzar su meta y presentarlo a la Comisión Europea. Cabe señalar que actualmente varios países de la Unión Europea cumplen con el objetivo planteado gracias a su mayor disponibilidad de recursos hídricos, mientras que otros, con menor abundancia de este recurso, se comprometieron a una meta menos ambiciosa. Cada dos años, cada nación debe presentar un informe de

⁶ Para ver detalles de este documento, visitar: http://europa.eu/legislation_summaries/other/l27023_es.htm

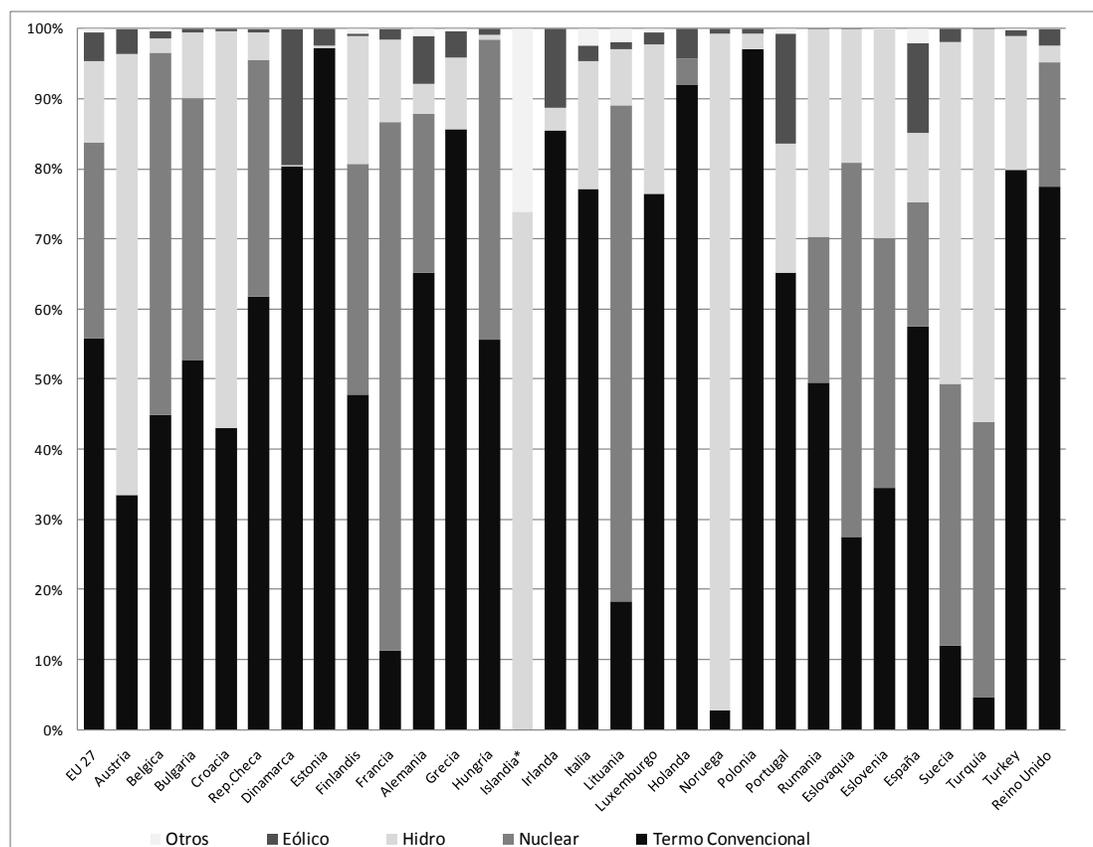
⁷ Se considera como consumo final bruto de energía la suma de los productos energéticos suministrados con fines energéticos a la industria, el transporte, los hogares, los servicios, incluidos los servicios públicos, la agricultura, la silvicultura y la pesca, además del consumo de electricidad y calor por la rama de energía para la producción de electricidad y calor, así como las pérdidas de electricidad y calor en la distribución y el transporte (Directiva 2009/28/CE, Comisión Europea).

⁸ Se estima que la participación sería solo de un 10,6% de no ser por el menor dinamismo de la economía “The state of renewable energies in Europe”, 10th Annual Report, Observatorio Europeo de Energías Renovables, 2010.

avance y, en caso de que no se cumplan las metas anuales establecidas, este órgano puede revisar su plan de acción y proponer modificaciones.

Gráfico N° 4

Generación Eléctrica Neta en Europa, 2009



Fuente: Eurostat, Electricity Statistics 2009.

Cabe destacar que la Comisión Europea reconoce que las energías renovables son más caras que las convencionales, en especial porque estas últimas no internalizan sus costos ambientales. Por ello, un planteamiento de esta Directiva es la recomendación y el desafío de lograr que los costos de las distintas fuentes de energías incorporen las externalidades que generan, tanto ambientales, económicas, de salud y sociales. En este contexto, debiesen también agregarse los requerimientos de respaldo en capacidad de generación convencional y el mayor desarrollo de la transmisión eléctrica, elementos que tienden a encarecer el costo de las ERNC, por lo que van en sentido contrario a sus ventajas de no emisión de GEI. Con todo, es posible

esperar que, en la medida que pasa el tiempo, las energías renovables se vuelvan cada vez más competitivas. Por de pronto, el mayor costo de las energías renovables se traduciría, de acuerdo a estimaciones de la Comisión Europea, en que el “costo adicional medio necesario para alcanzar el objetivo del 20% alcanzaría entre 10.000 y 18.000 millones de euros por año, en función de los precios de la energía y de los esfuerzos de investigación realizados”, lo que correspondería a un 5% adicional de aumento por sobre en el precio *spot* estimado de € 48,6/MWh (lo que, usando la paridad promedio 2010, equivale a US\$ 64,4/MWh)⁹. Este monto incluye el sobre precio que se pagaría por la energía renovable en comparación con el costo de las energías convencionales, el ahorro por la disminución de las emisiones de GEI y la inversión que se haría en investigación y desarrollo relacionada a esta tecnología.

Las energías renovables no solo han estado presentes en acuerdos o políticas energéticas locales o regionales, sino también en las grandes negociaciones multilaterales que se han efectuado en torno a los temas medioambientales. En efecto, en las diferentes Conferencias de las Partes¹⁰ que se han realizado, un punto de acuerdo ha sido la necesidad de aumentar la participación de las energías renovables en las matrices energéticas de cada país, en virtud de que, técnicamente, no generan emisiones de GEI. Es así como en el artículo 2 del Protocolo de Kyoto se plantea como un medio primordial para disminuir la emisión de GEI la “investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales”¹¹.

En la convención de Cancún realizada a fines del año 2010, si bien no se definieron metas por país para la reducción de emisiones de GEI, sí se acordó formar un fondo denominado “*Green Climate Fund*”. Éste tendrá como objetivo el apoyar y financiar la transferencia de “tecnologías verdes” (de bajas emisiones de GEI) desde países desarrollados hacia países en desarrollo, ayudando a estos últimos a lograr un desarrollo económico y social amigable con el medio ambiente. En una primera instancia este fondo dispondrá de 30 billones de dólares¹².

⁹ Programa de trabajo de la energía renovable - Las energías renovables en el siglo XXI: construcción de un futuro más sostenible, Comisión Europea 2007.

¹⁰ La Conferencia de las Partes es el órgano rector de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, la cual reúne anualmente a los países que son miembros de esta Convención.

¹¹ Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas 1998.

¹² [Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention](#), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Naciones Unidas 2010.

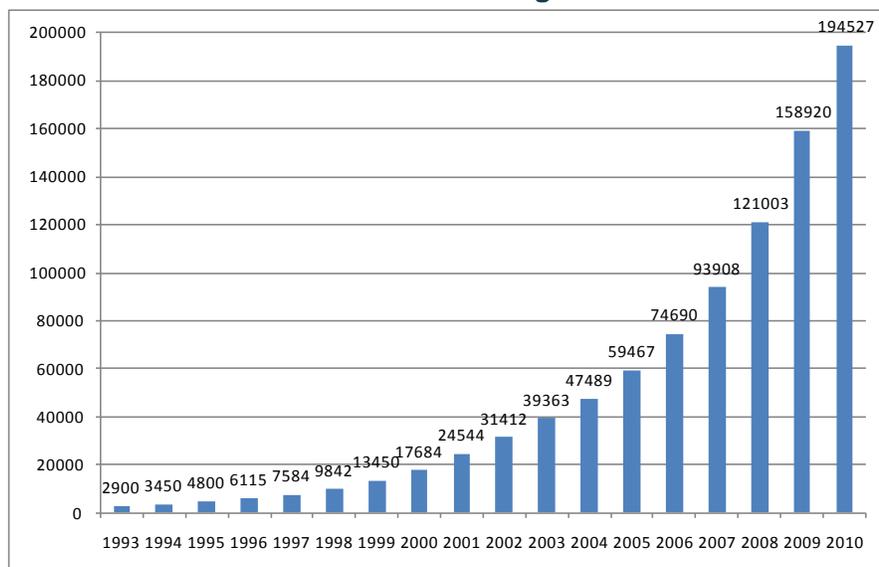
2.1. Avance de las Tecnologías Renovables en el Mundo

Los programas de promoción de energías renovables que la mayoría de los países han implementado, han permitido aumentar en los últimos años la participación de las energías renovables.

Algunas estadísticas ilustran este aumento de los diferentes tipos de energías renovables. En el Gráfico N° 5, por ejemplo, se puede apreciar el aumento de la capacidad instalada de **energía eólica** en el mundo, la que el año 2010 alcanzó 194.527 MW¹³. Estados Unidos, ese mismo año, registró una capacidad instalada de 40.180MW¹⁴, seguido luego por Alemania (27.215 MW) y España (20.676 MW). Estas cifras deben analizarse con cautela, puesto que es bien sabido que existe una importante dispersión en cuanto al factor de planta en los distintos lugares. California, por ejemplo, generó incentivos importantes vía FIT para atraer parques eólicos a su Estado; sin embargo, su factor de planta es relativamente bajo comparado con otros Estados del centro de EE.UU., lo que significa que se promovieron inversiones ineficientes en locaciones inadecuadas.

Gráfico N° 5

Evolución Potencia Instalada de Energía Eólica Mundial 1993-2010 MW



Fuente: Wind Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energías Renovables, 2011.

¹³ Wind Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energías Renovables, 2011.

¹⁴ U.S. Department of Energy.

La **energía solar** fotovoltaica no ha alcanzado un desarrollo tan alto como la energía eólica. En el año 2008, la generación basada en esta energía alcanzó 12.016 GWh, lo que se compara con 218.504 GWh de energía eólica en igual año. Como resultado, la energía solar fotovoltaica representó menos de un 0,1% de la generación eléctrica en el mundo¹⁵. En términos de capacidad instalada, la Unión Europea pasó de 16.304 MW en el 2009 a 29.327 MW a finales de 2010¹⁶. En esta tecnología, Alemania y España cuentan con la mayor capacidad instalada, con 17.370 MW y 3.808 MW, respectivamente.

Por su parte, la tecnología **mareomotriz** es la energía renovable menos desarrollada y solo existe un limitado número de unidades generadoras en el mundo. El año 2005, Francia tenía la única planta eléctrica de energía mareomotriz, de 240 MW, mientras que en el 2008 dicho país produjo 513 GWh, con un factor de planta de 24%, lo que representa prácticamente la totalidad de los 546 GWh de energía eléctrica generada en todo el mundo por este tipo de fuente energética¹⁷. Portugal también incursionó en esta tecnología, desarrollando una planta de 2,25 MW, para lo cual invirtió alrededor de 9 millones de euros en 2007. Sin embargo, luego de tres meses de funcionamiento, el proyecto se canceló por problemas técnicos y financieros¹⁸. También Corea del Sur anunció el año pasado que tiene planificada la construcción de una planta de energía mareomotriz con una capacidad de 1.320 MW, con una inversión de alrededor 3 billones de dólares¹⁹. Varios países además tienen plantas experimentales y proyectos de investigación en esta tecnología.

La **biomasa** también ha sido una tecnología que busca crecer, limitada a la disponibilidad de suelos para cultivos energéticos. En el año 2008, 197.756 GWh de los 20.260.838 GWh, producidos en el mundo provinieron de esta tecnología²⁰, lo que corresponde a un 1% del consumo global. En este tema el liderazgo lo tiene Estados Unidos, que ese año produjo 50.201 GWh basada en esta energía. Alemania y Suecia generaron en el 2009 un total de 11.356 y 10.057 GWh de energía eléctrica, respectivamente.

La electricidad basada en **biogás** ha sido otra tecnología que ha aumentado su aporte a la matriz eléctrica en los últimos años. En efecto, entre el 2008 y 2009 la electricidad generada a partir de biogás en Europa aumentó alrededor de 20%, pasando de producir 21.356 a 25.170 GWh. Los líderes

¹⁵ Internacional Energy Agency.

¹⁶ Photovoltaic Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energía Renovable, 2010.

¹⁷ Ídem.

¹⁸ Para más información, revisar http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/scotland/6377423.stm

¹⁹ Para más información, revisar <http://joongangdaily.joins.com/article/view.asp?aid=2907377>

²⁰ Agencia Internacional de Energía.

de esta tecnología, a finales del 2009, eran Alemania con 12.562 GWh y luego Inglaterra, con 5.592 GWh de energía eléctrica generada²¹.

2.2. Esquemas de Promoción o Incentivos de Energías Renovables

La incorporación de las energías renovables a las matrices energéticas de los países ha respondido a diferentes esquemas de incentivos. Dentro de éstos destacan:

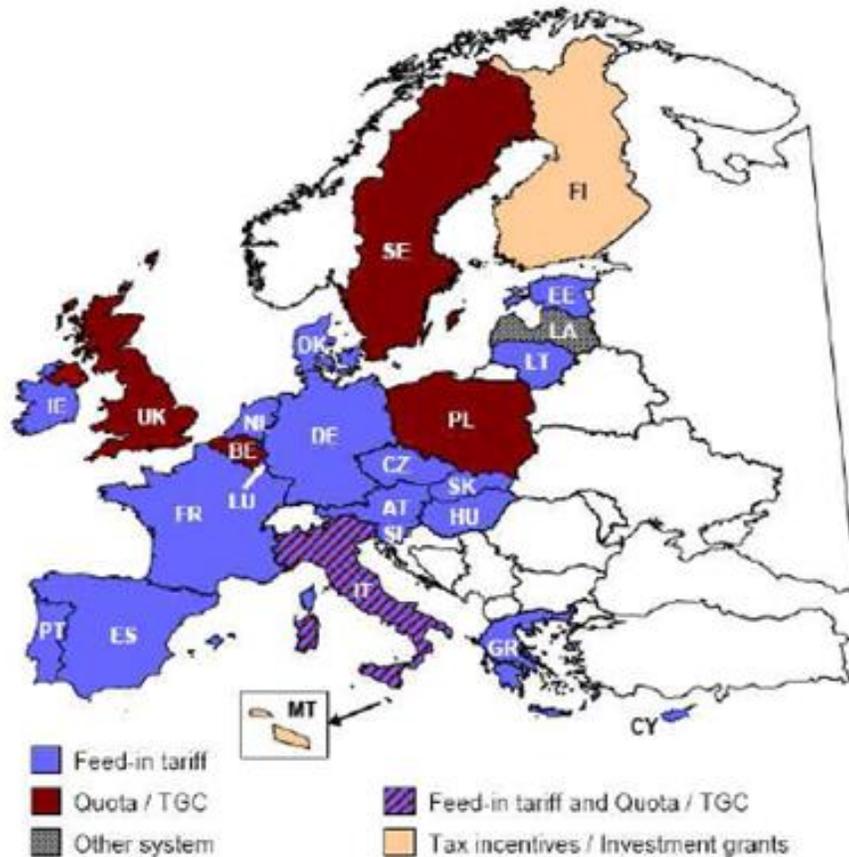
1. Feed in-Tariff: Las empresas distribuidoras de electricidad (y en definitiva los consumidores finales conectados a la red) deben comprar toda la energía generada por fuentes renovables a un precio especial fijado por la autoridad correspondiente para cada tipo de tecnología, con una garantía de período dado. También existe la modalidad en que se paga un premio, fijado asimismo por la autoridad, por sobre el precio *spot*. Este premio lo pagan los consumidores a través de un sobreprecio.
2. Sistema de Cuotas: Los generadores o consumidores deben acreditar que un porcentaje de la energía generada o consumida, dependiendo del caso, proviene de fuentes de energías renovables. Estas obligaciones están asociadas a multas si no se cumple el porcentaje requerido. En algunos países se permite la transacción de esta obligación y se genera un mercado de certificados de cumplimiento de estas cuotas.
3. Subastas: Un proceso de subasta competitiva es organizado sobre la base de una cantidad de energía o capacidad instalada renovable determinada, en algunos casos para ciertas tecnologías específicas, y el ganador se elige según el menor precio. Si la subasta es para varias tecnologías, los ganadores se eligen según el menor precio ofrecido para cada una de ellas. El diferencial de precio entre el valor de la subasta y el precio de mercado es normalmente traspasado a los consumidores finales como un recargo en el precio de la electricidad.
4. Subsidios directos e incentivos tributarios: Es un sistema de apoyo complementario a los descritos anteriormente. Consiste en la rebaja o exención de algún impuesto, condiciones especiales de depreciación y subsidios directos por el desarrollo de este tipo de proyectos.

²¹ Biogas Barometer, Observatorio Europeo de Energías Renovables, 2009.

En el Gráfico N° 6 se presenta el tipo de esquema utilizado en cada país de Europa, mientras en el Gráfico N° 7 se muestra la participación de cada sistema en dicho continente. Se puede ver que el sistema “*feed in tariff*” es mayoritariamente utilizado en los países europeos. El sistema de cuotas y de certificados es utilizado en algunas partes de Estados Unidos, Australia y Chile, en tanto que las subastas han sido utilizadas últimamente en Perú, Uruguay, Brasil y Argentina.

Gráfico N° 6

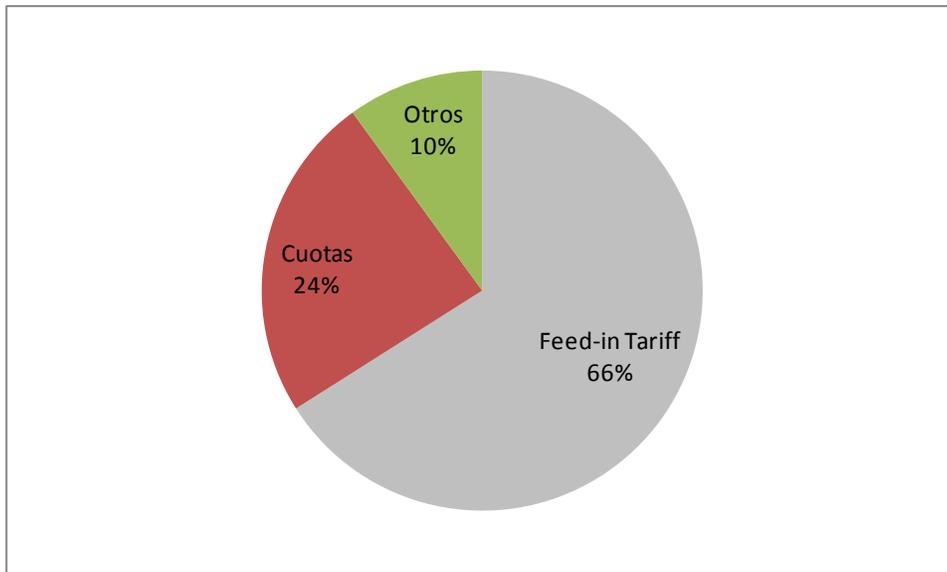
Esquemas de Incentivos de Energías Renovables en Europa



Fuente: Instituto Fraunhofer, 2008.

Gráfico N° 7

Participación de Esquemas de Promoción ER en la Unión Europea al año 2007²²



Fuente: Federación Europea de Energías Renovables, 2007.

A continuación se detallan algunos de los beneficios y costos de los dos principales tipos de incentivos a la energía renovable, cuales son los *feed-in tariff* y las cuotas.

1. Sistema *Feed-in Tariff*

- ✓ Gran certidumbre por parte del inversionista de cuál será el pago que recibirá por la energía producida por su fuente renovable: los precios están asegurados y definidos por un período de 10 a 20 años, además de tener garantía de que será comprada. Esto se suma a que, en general, bajo este esquema las fuentes renovables tienen subsidios y prioridad para conectarse a la red.
- ✓ Genera altos incentivos a la inversión privada, por los grandes estímulos económicos que provee. Esto genera una rápida entrada y aumento explosivo de participación de energías renovables en las matrices energéticas de los países donde se ha implementado.

²² Otros esquemas: Finlandia (impuestos y subsidios), Latvia (solo obligación de cuota), Malta (impuesto y subsidio).

- ✓ Lo anterior ha significado también un aumento considerable en las cuentas de electricidad de los consumidores finales, al ser ellos quienes internalizan el costo del subsidio.
- ✓ Debido a las garantías que establece este sistema, el mercado y la regulación se vuelven menos flexible y no permiten incorporar cambios en el corto plazo en las condiciones de mercado. Al determinarse los precios para un horizonte de entre 10 y 20 años, no se pueden cambiar las condiciones a los acuerdos vigentes durante ese período, por lo cual los cambios solo se pueden aplicar a los nuevos proyectos. Es decir, una disminución en las tarifas o premios solo tendría efectos en el mediano y largo plazo.
- ✓ Existen incentivos acotados a innovar en la tecnología o buscar disminución de costos, dependiendo de la determinación de precios inicial (hay esquemas regresivos de precios que sí incentivan mejoras tecnológicas y reducciones de costos, pero depende de la velocidad en que se reducen los precios en el tiempo). Además no promueve la competencia entre las distintas tecnologías.
- ✓ En varias revisiones de política energética de los países miembros, la Agencia Internacional de Energía plantea la recomendación de buscar otros métodos de incentivo que sean más costo efectivos²³. Si bien un esquema *feed-in tariff* asegura una alta penetración de renovables, lo hace a un costo elevado. Sin embargo, la Comisión Europea ha planteado en dos trabajos de revisión de esquemas de apoyo a energías renovables, que un sistema *feed-in tariff* bien implementado, es el mejor sistema para incentivar las energías de estas fuentes²⁴.

2. Cuotas y Certificados de Emisión

- ✓ Se considera que el sistema de cuotas es un régimen basado en criterios de mercado, al no definir de manera centralizada los precios. En efecto, este sistema permite que sean los agentes de mercado quienes definan los precios y las tecnologías a utilizar. Esto da más flexibilidad y es más compatible con un mercado eléctrico liberalizado.

²³ A modo de ejemplo, revisar el documento *German Energy Policy Review*, Agencia Internacional de Energía, 2005.

²⁴ Ellos comparan los diferentes sistemas de apoyo en dos dimensiones: efectividad, entendida como el incremento de generación eléctrica de una determinada tecnología comparado con su potencial de mediano plazo al 2020; y eficiencia, considerándola como el grado de los costos de producción que cubren los subsidios recibidos por las diferentes tecnologías renovables. En este análisis el esquema más eficiente y efectivo es el *feed-in tariff*. Fuente: *The support of electricity from renewable energy sources*, Comisión Europea, Bruselas 2008.

- ✓ Este esquema fuerza a los productores de energía renovable a competir entre ellos en torno al precio ofrecido para cumplir la obligación/cuotas.
- ✓ Al bajar los costos de operación, se traspasan estos ahorros a los consumidores finales. No obstante, igual se genera un alza en el precio de la energía, al obligar a comprar energía de tecnologías que no son competitivas en términos económicos. Esta alza de precio también debe ser asumida por los clientes finales.
- ✓ Al determinar una obligación que debe ser cumplida por todos los consumidores o generadores, este esquema asegura que se cumplirá la meta deseada por la autoridad de tener cierta participación de energías renovables en su matriz energética (la participación deseada determina la obligación impuesta).
- ✓ Este sistema tiene un efecto más lento que el *feed-in tariff*, pues suele implementarse de manera gradual.

No existe un acuerdo dentro de la comunidad científica sobre cuál es el mejor esquema de incentivo para estas fuentes de energía. Como se planteó anteriormente, por un lado la Comisión Europea, además de otras instituciones, plantean que el *feed-in tariff* es el mecanismo óptimo, como también hay estudios que concluyen que lo mejor es un esquema de cuotas o certificados de emisión, debido a que al ser un esquema competitivo fomenta la disminución de los precios de estas tecnologías²⁵. Dependiendo de cuál sea el objetivo buscado con el desarrollo de energías renovables, el plazo en el que se quiere cumplir la meta, el nivel de desarrollo del país, la realidad local, el costo que se está dispuesto a asumir, entre otros factores, se podría eventualmente determinar cuál es el mejor sistema de incentivo a implementar.

²⁵ Comparison of *Feed in Tariff*, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development, L. Butler y K. Neuhoff, U. of Cambridge 2004.

3. Experiencias Internacionales en el Incentivo de Energías Renovables

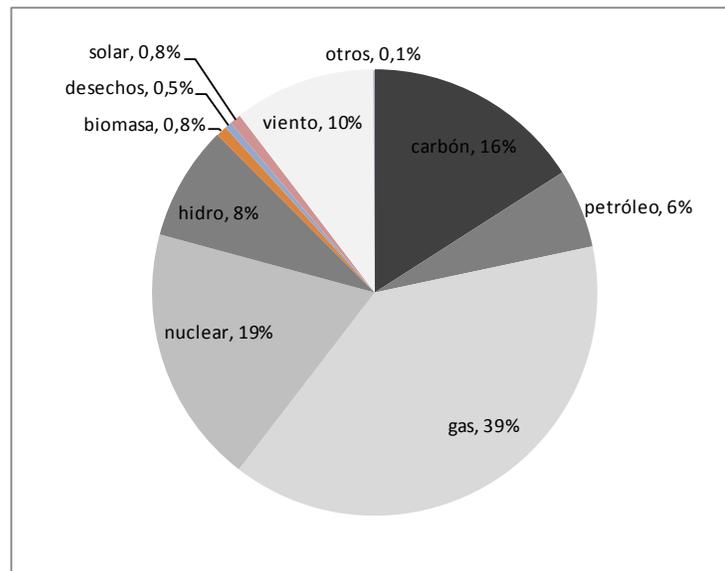
3.1. El Caso de España

Este país ha sido uno de los casos más efectivos en lo que respecta a la inserción de fuentes de energía renovable a su matriz energética. De hecho, junto con Alemania, es normalmente considerado como una nación referente en esta materia. España es el segundo país con mayor capacidad instalada de energía eólica, la que llegó a 19.149 MW el año 2009²⁶, y segundo en energía solar fotovoltaica con 3.520 MW a finales del mismo año²⁷.

En el Gráfico N° 8 se pueden ver las fuentes de la matriz eléctrica de España para el año 2008. Si se considera toda la energía hidráulica como energía renovable, la participación de las energías renovables alcanza un 20,8%²⁸.

Gráfico N° 8

Fuentes de Generación de Energía Eléctrica (% de GWh totales), España 2008



Fuente: AIE.

²⁶ Wind Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energía Renovable, 2009.

²⁷ Photovoltaic Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energía Renovable, 2009.

²⁸ International Energy Agency.

El objetivo principal del fomento de este tipo de energías en España ha sido la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, la búsqueda de independencia energética y también el incentivar el desarrollo de una industria nacional en torno a ellas²⁹.

La primera legislación que se promulgó respecto de las Energías Renovables fue el Real Decreto 1.217 (1981), que buscaba diversificar la matriz energética y aumentar la independencia de las importaciones de combustibles fósiles. En él se definió un sistema tarifario bajo el esquema *feed-in tariff*, donde el gobierno fijaría los precios de las energías renovables. El operador del sistema estaría obligado a comprar toda la energía proveniente de estas fuentes y, además, se facilitaría la conexión a la red de distribución para estos generadores. Diversas modificaciones se hicieron durante el transcurso de los años, siendo la última la realizada en el año 2007.

El actual régimen tarifario español para energías renovables se definió en el Real Decreto 661 (2007), donde se buscó incorporar consideraciones de mercado al esquema tarifario. Ahora, los generadores de energía renovable tienen dos formas para vender su energía³⁰; el propietario puede vender su energía al operador de la red al precio fijado por el gobierno, o bien puede venderla en el mercado eléctrico al precio spot más un incentivo, definido también por la autoridad correspondiente.

En relación a la meta de energías renovables, a mediados del año 2005 el gobierno español publicó el “Plan de Fomento de las Energías Renovables 2005-2010”, el cual buscaba revisar las metas fijadas en el plan anterior (período 2000-2010), además de definir nuevas acciones para alcanzar dichos objetivos³¹. El objetivo principal era que a finales del 2010 las energías renovables cubrieran el 12% del consumo primario energético, pero también se buscaba que estas energías produjeran el 30,3% del consumo bruto de electricidad y proveyeran el 5,8% de la energía utilizada en el transporte.

A finales del 2010, un 11,4% del consumo primario provenía de fuentes renovables.³² En términos financieros, los premios e incentivos a la

²⁹ Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010, Ministerio de Industria y Energía de España, 1999.

³⁰ A este régimen especial de tarificación se pueden acoger las plantas hidráulicas de hasta 50 MW de potencia.

³¹ <http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Plan/Paginas/planRenovables.aspx>

³² Datos de la Asociación Española de Gas,

http://www.sedigas.es/informeanual/2010/EN/EN_2.2_ConsumoEnergiaPrimaria.htm

generación eléctrica de energías renovables acumuladas al mes de noviembre del año 2010, alcanzaban un total de 5.885 millones de euros³³.

En el nuevo plan para el período 2011-2020, se plantean las acciones para lograr el nuevo objetivo de que al año 2020 el 20% del consumo de energía final bruto provenga de energías renovables. Además del esquema especial de tarificación, el gobierno español también incentivará la inversión privada en proyectos de energía renovable, principalmente buscando lograr mejores condiciones de financiamiento.

Sobre las consecuencias que ha tenido el rápido desarrollo de estas energías en la economía española, hay opiniones disímiles. Por un lado, hay quienes plantean que el aporte que han realizado a la economía ha sido notable: en el 2008, 75.466 personas se emplearon de manera directa en esta industria y otras 45.257 lo hicieron de manera indirecta. Se estima que en el período 2005-2008 se han evitado emisiones por 84 millones de toneladas de CO₂ equivalente, lo que en términos económicos significarían ahorros por 499 millones de euro, es decir 5.94 euros por Ton de CO₂e³⁴. Este mismo informe reconoce, sin embargo, que el total de los subsidios y sobre precios, recibidos por los generadores de energía renovables al 2008, alcanzaban el monto de 2.605 millones de euros.

Por otro lado, existen otros informes que evidencian posibles perjuicios de los incentivos y subsidios para las energías renovables. Según un informe de la Universidad Rey Juan Carlos de España sobre el efecto de estas políticas en el empleo, por cada puesto de trabajo que se ha creado en la industria de las energías renovables, se han perdido en promedio dos plazas laborales en otras industrias³⁵. Vale decir, que si bien se habría cumplido el objetivo de crear nuevos trabajos en esta industria, se habrían perdido o dejado de crear puestos en otros rubros. Además, según el mismo informe, el total del sobre costo pagado a los generadores de estas energías limpias fue de 7.918,5 millones de euros en valor presente para el período 2000 - 2008 y se espera que las cuentas de electricidad aumenten en casi un 31% en el corto plazo. Esto, por cuanto a la fecha el *feed-in tariff* ha sido solo parcialmente traspasado a las tarifas, habiendo sido hasta ahora los generadores convencionales los que han absorbido el costo, generándose una importante deuda del Estado para con ellos (estimada en 20.000 millones de euros).

³³ Informe sobre los resultados de la liquidación de las primas equivalentes, primas, incentivos y complementos a las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial, Comisión Nacional de Energía de España, diciembre 2010.

³⁴ Estudio del impacto macroeconómico de las Energías Renovables en España, Asociación de Productores de Energías Renovables, noviembre 2009.

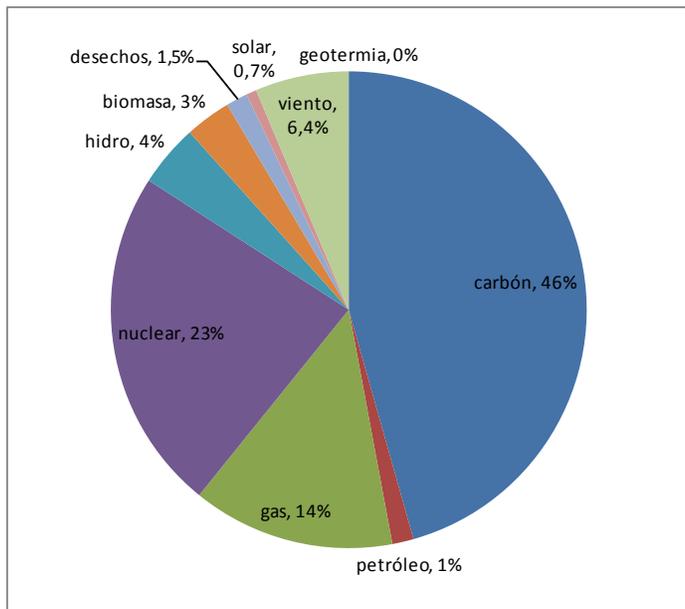
³⁵ Study of the effects on employment of public aid to renewable energy sources, Universidad Rey Juan Carlos, España 2009.

3.2. El Caso de Alemania

Alemania es otro de los líderes en materia de energía renovable. Tiene la mayor potencia instalada de energía eólica en Europa y la segunda a nivel mundial, alcanzando el año 2009 un total de 25.777 MW³⁶. Adicionalmente, es también líder en energía solar fotovoltaica, con 9.830 MW de potencia instalada al mismo año³⁷. En el Gráfico N° 9 se muestra la composición de su matriz energética al año 2008, en el cual se aprecia que la participación de las energías renovables alcanzó un 15,9%. Según la Agencia Internacional de Energía las energías renovables que han tenido un mayor crecimiento han sido de fuente eólica y de biomasa³⁸.

Gráfico N° 9

Fuentes de Generación de Energía Eléctrica (% de GWh totales), Alemania 2008



Fuente: AIE.

El gran liderazgo y avance de Alemania en esta materia se debe, en parte, a su gran experiencia e historia en incentivos a las energías renovables, en especial en el sector eléctrico. La primera legislación al respecto data de

³⁶ Wind Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energía Renovable, 2009.

³⁷ Photovoltaic Energy Barometer, Observatorio Europeo de Energía Renovable, 2009.

³⁸ Energy Policies of IEA Countries Germany, Agencia Internacional de Energía, 2007.

1991, llamada la “*Electricity Feed-in Law*”, en la cual, buscando lograr un desarrollo energético sustentable con el medio ambiente, se definió un esquema de tarificación “*Feed in Tariff*”. En éste se obligó al operador del sistema a comprar toda la energía generada desde fuentes renovables, siendo la tarifa de compra fijada por el gobierno.

En el año 2000, se publicó una nueva ley de la materia, llamada “*Renewable Energy Sources Act*”, en la cual se perfeccionaba el sistema de apoyo e incentivos a las energías renovables. Para cada tipo de tecnología de energía renovable, el gobierno fijaría el precio al cual la energía debería ser comprada, teniendo en consideración principalmente los costos de inversión, instalación, operación, mantenimiento y vida útil. Los generadores de energía renovable también tendrían prioridad de acceso a la red, transmisión y distribución. Además, esta garantía de pago sería por 20 a 30 años y tendría un descuento por economías de aprendizaje, dependiendo de cada tecnología. En esta ley, se fijó la meta de alcanzar al 2010 un 12,5% de la energía proveniente de fuentes renovables, meta que se alcanzó a mediados del 2007.

El nuevo objetivo para el gobierno alemán es lograr para el 2020 que un 27% del consumo total de electricidad³⁹ y un 18% del consumo de energía final, provengan de fuentes de energías renovables⁴⁰. Además de promover las energías renovables para buscar un desarrollo de la matriz energética sustentable con el medio ambiente, también se buscará incorporar los costos externos de largo plazo para reducir los costos del suministro eléctrico y promover el desarrollo tecnológico de estas energías en Alemania. Esto responde, a su vez, al objetivo de crear una industria nacional y así generar nuevos empleos. En particular, gracias a las políticas de energías renovables, en Alemania se ha creado una verdadera industria de este tipo de energías: en el 2009 alrededor de 300.500 alemanes trabajaban en este sector. El país alcanzaba una participación del 15% en el mercado global de energías renovables.

Al igual que en el caso español, existen estudios sobre las consecuencias negativas que tendría toda la política de incentivos a las energías renovables. Un estudio de la Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung concluyó que el costo estimado del subsidio a los módulos de energía fotovoltaica entre los años 2000 y 2010 fue de 53,3 billones de euros; mientras que, para ese mismo período, el subsidio para los módulos de energía eólica fue de 20,5 billones de euros. El costo de estos

³⁹ The Renewables Energy sources ACT, The Success History of Sustainable Policies for Germany; Ministerio Federal de Medioambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, Alemania 2007.

⁴⁰ Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, Unión Europea 2009.

subsídios, medidos como la diferencia entre la *feed in tariff* que paga el gobierno y el precio de mercado de la energía, es de 34,16 centavos € el KWh en el primer año (equivalente a US\$ 452 por MWh con paridad promedio 2010) y se estima sería de 28,15 centavos €/KWh después de 20 años para la tecnología fotovoltaica (aprox. US\$ 373/MWh). En el caso de la energía eólica, los costos del subsidio se estiman bastante más bajos, del orden de 3,7 centavos €/KWh para el primer año (aprox. US\$ 49/MWh), alcanzando 0 centavos por KWh para el año 20, puesto que, en teoría, el precio de mercado de la energía sería para entonces mayor que la tarifa regulada ofrecida por el gobierno.⁴¹

Otro aspecto relevante es que, como plantea el mencionado informe, con el incentivo de la energía fotovoltaica se estaría logrando reducir las emisiones de GEI, pero a un costo que equivale a 53 veces el costo de los certificados de emisión de carbono en Europa, y 4 veces en el caso de la energía eólica. Es decir, si para reducir una cierta cantidad de emisiones de GEI se construyen plantas eólicas o solares, el costo es, respectivamente, 53 y 4 veces el costo de comprar certificados de emisión por una cantidad equivalente. En concreto, utilizando la paridad euro-dólar promedio del 2010, corresponden a US\$ 948 y US\$ 72 por tonelada de CO₂, respectivamente, dado que los certificados se transan hoy a US\$ 15 por ton CO₂ y que nunca en su historia han superado los US\$ 40. Todos estos gastos, señala el informe, mostrarían la realidad de los costos de la promoción de las energías renovables. Incluso la Agencia Internacional de Energía le habría recomendado al gobierno alemán buscar esquemas de incentivos con menor relación costo/efecto.

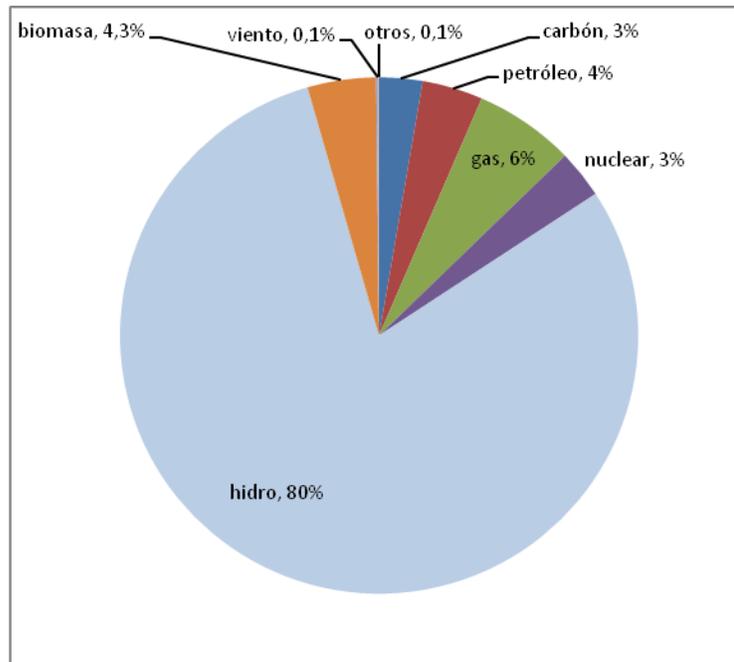
3.3. El Caso de Brasil

La matriz energética brasilera siempre ha sido muy intensiva en el uso de plantas hidroeléctricas de gran escala. Como se aprecia en el Gráfico N° 10, en 2008 el 80% de la generación eléctrica provenía de fuentes de energía hidráulica. A pesar de tener una matriz muy limpia, dado que su principal fuente energética no genera emisiones, los gobiernos brasileros han buscado desde hace varios años diversificar su matriz, para no depender tanto de los recursos hidráulicos y así disminuir el efecto de las sequías en su economía. Esto, a través de impulsar el uso de incentivos para otras fuentes renovables.

⁴¹ Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energies: The German Experience, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Alemania 2009.

Gráfico N° 10

**Fuentes de Producción de Energía Eléctrica (% de GWh totales),
Brasil 2008**



Fuente: AIE.

Es así como en Brasil existen subsidios y exenciones tributarias para los proyectos energéticos, con el fin de incentivar la inversión privada en esta industria. Estos proyectos son liberados del 75% de los impuestos a las utilidades y del 100% de los impuestos a las importaciones. Además, existen líneas de crédito especiales para que puedan obtener condiciones atractivas de financiamiento.

En el año 2002 se inició el Programa de Incentivo de Fuentes Alternativas de electricidad (PROINFA) que, en una primera instancia, diseñó un sistema *feed-in tariff* para comprar energías renovables, principalmente biomasa, eólica y mini hidráulica. Electrobras⁴² compra toda la electricidad proveniente de estas fuentes a través de contratos por un período de 20 años⁴³. La

⁴² Empresa eléctrica controlada por el gobierno brasilero.

⁴³ En Brasil, se consideran como plantas mini hidro aquellas que tienen una capacidad menor de 30 MW.

iniciativa implicó un pago por parte del gobierno de US\$ 140 por MWh en 2010 por la energía eólica e incluía una cláusula que exigía que el 60% de la tecnología fuese de origen local, cuando solo existía una productora de aerogeneradores en Brasil. Aunque la mayor parte de la energía eólica brasilera es producida bajo el amparo de PROINFA, ésta es duramente criticada por encubrir las señales económicas que llevarían al desarrollo de las tecnologías más adecuadas para el contexto local.

Otro instrumento de incentivo de energías renovables ha sido el premiar con descuento en las tarifas de transmisión y distribución a consumidores que tengan contratos que incluyan fuentes de energías renovables no convencionales.

Por último, desde el año 2008 también se han incentivado los proyectos de energía renovable a través de contratos asignados vía subastas públicas, las cuales pueden ser por energía renovable en términos generales o por alguna tecnología en específico. Lo particular del sistema es que el costo fijo de la tecnología es cobrado a través de un cargo fijo a todos los consumidores, transformándolos en inversionistas. Por su parte, la producción no es asignada a ningún contrato en particular, sino que se utiliza como una reserva y es vendida al precio *spot*. La ganancia de estas ventas es posteriormente descontada, dentro de lo posible, del cobro fijo. Los primeros contratos de este tipo se celebraron en agosto del 2008 y correspondieron a plantas de biocombustible, tecnología en la cual Brasil posee ventajas por su clima y los residuos de la extensa producción de caña de azúcar.

Con el objetivo de comenzar a desarrollar la tecnología eólica en Brasil y aprovechando los bajos precios producto de la crisis económica, se realizó una subasta de energía eólica para contratos de 20 años a contar del 2012. Se inscribieron proyectos por una capacidad total de 13.000 MW y se compraron 1.800 MW a un precio que resultó de US\$ 77 por MWh, 21% menor que el precio inicial de la subasta⁴⁴.

3.4. El Caso de Australia

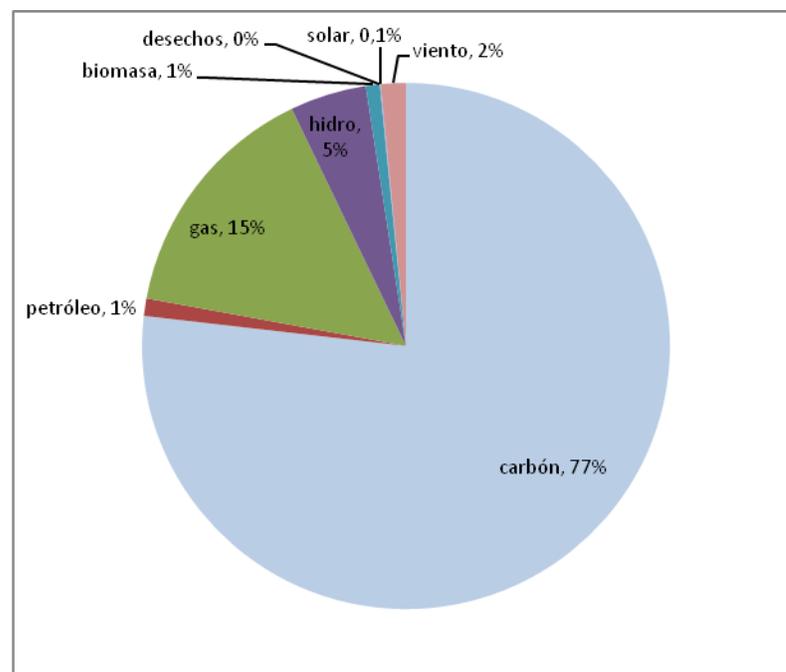
A pesar de las favorables condiciones territoriales y climáticas que presenta Australia para el desarrollo de energías renovables, su matriz energética está basada fuertemente en el carbón y gas. En efecto, el Gráfico N° 11 presenta las fuentes de la matriz eléctrica de Australia en el año 2008, en la cual el

⁴⁴ Barroso, L.A.; Rudnick, H.; Sensfuss, F.; Linares, P.;, "The Green Effect," Power and Energy Magazine, IEEE 2010.

carbón y el gas tienen una participación en la generación eléctrica de 77% y 15%, respectivamente.

Gráfico N° 11

Fuentes de Producción de Energía Eléctrica (% de GWh totales), Australia 2008



Fuente: AIE.

Precisamente debido a la alta presencia de combustibles fósiles, Australia decidió promover las energías renovables con el objeto de diversificar su matriz y así poder disminuir sus emisiones totales. Es así como, en el año 2000 se publicó la ley “*Renewable Energy (Electricity) Act 2000*”, mediante la cual se establecieron los mecanismos de incentivo y apoyo para el uso de energías renovables en generación eléctrica, buscando reducir las emisiones de GEI⁴⁵. El objetivo es lograr incorporar anualmente 45.000 GWh proveniente de fuentes renovables al año hasta el 2020, lo que equivaldría al 20% del suministro eléctrico.

⁴⁵ Para más detalle visitar <http://www.orer.gov.au/legislation/index.html>.

La mencionada ley crea fondos especiales por un total cercano a los 700 millones de dólares australianos para financiar proyectos de energías renovables. Dentro de las líneas de apoyo se encuentran fondos para mostrar la viabilidad de las tecnologías de bajas emisiones, fondos para apoyar proyectos de energías renovables de alto potencial comercial, entre otros. Sin embargo, lo más importante fue la definición de un sistema de cuotas de energía renovable para los generadores de electricidad. Todas aquellas empresas que entreguen más de 100 MW al sistema deben acreditar que un porcentaje de su energía generada, equivalente a su participación en el mercado, proviene de fuentes de energías renovables. El no cumplimiento de esta obligación tiene una multa de 65 dólares australianos por cada MWh de déficit (equivalente a US\$ 67,8/MWh). Para cumplir con esta obligación, los generadores pueden comprar Certificados de Energía Renovable a otros generadores que tengan excedente de energía renovable por sobre su obligación.

Según estimaciones de la Agencia Internacional de Energía, la implementación de este esquema ha impulsado una inversión de más de un billón de dólares australianos por parte del sector privado⁴⁶.

Por otra parte, a partir del 1 de julio de 2012, entrará en vigencia un impuesto de 23 dólares australianos por tonelada de CO₂, metano u óxido nitroso que se libere a la atmósfera. Esta iniciativa afectará a 500 de las empresas que más liberan gases de este tipo, como son la generación eléctrica, la minería y el transporte. El sistema de impuesto pretende ser el primer paso hacia un mercado de certificados transables de emisión en 2015 y ha levantado gran polémica por el efecto que tendría sobre los precios, en especial el de la electricidad que podría aumentar hasta en 10% en los siguientes años.

3.5. Síntesis de la Experiencia Internacional

Los casos internacionales analizados permiten derivar algunas conclusiones relevantes. En particular, las motivaciones para el fomento de las energías renovables en los países con mayor experiencia en esta materia han sido variadas. Además de buscar la diversificación de las respectivas matrices energéticas, los objetivos abarcan aspectos varios, como la disminución de las emisiones de GEI, una mayor seguridad energética y/o la creación de una industria nacional en torno a estas tecnologías. Es en función de estos objetivos que los países más avanzados en el desarrollo de estas

⁴⁶ Energy Policies of IEA Countries: Australia, IEA, 2005.

tecnologías estuvieron dispuestos a asumir los sobrecostos de las energías renovables al momento de comenzar con esquemas de incentivos especiales para fomentarlas, pues estaban conscientes del mayor costo de estas tecnologías y del consiguiente traspaso a las cuentas de los consumidores.

Lo anterior es importante, puesto que los países industrializados ya tienen niveles de desarrollo e ingreso suficiente como para tener por superados los desafíos como la superación de la pobreza. Sus prioridades, por tanto, se ordenan en función de otros objetivos. Ello es algo perfectamente válido, pues en la medida que aumenta el nivel de desarrollo, no solo mejora el ingreso, sino con ello también el acceso a aquello que la sociedad valora, como el medio ambiente. Lo anterior deriva, básicamente, de una cuestión de escala de necesidades, en que luego de cubiertas las más básicas se empieza, a demandar bienes “superiores”, como el cuidado y respeto del entorno en todas sus expresiones.

4. La Realidad Chilena y las Energías Renovables

En los últimos años el tema energético ha mantenido presencia constante en la agenda pública del país. El corte de envíos de gas natural desde Argentina, los años de sequía, las alzas de precios de los combustibles fósiles, el caso Barrancones, el postergado proyecto HidroAysén, entre otros, han suscitado el interés público en la materia. Existe, de hecho, una preocupación creciente respecto de cómo Chile va a responder al crecimiento de su demanda energética y de qué manera va a lograr tener energía a precios competitivos, con alta seguridad de suministro y sustentable social y medioambientalmente. En esta línea, una de las soluciones planteadas ha sido el incrementar la participación de las energías renovables no convencionales en la matriz energética chilena. En esta sección abordaremos precisamente el presente y futuro de la ERNC en la generación eléctrica del país.

4.1. La Matriz Eléctrica Chilena

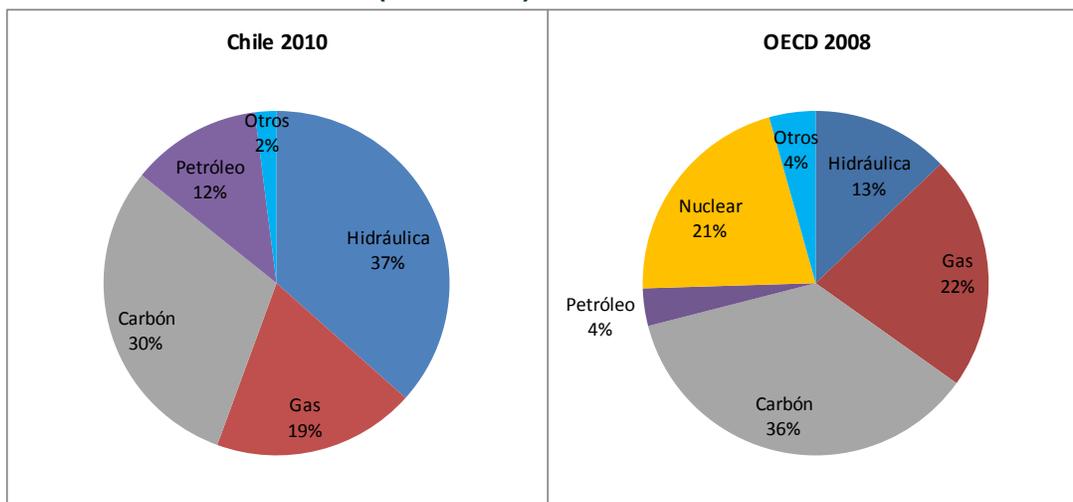
Durante el año 2010, en los principales sistemas eléctricos del país - el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) - los recursos hídricos fueron los que más aportaron a la generación eléctrica (37%), seguido por el carbón (30%) y el gas natural

(19%). En igual año, el petróleo tuvo una participación de 12% y las energías renovables no convencionales (eólica y biomasa) aportaron el 2% restante⁴⁷.

Resulta interesante comparar nuestra matriz eléctrica con la de la OCDE. En términos relativos, Chile presenta una participación muy superior de energías renovables en su matriz, la que el año 2010 alcanzó un 39%, versus 17% en la OCDE (información disponible para el 2008). Por su parte, la participación de fuentes que utilizan combustibles fósiles para la generación eléctrica representó en Chile un 61% el 2010, lo que se compara con 62% en la OCDE (año 2008). Esta región cuenta además con una importante participación de generación sobre la base de fuentes nucleares, que alcanzó 21% en igual año.

Gráfico N° 12

Generación Eléctrica 2010 (SIC+SING)



Fuente: Comisión Nacional de Energía y AIE.

La generación bruta de energía eléctrica alcanzó a diciembre del 2010 un total de 58.257 GWh. Las estimaciones para el crecimiento económico de nuestro país en el 2011 apuntan a un crecimiento entre un 6,0 y 7,0% anual⁴⁸, lo que necesariamente significa que la generación bruta debiese expandirse en un rango similar. Aún más, si el objetivo es mantener esa tasa de crecimiento, para alcanzar un ingreso per cápita similar al de Portugal al 2020, la generación bruta de energía eléctrica debería crecer a un ritmo

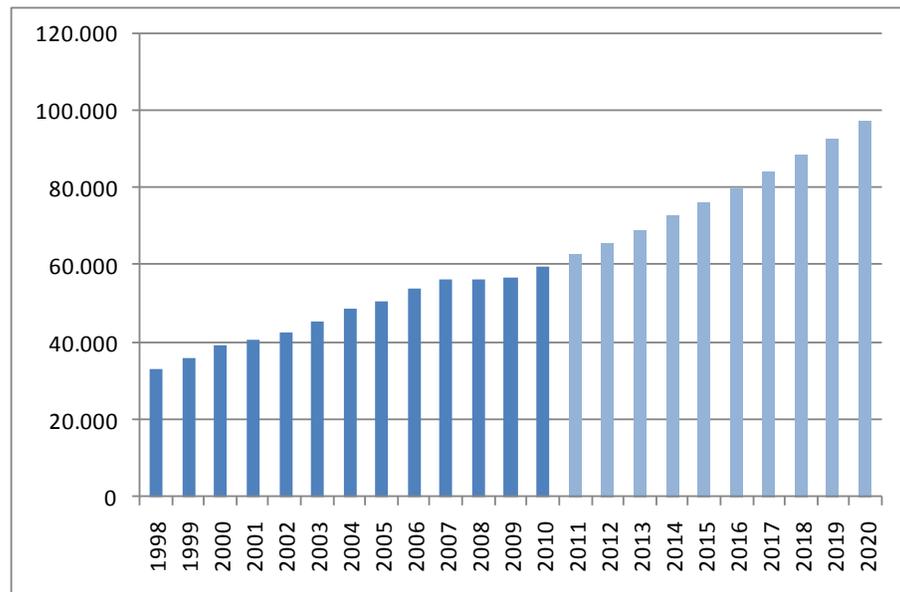
⁴⁷ Comisión Nacional de Energía, 2009

⁴⁸ Informe de Política Monetaria, Banco Central de Chile, Junio 2011.

promedio de 6% anual durante toda la presente década. En el Gráfico N° 13 se muestra la proyección de energía bruta necesaria, si se sigue dicho patrón de crecimiento en la generación eléctrica.

Gráfico N° 13

Proyección de Generación Bruta Necesaria (GWh)



Fuente: Datos históricos, Comisión Nacional de Energía (CNE). Proyecciones, Elaboración propia.

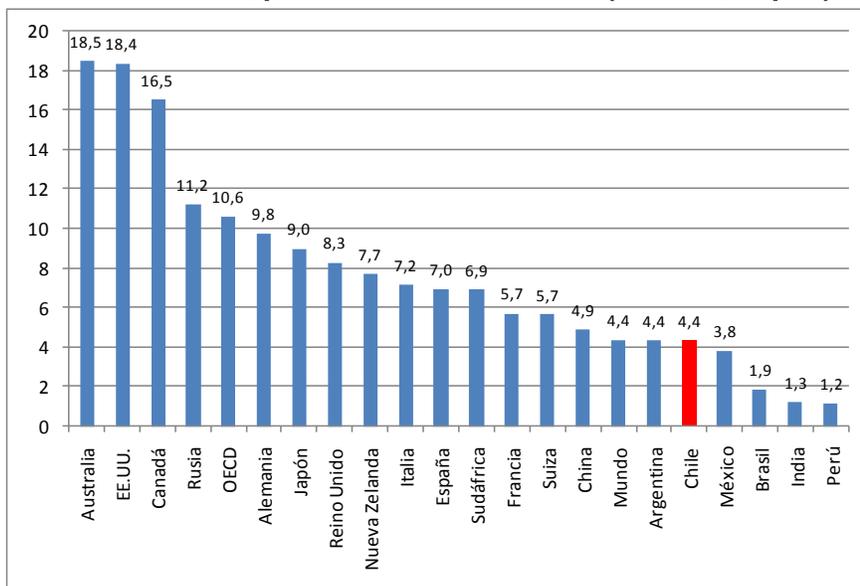
Actualmente, la política energética se vincula al tema medioambiental, razón por la cual se habla de una política energética sustentable. En efecto, el tema energético se cruza constantemente con la política medioambiental debido a los efectos que tienen las diferentes fuentes de energía en la naturaleza. A lo anterior, se adicionan las discusiones respecto de la mitigación de GEI.

Pero es el tema ambiental el que ha entrado más fuertemente al debate y el que ha llevado el foco de las ERNC en la opinión pública, precisamente, porque se trata de tecnologías que serían menos invasivas. Lo anterior en un contexto de creciente oposición a fuentes convencionales, particularmente de las tecnologías basadas en combustibles fósiles y de las grandes centrales hidroeléctricas. Ello, porque la generación eléctrica basadas en estas tecnologías tendría efectos indeseados en el medioambiente y en la huella de carbono del país.

En este contexto, resulta necesario aportar algunos antecedentes respecto de la situación medioambiental chilena, para saber ponderar y priorizar bien este tema al momento de diseñar e innovar en nuestra política energética. Primero, es importante constatar que Chile es un país bastante limpio en producción energética y poco contaminante en comparación con los países de la OCDE. De las emisiones mundiales totales, Chile es responsable de solo el 0,25%⁴⁹. Esto se debe a que disponemos de una matriz eléctrica muy limpia, donde la mayor cantidad de energía es producida por plantas hidráulicas. A su vez, en términos de emisiones por habitante, Chile presenta un nivel bastante menor que el promedio de la OCDE (ver Gráfico N° 14).

Gráfico N° 14

Emisiones de CO₂ por Habitante, Año 2008 (ton. CO₂/cápita)



Fuente AIE.

Sin embargo, en algunos sectores ha surgido preocupación, debido a que en los últimos años Chile ha incrementado sus emisiones de GEI, con un promedio de 3,67% entre 1990 y 2007. Ello es comparado con que, en el mismo período, la tasa de Latinoamérica fue de 3,08%, 0,93% en los países de la OCDE y 1,9% en todo el mundo⁵⁰. Sin embargo, en dichos análisis no se toma en cuenta el crecimiento de la economía (PIB creció un 3%), lo cual mantiene inalterada la relación emisiones CO₂ sobre PIB.

⁴⁹ International Energy Statistics, U.S. Energy Information Administration.

⁵⁰ Presentación *Huella de Carbono* del Ministerio de Energía, 5 de octubre de 2010.

En segundo lugar, Chile presenta una muy buena evaluación de su gestión ambiental. La Universidad de Yale publica anualmente el *Environmental Performance Index* (EPI), que cuantifica y clasifica numéricamente el desempeño de las políticas de los países analizados⁵¹. En la versión 2010 se incluyeron 163 países y Chile alcanzó 73,3 puntos de un total de 100, obteniendo el lugar N° 16 en el mundo. En la Tabla N° 1 se pueden ver estos resultados.

Tabla N° 1

Resultado de Desempeño Ambiental EPI 2010

Índice de Desempeño Ambiental (EPI)

Mundo			Latinoamérica			APEC		
1	Islandia	93,5	1	Costa Rica	86,4	1	Nueva Zelanda	73,4
2	Suiza	89,1	2	Cuba	78,1	2	Chile	73,3
3	Costa Rica	86,4	3	Colombia	76,8	3	Japón	72,5
4	Suecia	86	4	Chile	73,3	4	Singapur	69,6
5	Noruega	81,1	5	Panamá	71,4	5	Perú	69,3
6	Mauricio	80,6	6	Belize	69,9	6	México	67,3
7	Francia	78,2	7	Antigua y Barb.	69,8	7	Canadá	66,4
8	Austria	78,1	8	Ecuador	69,3	8	Filipinas	65,7
9	Cuba	78,1	9	Perú	69,3	9	Australia	65,7
10	Colombia	76,8	10	El Salvador	69,1	10	Malasia	65
11	Malta	76,3				11	EEUU	63,5
12	Finlandia	74,7				12	Tailandia	62,2
13	Eslovaquia	74,5				13	Rusia	61,2
14	Reino Unido	74,2				14	Brunei	60,8
15	Nueva Zelanda	73,4				15	Vietnam	59
16	Chile	73,3				16	Corea del Sur	57
17	Alemania	73,2				17	China	49
18	Italia	73,1				18	Indonesia	44,6
19	Portugal	73				19	Papua N.G.	44,3
20	Japón	72,5						

Fuente: Universidad de Yale

De acuerdo a estos antecedentes, si bien nuestro país tiene el desafío de disminuir sus tasas de emisiones GEI, es posible constatar que nuestra realidad ambiental es, en verdad, mucho mejor que lo que se percibe en la discusión pública. Nuestro país se encuentra en el 10% con mejores resultados a nivel global, superando incluso a países reconocidos como líderes en la materia, como Alemania, Japón y Dinamarca.

⁵¹ Las variables consideradas son salud medioambiental y vitalidad de los ecosistemas y manejo de recursos naturales.

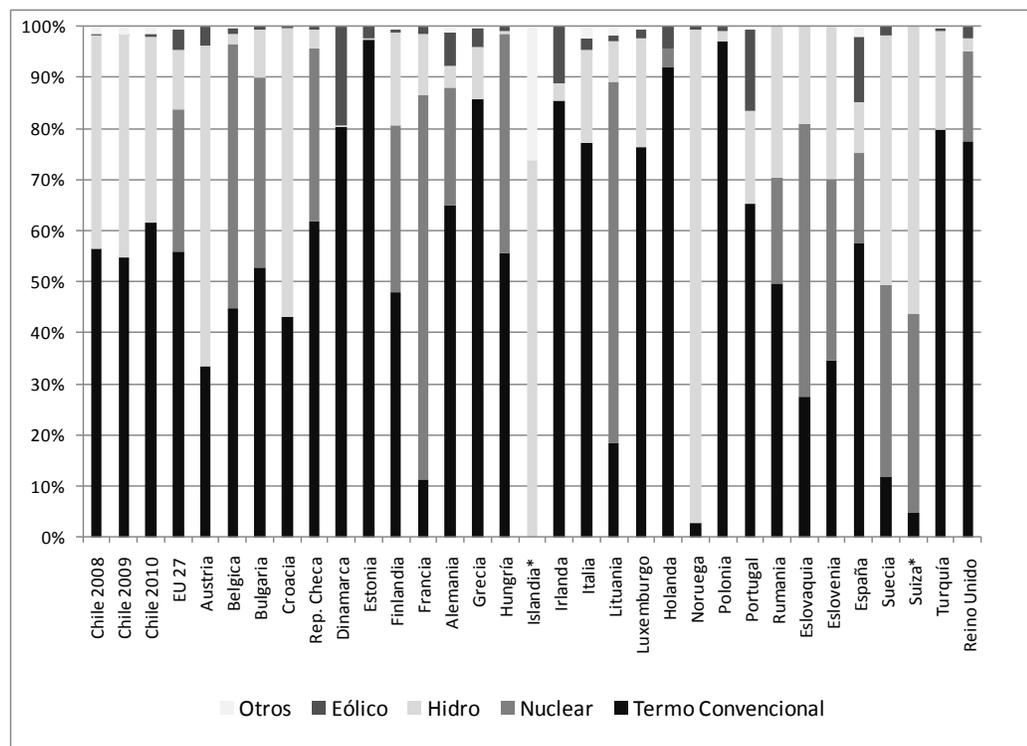
Lo anterior no significa que no se deba seguir avanzando para mejorar los estándares y que el criterio de cuidado y protección del medioambiente debe continuar impulsando el desarrollo sustentable de los distintos sectores productivos del país, incluido el energético. Es, por tanto, un aspecto importante a considerar a la hora de evaluar los beneficios y costos que tiene el impulsar el desarrollo de las ERNC en el país.

4.2. Mecanismos de Incentivo Existentes a las Energías Renovables en Chile

La participación de las energías renovables en Chile es bastante alta. En efecto, si se considera toda la energía hidráulica como energía renovable (como se hace en la Unión Europea), la contribución de ésta ha sido cercana a 44% en la generación eléctrica nacional en los últimos 5 años.

Gráfico N° 15

Generación Eléctrica Neta en Europa vs. Chile (SIC+SING), 2009



Fuente: Comisión Nacional de Energía y Eurostat, Electricity Statistics 2009.

Respondiendo al creciente interés por impulsar la generación de proyectos de ERNC, además de la Ley N° 20.257 y sus posibles modificaciones, el gobierno actual y los anteriores han realizado y definido diferentes iniciativas para fomentar el desarrollo de este tipo de tecnologías. A continuación se describen y explican las principales acciones que se han realizado.

a. Proyectos FONDEF I+D de Energía

El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico es un órgano dependiente de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT), que tiene como objetivo aumentar la competitividad del país a través del apoyo a la realización de proyectos de tecnología aplicada, desarrollos precompetitivos y transferencia tecnológica. Anualmente se realiza el concurso de I+D, a través del cual se entrega financiamiento a universidades, institutos de investigación e instituciones sin fines de lucro, que junto a empresas, desarrollan proyectos de innovación y desarrollo. A través de este fondo, se ha entregado apoyo a diversos proyectos que buscan desarrollar competencias y conocimiento relacionados con las energías renovables como la solar, eólica, bioenergías; actualmente hay más de 12 en desarrollo⁵². Cabe destacar que en algunos casos estos proyectos, además de contar con una empresa del sector privado nacional, participan importantes centros de investigación o empresas internacionales.

Además, en conjunto con la Comisión Nacional de Energía, a partir del 2009 se creó un programa de FONDEF sobre Bioenergías, con el objetivo de financiar el desarrollo de soluciones para los problemas que impiden que la bioenergía se incorpore de manera importante en la matriz energética de nuestro país. Los proyectos presentados pueden acceder a subsidios de hasta 180 millones de pesos⁵³.

Dentro de los proyectos destacables relacionados a energías renovables se encuentra la investigación que se está realizando sobre el potencial energético del canal de Chacao y la determinación de los lugares óptimos para instalar turbinas de energía mareomotriz. Este proyecto es liderado por la Escuela de Ingeniería UC, en conjunto con DICTUC, HidroChile y FONDEF, que aporta 700 millones de pesos⁵⁴.

Un segundo caso interesante de destacar es un proyecto conjunto de la Universidad de la Frontera y la Universidad Austral que busca desarrollar tecnología para potenciar la producción de energía en base a biomasa

⁵² "La energía en los proyectos FONDEF", Juan Paulo Vega, Director programa I+D FONDEF; 2010.

⁵³ Para más información visítala página: <http://www.fondef.cl/content/view/586/383/>

⁵⁴ Para más información, leer el artículo: <http://www.fondef.cl/content/view/701/284/>

asociada a bosques naturales y desechos de plantaciones. Este proyecto recibió financiamiento de FONDEF por 356 millones de pesos⁵⁵.

b. Convenio Comisión Nacional de Energía (CNE) - Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)⁵⁶

Con el objeto de aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética chilena, en especial en la eléctrica, el año 2004 en el marco de un convenio de cooperación entre Chile y Alemania, se inició el proyecto de cooperación técnica conjunto de la CNE y la GTZ llamado “Energías Renovables no Convencionales”. La principal misión de este convenio es identificar y remover las barreras que hoy limitan el desarrollo de las ERNC en nuestro país. Dentro de las líneas de acción se encuentran el desarrollo de políticas de apoyo y promoción, apoyo en la inversión del sector privado en ERNC, potenciar las capacidades nacionales en ERNC y definir mecanismos de cooperación internacional.

c. Instrumentos de Fomento de Energías Renovables⁵⁷

A través de un trabajo en conjunto de la CNE con la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), existen programas de fomento de la inversión privada en ERNC. La idea es disminuir el riesgo y la incertidumbre del inversionista, al momento de desarrollar un proyecto en esta área. Existen principalmente dos programas, uno para apoyar con financiamiento estudios de pre-inversión y otro para apoyar el financiamiento, a través de la entrega líneas de crédito con condiciones favorables, para financiar el desarrollo de proyectos de ERNC.

d. Mecanismo de Desarrollo Limpio⁵⁸

Gracias a la ratificación por parte de Chile del Protocolo de Kyoto, proyectos chilenos pueden acceder a financiamiento internacional a través del sistema de la acreditación, como Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). Este sistema permite a los países desarrollados cumplir sus metas de reducción de emisiones gracias a la compra de certificados de carbono emitidos por los proyectos MDL de países en desarrollo. Con ello el inversionista puede vender el certificado de la reducción emisiones generado por su proyecto. En

⁵⁵ Más detalles, leer el artículo: http://www.forestal.uach.cl/?mod=noticia&id_noticia=130

⁵⁶ Para más detalles revisar la página: http://www.cne.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Renovables_no_Convencionales/convenio_cnegtz.html

⁵⁷ Para más detalles revisar la página: http://www.cne.cl/cnewww/opencms/03_Energias/Renovables_no_Convencionales/instrumentos_fomento.html

⁵⁸ Para más información, visitar la sección de este tema de la CONAMA: <http://www.mma.gob.cl/1257/w3-article-45012.html>

Chile, la CONAMA es la responsable de administrar la acreditación de los MDL.

e. Subsidios para la Conexión de ERNC⁵⁹

Con el objetivo de facilitar la conexión al sistema troncal de transmisión eléctrica de las fuentes de ERNC, se creó un subsidio para viabilizar proyectos de líneas de transmisión que cumplieran este fin, a través de la compensación por los cobros no recibidos por transporte de potencia. Este subsidio entró en vigencia el 13 de febrero del 2010 con la promulgación del reglamento.

f. Programa Apoyo al Desarrollo de Energías Renovables no Convencionales⁶⁰

Este programa de la Subsecretaría de Energía, incluido en el Presupuesto Nacional de 2011, tiene como objetivo realizar y apoyar proyectos para potenciar las ERNC en nuestro país. Los subsidios que sean entregados para líneas de transmisión, explotación de recursos de energía geotérmica, plantas de concentración solar, apoyar desarrollo de proyectos ERNC, etc., podrán comprometer hasta 85,8 millones de dólares.

g. Estudios de Potencial de ERNC de la CNE

Para facilitar y mejorar la evaluación de proyectos de Energías Renovables por parte de inversionistas privados, la CNE encargó una serie de estudios para identificar los lugares con mayor potencial según la fuente de energía. La mayoría de estos estudios se enmarcaron en el convenio de la CNE y la GTZ. Todos estos informes son públicos y de libre disposición.

- Energía mareomotriz: se diferencian dos potenciales: el de la energía proveniente de las olas y de la marea. En el primer caso, se estima que el potencial total de nuestro país de energía del oleaje de altamar sería de 164.9GW⁶¹. Se definieron 6 zonas donde sería bueno explotar este recurso y en la Tabla N° 2 se muestra la estimación del informe de la generación anual y factor de planta, para una planta de 30 MW.

⁵⁹ Para más detalle revisar el “Reglamento del subsidio con el objeto de viabilizar proyectos de líneas de transmisión eléctrica y facilitar el acceso a los sistemas de transmisión troncal desde proyectos de generación a partir de fuentes de energías renovables no convencionales”.

⁶⁰ Ley de Presupuesto año 2011, Gobierno de Chile.

⁶¹ Preliminary site selection – chilean marine energy resource, Garrad Hassan & Partners limited, 2009.

Tabla N° 2

Estimación de Generación Anual y Factor de Planta, para una Planta de 30 MW, de las Zonas con Potencial de Energía de Olas

Lugar	Estimación de generación anual para una planta de 30 MW (GWh)	Factor de planta estimado
Puerto Ventanas	52,98	20%
Puerto San Antonio	52,98	20%
Puerto San Vicente	66,22	25%
Puerto de Coronel	66,22	25%
Puerto de Corral	73,58	28%
Puerto Montt	76,53	29%

Fuente: Preliminary Site Selection–Chilean Marine Energy Resource, Garrad Hassan & Partners Limited, 2009.

En el caso de la energía de la marea, se plantea que el potencial bruto de nuestro país es entre 600 y 800 MW. En la Tabla N° 3, podemos ver las tres zonas que tendrían gran potencia para generar energía de la marea, su respectiva estimación de generación anual y factor de planta.

Tabla N° 3

Estimación de Generación Anual y Factor de Planta, para una Planta de 30 MW, de las Zonas con Potencial de Energía de Marea

Lugar	Estimación de generación anual para una planta de 30 MW (GWh)	Factor de planta estimado
Chacao	101-152	0,38-0,58
Golfo Corcovado	19	0,07
Estrecho de Magallanes	99-126	0,38-0,48

Fuente: Preliminary Site Selection–Chilean Marine Energy Resource, Garrad Hassan & Partners Limited, 2009.

- Potencial de energía eólica y solar: se desarrolló un mapa del Norte de Chile con las estimaciones de las principales variables que explican el

potencial de energía eólica y solar de cada zona⁶². Así, se generaron mapas con estimaciones de la temperatura, densidad del aire, radiación global horizontal y velocidad de viento promedio. En el informe publicado, sin embargo, no se cuantifica el potencial energético de estas tecnologías en dicha zona.

- Potencial de biogás: se estimó el potencial de aprovechamiento eléctrico y térmico de los distintos tipos de biomasa disponibles en nuestro país para poder generar biogás. El potencial estimado fue de 400 MW de capacidad eléctrica; sin embargo al momento de evaluar los costos de la explotación de dicho potencial, se obtuvo un rango muy variable que va desde los 25 a 350 US\$/MWh. Es importante destacar que en el caso de las empresas que para cumplir con la normativa ambiental deben instalar plantas de tratamientos de residuos, los costos de generación de biogás disminuyen en un 30%⁶³.
- Potencial por residuos madereros: se desarrolló un estudio para analizar la viabilidad de la generación energética en Chile a partir de los residuos forestales⁶⁴. El resultado encontrado fue que el potencial de capacidad instalable en nuestro país, a partir de los residuos forestales, tiene un máximo de 470 MW y un mínimo de 310 MW, con un precio monótono de equilibrio que estaría entre los US\$ 63 y 80 por MWh para tamaños de plantas de 20 y 10 MW, respectivamente, sin tener en cuenta la posible renta por los bonos de carbono que se puedan generar.

4.3. Desarrollo de ERNC en Chile

Como se mencionó anteriormente, la participación de energías renovables en nuestra matriz energética, excluyendo toda la energía hidráulica, alcanzó en el año 2010 solo un 2% de la producción total de electricidad (si se considera la energía hidráulica este porcentaje llega a alrededor de 39%).

Cabe eso sí señalar que el 2% referido incluye solamente a las ERNC “legales”, es decir, no toma en consideración la autogeneración con fuentes hidro y, más importante aún, con biomasa, que en la industria de la celulosa representa más de 800 MW y cerca del 8-10% del total Servicio Público del SIC. En particular, las cifras de autogeneración del año 2009 fueron: 375

⁶² Modelación del recurso solar y eólico en el norte de Chile, Comisión Nacional de Energía, 2009.

⁶³ Identificación y clasificación de los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la generación de biogás, Comisión Nacional de Energía, 2007.

⁶⁴ Potencial de Generación de energía por residuos del manejo forestal en Chile, Comisión Nacional de Energía, 2007.

GWh con fuente hidro, 421 GWh térmica y 2921 GWh de cogeneración con biomasa. Lo usual, en todo caso, es no incluir esta autogeneración en el Servicio Público.

La Tabla N° 4 muestra la capacidad instalada de fuentes de energías renovables no convencionales. Se puede observar que en Chile el desarrollo de las energías renovables ha sido parejo, en el sentido que no hay una tecnología específica que predomine por sobre las demás, lo cual se ha debido a la neutralidad tecnológica que ha primado en la regulación, donde son los agentes de mercado quienes deciden cuál es la mejor tecnología para desarrollar.

Tabla N° 4

Capacidad Instalada de ERNC al 2009

Fuente ERNC	Capacidad Instalada (MW)
Hidroeléctrica (<20 MW)	171,18
Biomasa	166,7
Eólico	167,6

Fuente: Capacidad Instalada de Generación, Ministerio de Energía, diciembre 2009.

Al año 2009, en el SIC había una capacidad instalada de 165,8 MW de energía eólica, distribuida en 5 proyectos diferentes. En la Tabla N° 5 se muestran los factores de planta de estas 5 centrales. Se puede observar que ninguna de ellas supera el 25%, siendo que el promedio a nivel mundial es de 30%. Estos datos plantean la duda sobre el verdadero potencial de Chile en esta tecnología.

Tabla N° 5

Factores de Planta de Centrales Eólicas Conectadas al SIC⁶⁵

Central	Potencia Nominal (MW)	Factor de planta
Canela I	18,2	23,60%
Canela II	60	21,10%
Monte Redondo	38	18,70%
El Totoral	46	21,30%
Lebu	3,6	19,40%

Fuente: Integración de la generación eólica en el SIC, visión del operador; Eduardo Ricke, CDEC.

En relación con la energía solar, actualmente en nuestro país se está construyendo la primera planta industrial generadora de electricidad basada en esta tecnología de Latinoamérica⁶⁶. El proyecto emplazado en Arica y desarrollado por CODELCO tiene una potencia total de 1 MW, ocupa 6,25 hectáreas de superficie y podrá generar electricidad para abastecer a alrededor de 5.000 familias.

Con respecto a la energía geotérmica, el actual gobierno ha buscado potenciarla, si bien actualmente no existe ninguna planta comercial operativa de energía geotérmica. En todo caso, ya hay 24 concesiones de exploración vigentes y 6 de explotación⁶⁷. En septiembre de este año, el Ministro de Energía presentó un proyecto de ley para facilitar y agilizar el proceso de asignación de estas concesiones⁶⁸. Se espera que en los próximos tres años se otorguen 170 concesiones, con una inversión total de casi 200 millones de dólares⁶⁹.

Cabe señalar que durante 2009, 2010 y 2011 se cursaron en el SEIA un creciente número de proyectos de ERNC los cuales se encuentran en distintas etapas de su evaluación de impacto ambiental.

⁶⁵ Ricke, Eduardo (CDEC), Integración de la Generación Eólica en el SIC, visión del operador.

⁶⁶ Para más detalles ver la noticia: <http://www.cer.gov.cl/sin-categoria/primer-planta-industrial-solar-de-sudamerica-en-calama/>

⁶⁷ Concesiones en trámite de energía Geotérmica, Ministerio de Energía, 2010.

⁶⁸ Este proyecto modifica la Ley de 19.657 sobre concesiones de energía geotérmica y actualmente se encuentra en primer trámite constitucional. Ver boletín 7162-08.

⁶⁹ Ver noticia del Diario la Tercera, del 26 de Agosto del 2010.

Tabla N° 6

Proyectos de ERNC Enviados al SEA desde 2009

Nombre	Cap. Instalada	Región	Año Tramitación
Parque Eólico Küref	61,2 MW	VIII (SIC)	2011
Minicentral de Pasada "Itata"	20 MW	VIII (SIC)	2011
Minicentral de Pasada "Baquedano"	17,8 MW	VIII (SIC)	2011
Geotermia "Cerro Pabellón"	50 MW	II (SING)	2011
Hidroeléctrica "Molinos de Agua"	20 MW	VIII (SIC)	2011
Hidroeléctrica "La Mina"	30 MW	VII (SIC)	2010
Minihidro "Los Hierros"	19,85 MW	VII (SIC)	2009 aprobado
Parque Eólico "El Arrayan"	101,2 MW	IV (SIC)	2009 aprobado
Parque Eólico "Arauco"	100 MW	VIII (SIC)	2009 aprobado
Minihidro "Piriquina"	7,6 MW	X (SIC)	2009 aprobado

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, agosto 2011.

4.4. Iniciativas Legislativas para Promocionar el Desarrollo de la ERNC en Chile

La Ley N° 20.257

Con el objetivo de diversificar la matriz energética chilena y aumentar la independencia del suministro energético⁷⁰, se promulgó el año 2008 la Ley N° 20.257. En ésta se fijó la obligación a las empresas eléctricas que operan en el SIC y el SING al certificar que un 5% de sus ventas anuales de electricidad son generadas con fuentes de energías renovables a partir del 2010. Esta obligación tiene contemplado un aumento anual de 0,5% a contar del 2015, para llegar al 10% en el 2024. De no cumplirse, las empresas deben pagar una multa de 0,4 UTM por cada MWh de déficit con respecto a la obligación que debe cumplir y, si dentro de los tres años no lo hace, la multa asciende a 0,6 UTM.

Con la aplicación de esta ley se aseguró que en el mediano plazo el 10% de la generación eléctrica provendría de fuentes de energías renovables no convencionales.

⁷⁰ Mensaje de S.E. la Presidenta de la República M. Bachelet que inicia la tramitación del proyecto de ley que introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de energías renovables no convencionales, Chile 2007.

Proyecto de Ley 20/20

En el último año se ha planteado en el debate público la ambiciosa meta de alcanzar al año 2020 un 20% de participación de las energías renovables no convencionales dentro de la matriz energética.

La así llamada meta 20/20 nació en las últimas elecciones presidenciales, cuando dentro del programa presidencial del entonces candidato Sebastián Piñera se planteó como aspiración de la futura política energética la meta señalada. Esto, en respuesta al reconocimiento del gran potencial que tendría Chile en esta materia y la oportunidad que ofrecerían las ERNC para cuidar el medioambiente y responder frente a un escenario de alto precio de petróleo. Es así como se consigna que “uno de los objetivos de nuestro Programa de Gobierno es aspirar a que al año 2020 más del 20% de la matriz eléctrica chilena derive de las energías renovables, limpias no convencionales”⁷¹. La motivación de esta medida era aumentar la diversificación de la matriz y la seguridad energética.

La aspiración planteada en el programa de gobierno del Presidente Piñera se tradujo en una meta y compromiso en su primera Cuenta Nacional realizada el 21 de mayo del 2010 frente al Congreso pleno. En esta oportunidad, se planteó que las ERNC serían la respuesta a la necesidad de energía limpia, económica y segura. En concreto, se anunció que como gobierno impulsaría “con la asesoría técnica de países líderes como España, Francia y Estados Unidos, un poderoso plan de desarrollo de energías limpias y renovables, que permita que el año 2020, el 20% de nuestra matriz eléctrica provenga de estas fuentes”⁷².

Prontamente, un grupo de senadores presentó una modificación al Art. 150 bis de la Ley N° 20.257 para que la meta planteada por el Presidente estuviera establecida formalmente y su cumplimiento garantizado por ley⁷³. El proyecto de ley propuso aumentar la meta de 10% a 20% y acelerar los plazos, lo que se traduce en una menor gradualidad (aumentaría a razón de 2,5% a partir del 2015) y un cumplimiento del nuevo objetivo tan pronto como el año 2020. Además, el proyecto de ley amplía las posibilidades de comercializar las ERNC hacia clientes libres, las compañías distribuidoras de electricidad y localidades rurales para venderlo entre aquellos que deban acreditar la obligación.

⁷¹ Programa de Gobierno para el cambio, el futuro y la esperanza Chile 2010-2014. Programa del candidato Sebastián Piñera.

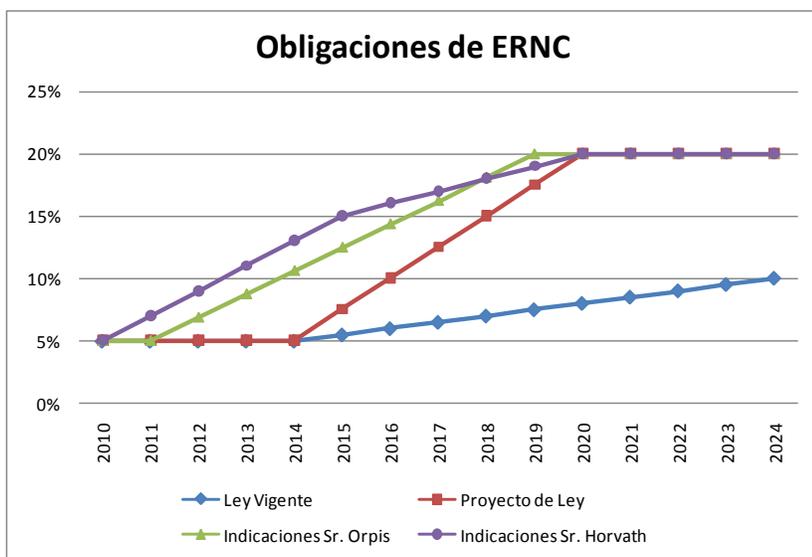
⁷² Mensaje a la nación, de S.E. el Presidente de la República, don Sebastian Piñera Echenique, 2010.

⁷³ Proyecto de ley iniciado en septiembre del 2010 por moción de los Honorables Senadores señor Orpis, señoras Allende y Rincón y señores Gómez y Horvath.

El proyecto de ley se encuentra actualmente en primer trámite constitucional, en el que ya se aprobó la idea de legislar en la Comisión de Minería y Energía del Senado, y se encuentran pendientes de resolver las distintas indicaciones presentadas en el curso de su tramitación. Estas indicaciones tienden a elevar las exigencias, reduciendo los plazos e incorporando algunos aspectos adicionales no contemplados en el proyecto de ley original. En el Gráfico N° 16, se puede ver la evolución anual de las obligaciones que los generadores deberían cumplir según las diferentes indicaciones.

Gráfico N° 16

Evolución de las Obligaciones de ERNC



El proyecto de ley 20/20 tiene algunos aspectos positivos; sin embargo, representa también una fuente de preocupación para el desarrollo energético del país a precios competitivos. Es, probablemente, en virtud de las consecuencias económicas que tendría el proyecto 20/20 que el gobierno se ha encargado de enfatizar el carácter de aspiración que tendría la meta auto impuesta⁷⁴.

⁷⁴ “Como gobierno tenemos una aspiración de lograr el 20%, pero no vamos a imponer una obligación, ése es un elemento fundamental que hay que tener muy claro, porque, en la medida que las cosas se transforman en obligaciones, los costos que pueden tener las distintas políticas quedan escondidos y finalmente lo terminan pagando todos los chilenos”, Ministro Rainieri. Diario Financiero, jueves 16 de diciembre de 2010.

Pero, antes de analizar los puntos críticos asociados a un impulso de las ERNC por la vía impositiva, resulta importante reconocer los potenciales beneficios. En particular, un desarrollo más activo de las ERNC en Chile podría tener consecuencias muy favorables para el país, como es la creación de un mayor “*know how*” en la materia. En efecto, la acumulación de capital humano y el mayor desarrollo científico sobre estas tecnologías constituye un activo importante que posiblemente se vería retrasado de no mediar iniciativas que impulsen el desarrollo de las ERNC. En un contexto en que hay incertidumbre sobre los futuros precios y disponibilidades de las energías convencionales, es importante que nuestro país esté preparado para cuando el desarrollo de proyectos de energías renovables sea competitivo. En este sentido, la meta del 10% al 20/20 actualmente en la ley involucra costos que eventualmente son justificables, por los beneficios que pudiera generar en el futuro el conocer y desarrollar las tecnologías de ERNC. Una meta más ambiciosa como el proyecto de ley 20/20 es, en cambio, más cuestionable, toda vez que sus eventuales mayores costos pueden resultar excesivos para la realidad de nuestro país, con el consecuente impacto en nuestra actividad económica.

En efecto, una meta más exigente (en niveles y plazos) tendría un impacto importante en los costos de generación eléctrica. El estudio realizado por Galetovic y Muñoz⁷⁵ en el marco de la evaluación del efecto de la Ley N° 20.257 concluyó que ésta aumentaría el costo de suministro a los consumidores del SIC en a lo menos US\$ 4.000 millones en valor presente. Resultados preliminares de un nuevo estudio realizado por los mismos autores señalan que la nueva obligación propuesta en el proyecto de ley acarrearía una pérdida social adicional en el SIC de entre US\$ 1.900 y US\$ 3.000 millones en valor presente, y un incremento de precios de la energía que en algunos años podría incluso superar el 30% (con lo que la tarifa residencial podría subir más de 5% en forma permanente)⁷⁶.

El documento destaca, además, que si bien las ERNC son limpias en emisiones, sí generan impacto medioambiental, por ejemplo, en las superficies de los territorios necesarios para su instalación. Debido a su bajo factor de planta, se requiere instalar una mayor capacidad para generar la misma energía eléctrica. A su vez plantea que, producto de los altos costos medios que presentan estas tecnologías, a las empresas les conviene pagar la multa frente a tener que cumplir con la obligación que le impone la ley. En síntesis, dada la magnitud del costo estimado en el trabajo de Galetovic y

⁷⁵Galetovic, A. y C. Muñoz, “Energías Renovables No Convencionales: ¿Cuánto Nos Van a Costar?” *Estudios Públicos*, 112 (primavera 2008), CEP.

⁷⁶ Galetovic A., Hernández C., Muñoz C. y Neira L.. *Microeconomic Reforms, productivity and policies*. Estimación preliminar del costo de un aumento en la obligación de energías renovables no convencionales.

Muñoz, resulta necesario cuestionar la conveniencia de impulsar la entrada de proyectos adicionales de ERNC en el país.

Otro estudio, realizado por Mocarquer y Rudnick, también proyecta los principales resultados del cumplimiento de la meta del 20/20⁷⁷. Estos se resumen en: (i) un aumento de un 5% en la capacidad instalada del sistema y un 7% de aumento en la inversión; (ii) una disminución de los costos operacionales de 3%, pero los costos totales también aumentan en un 3%; (iii) un aumento de 5% en el promedio de los costos marginales anuales; y (iv) una disminución promedio de las emisiones anuales de CO₂ de 16%, pero con un aumento del total de terreno utilizado por la matriz de 28%.

Por otra parte, un estudio realizado por J.C. Olmedo también evalúa los costos de una eventual aprobación del proyecto de ley 20/20. En este estudio se definieron distintos mix tecnológicos con los cuales se podría cumplir el 20% de generación eléctrica al 2020, proveniente de fuentes renovables⁷⁸. Con los costos medios actuales de las distintas energías renovables y de la energía convencional se obtuvo el costo anual de la ley, calculándolo como la suma total de las diferencias entre el costo medio por MWh de cada tecnología renovable y el costo medio por MWh de energía convencional.

En particular, en la Tabla N° 7 se muestran las composiciones de los diferentes mix tecnológicos, vale decir, se presentan escenarios alternativos que combinan diferentes porcentajes de generación de las distintas fuentes de energía renovable no convencional. La Tabla N° 8 presenta las estimaciones de los costos medios anuales de cada tecnología, en función de los costos de capital, el factor de planta y los costos variables respectivos. Esto permite una comparación con los costos medios de generación convencionales, lo que deriva en una estimación de los costos incrementales de cada tecnología, medido en dólares por MWh. Según esta información es posible estimar los costos anuales del cumplimiento de la meta para cada uno de estos escenarios, los que se presentan en la Tabla N° 8. Como se puede ver, al año 2020 el costo anual de esta meta alcanzaría los US\$ 350 millones en promedio, costo que iría aumentando en el tiempo.

⁷⁷ Mocarquer, S., Rudnick, H., *The insertion of renewables into the Chilean electricity market, 2010 IEEE PESGM*. Los resultados son comparados con un escenario base sin mayores cambios al escenario actual.

⁷⁸ Juan Carlos Olmedo es investigador colaborador del Instituto Libertad y Desarrollo, y consultor independiente.

Tabla N° 7

Composición de los Mix Tecnológicos⁷⁹

SIC y SING como Mercados Integrados

	Mix Tecnológico 1	Mix Tecnológico 1	Mix Tecnológico CNE	Mix Tecnológico PCB
Hydro < 20 MW	60%	50%	14%	50%
Eólico	10%	15%	44%	15%
Solar PV				
Solar PVC		5%		
Solar PCB				5%
Solar Termal				
Geotermia	20%	20%	29%	20%
Biomasa	10%	10%	13%	10%

Sistema SING aislado

	Mix Tecnológico 1	Mix Tecnológico 1	Mix Tecnológico CNE	Mix Tecnológico Solar
Eólico	20%	10%	37%	
Solar PV	20%	20%		25%
Solar PVC	20%	20%		25%
Solar PCB	20%	20%		25%
Solar Termal	20%	20%		25%
Geotermia		10%	63%	

⁷⁹ El caso CNE corresponde a lo considerado como expansión en el informe de precios de nudo de octubre de 2010 y el caso PCB corresponde a solar térmico con sales fundidas.

Tabla N° 8

Costo Medio por Tecnología

Alternativas tecnológicas para el SIC

Tecnología SIC	Costo de capital US\$/MWh	Factor de planta	Costo variable US\$/MWh	Costo medio US\$/MWh	Costo medio Generación Convencional US\$/MWh	Costo incremental US\$/MWh
Hydro < 20 MW	3.000.000	0,55	2	89,8	84,3	5,5
Eólico	2.600.000	0,28	2	134,1	84,3	49,8
Solar PV	3.500.000	0,18	2	357,7	84,3	273,4
Solar PVC	4.200.000	0,27	2	274,1	84,3	189,8
Solar PCB	6.000.000	0,38	3	290,3	84,3	206,0
Solar Termal (1)	4.000.000	0,3	3	186,6	84,3	102,3
Geotermia	3.900.000	0,9	7	101,3	84,3	17,0
Biomasa	3.000.000	0,9	1,5	106,8	84,3	22,5
(1) Sobre 50 MW						

Alternativas tecnológicas para el SING

Tecnología SING	Costo de capital US\$/MWh	Factor de planta	Costo variable US\$/MWh	Costo medio US\$/MWh	Costo medio Generación Convencional US\$/MWh	Costo incremental US\$/MWh
Eólico	2.600.000	0,22	2	170,2	84,3	85,9
Solar PV	3.500.000	0,18	2	357,7	84,3	273,4
Solar PVC	4.200.000	0,27	2	274,1	84,3	189,8
Solar PCB	6.000.000	0,38	3	290,3	84,3	206,0
Solar Termal (1)	4.000.000	0,3	3	186,6	84,3	102,3
Geotermia	3.900.000	0,9	7	101,3	84,3	17,0
(1) Sobre 50 MW						

Tabla N° 9

Costo Total por Escenarios Alternativos

	Costo total país Mix tecnológico 1 mill. US\$/año	Costo total país Mix tecnológico 2 mill. US\$/año	Costo total país Mix tecnológico CNE mill. US\$/año	Costo total país Mix tecnológico PCB mill.US\$/año
2010	14.9	23.3	32.4	27.9
2011	24.5	38.4	53.4	46.0
2012	30.3	47.5	66.0	56.8
2013	33.7	52.9	73.6	63.4
2014	37.8	59.3	82.5	71.0
2015	58.4	91.6	127.4	109.7
2016	82.1	128.8	179.0	154.2
2017	106.7	167.3	232.6	200.3
2018	134.0	210.1	292.1	251.6
2019	162.2	254.4	353.7	304.6
2020	205.6	322.4	448.1	386.0
2021	264.9	415.4	577.4	497.3
2022	279.2	437.9	608.7	524.3
2023	289.8	454.5	631.7	544.1
2024	304.8	478.0	664.4	572.3
2025	326.9	512.7	712.6	613.8
2026	340.7	534.3	742.7	639.7
2027	350.5	549.8	764.2	658.2
2028	360.7	565.7	786.4	677.3
2029	371.2	582.1	809.2	696.9
2030	381.9	599.0	832.6	717.1
Total	4160.5	6525.7	9070.6	7812.5

En síntesis, los distintos estudios han revelado que la introducción forzosa de ERNC más allá de la meta actualmente vigente involucra importantes costos para el país. Sin embargo, este mayor costo no es el único aspecto que preocupa. Hay también otros elementos que son cuestionables, los que se detallan brevemente a continuación.

En primer lugar, el proyecto de ley no solo elevaría la meta y acortaría los plazos para cumplir con la obligación de abastecer parte de la demanda con fuente de ERNC, sino que además podría terminar extendiendo esta exigencia a todos los contratos vigentes y obligando a considerar ambos sistemas eléctricos (SIC y SING) en forma separada para efectos de acreditación del atributo.

En particular, si bien la Ley N° 20.257 estipuló claramente que las obligaciones en materia de ERNC se aplicarían solo a contratos suscritos una vez publicada la ley, las indicaciones al proyecto de ley proponen que sea aplicable a contratos vigentes con anterioridad a dicha ley. Un cambio de normativa que afecte a contratos suscritos con anterioridad importa claros perjuicios económicos, ya sea para las empresas generadoras o para los clientes finales (si se permite que estos mayores costos sean traspasados). Es más, los contratos firmados con posterioridad a la citada ley incorporan los costos de la ley actual y no los costos adicionales provenientes de nuevas exigencias de ERNC.

A lo anterior se suman otras indicaciones que afectan a las generadoras, como son la eventual eliminación de la posibilidad de cubrir parte de los déficit generados en un año con excedentes al año siguiente. Igualmente, la preferencia que tendrían las empresas distribuidoras y clientes libres por sobre las empresas eléctricas para acreditar la obligación también conlleva un mayor riesgo para las empresas generadoras que podrían encontrarse amarradas a proyectos de ERNC contratados para dar cumplimiento a su obligación. Todo lo anterior representa un cambio en las reglas que derechamente constituye una expropiación de rentas y un aumento de costos que terminará pagando el país en su conjunto.

Por su parte, la idea de tratar ambos sistemas eléctricos por separado para efecto de acreditar la obligación de ERNC solo conllevará mayores costos para el país, dados los elevados costos que actualmente tienen las tecnologías renovables que es posible desarrollar en el SING. Es sabido que la problemática de la emisión de GEI es de carácter global y que, en consecuencia, si el interés fuese reducir emisiones GEI, no interesa la forma ni el lugar en que se mitiguen. Ésa es, precisamente, la base sobre la cual se creó el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), sistema acordado bajo el Protocolo de Kyoto, que permite a países industrializados comprar reducciones de emisiones a países en desarrollo - ubicados en cualquier parte del planeta - y acreditarlas como propias.

Con todo, el proyecto de ley 20/20 presenta más costos que beneficios para el país y las indicaciones hasta ahora presentadas en la discusión

parlamentaria podrían incluso hacerlo más complejo. Resulta inconveniente, por tanto, insistir en esta propuesta, más aún cuando para ello se usa como argumento la necesidad de contribuir a la sustentabilidad ambiental. No hay que olvidar que nuestra matriz eléctrica es más limpia - y seguirá siéndolo - que la del promedio OCDE, incluso proyectando la matriz hasta el 2020, lo que no amerita forzar pasos más allá de lo razonable. No tiene sentido enfrentar hoy costos muy altos para un país que debe aún salir del subdesarrollo y que está compitiendo con países del continente que disponen de recursos naturales de bajo costo y, consecuentemente, de energía barata.

5. Propuestas para el Desarrollo de ERNC en Chile

La meta del 20/20 no debe ser impuesta forzosamente a través de una ley. El tener que cumplir con la meta que define en la actualidad la Ley N° 20.257 probablemente genera beneficios cuyos costos podríamos estar dispuestos a asumir. Sin embargo, el exigir una meta aún más ambiciosa, como la del 20/20 puede incrementar considerablemente los costos netos para el país

Las energías renovables pueden promoverse para poder diversificar nuestra matriz, aumentar nuestra capacidad instalada y darnos algún grado de independencia (aunque marginal) de la importación de combustibles fósiles. Sin embargo, esto debe realizarse a través de la creación de un ambiente propicio para su desarrollo y de la disminución de sus costos, para que se mantenga o mejore la competitividad del país. La meta de un 20% de ERNC en nuestra matriz para los próximos años se puede cumplir sin imposición por ley y se puede lograr disminuyendo las consecuencias económicas que eso tendría. Por cierto, no hay que olvidar que la meta ya se cumple con creces cuando se consideran las energías renovables en su conjunto, pero si se quiere limitar a las ERNC también es posible plantear una serie de propuestas. Estas permitirían aumentar la participación de las energías renovables en la matriz energética de nuestro país:

- a. Mayor inversión en I+D de energías renovables: tanto la Comisión Europea como la Agencia Internacional de Energía, plantean que en la búsqueda de lograr que estas tecnologías sean más competitivas, I+D juegan un papel crucial. En la mayoría de los países en que se ha querido incentivar las energías renovables, además de incorporar un esquema de apoyo de los analizados anteriormente, se han invertido importantes sumas de dinero en investigación y desarrollo en esta materia. En esta línea, Chile tiene una deuda muy importante. Si bien a

través FONDEF o del programa de promoción de las energías renovables se ha avanzado, estamos muy lejos de lo realizado por los países líderes. Es importante crear mecanismos para que la inversión en esta área no provenga solo del Estado, sino que los privados también inviertan. Una posibilidad es invertir cierto porcentaje del *royalty* minero en esto, dado que en un principio se anunció que estos fondos se usarían para fomentar la innovación tecnológica en nuestro país. Además tiene sentido, dado que la industria minera es muy intensiva en el uso de electricidad y de emisiones de CO₂.

- b. Aumentar la competencia en el mercado de las energías renovables: una de las principales ventajas del sistema de cuotas para la promoción de energías renovables es la competencia que se genera entre los agentes del mercado y también entre las diferentes tecnologías. Sin embargo, en la actual legislación los únicos que pueden realizar transacciones de estas obligaciones son los generadores y éstas deben acreditarse una vez al año. Con el fin de aumentar la competencia en este mercado, sería positivo permitir la participación de otros actores y de permitir que las transacciones se puedan realizar durante todo el año, de manera que exista más información disponible sobre las disposiciones a pagar y los precios reales de las energías renovables. Así, los costos podrían bajar, traspasándose estas rebajas a los consumidores finales. En este sentido, la indicación presentada para modificar la Ley N° 20.257, para que ahora los clientes libres, localidades rurales y empresas de distribución puedan participar del mercado del cumplimiento de la obligación de energía renovable, va en la línea correcta y puede ayudar a disminuir los costos de estas tecnologías.
- c. Aumentar los esfuerzos en los otros usos de energía: los principales esfuerzos que está realizando el gobierno por diversificar la matriz energética y disminuir las emisiones de GEI, están siendo en el ámbito eléctrico. Prueba de esto es que la meta del 20/20 se plantea solo en relación a la generación eléctrica, y no como en el resto del mundo, donde el desafío que se presenta es aumentar la penetración de las energías renovables en toda la matriz energética, es decir, también en el transporte y en los sistemas de calefacción/refrigeración. En estas dos áreas, especialmente en el transporte, Chile tiene mucho que avanzar.
- d. Fortalecer la institucionalidad ambiental: es necesario aumentar la rigurosidad técnica, y darle independencia a la institucionalidad del Poder Ejecutivo. Intervenciones y decisiones discrecionales, como la ocurrida con la planta de Barrancones, no solo desincentivan el

desarrollo de proyectos energéticos convencionales, sino que también desincentivan la inversión en proyectos renovables. Se deben mejorar los procesos de evaluación de impacto ambiental, para agilizarlos y darle certeza jurídica al inversionista de que si aprueba esta evaluación, podrá desarrollar el proyecto sin tener que sortear algún otro requerimiento no establecido en la ley.

- e. Facilitar trámites para desarrollar proyectos ERNC: la burocracia, lentitud administrativa y los largos plazos requeridos pueden ser una barrera muy importante para la concreción de nuevos proyectos eléctricos en nuestro país, tanto para iniciativas de energías convencionales, como también para proyectos de ERNC donde la incertidumbre es mayor. La iniciativa que se ha tomado en relación a la energía geotérmica, de presentar un proyecto de ley especial para remover las trabas en la tramitación de las concesiones, debiese replicarse para el resto de las tecnologías. Además se debería buscar la forma de disminuir el tiempo requerido, sin bajar las exigencias, para los trámites de aprobación medioambiental.
- f. Estudios de potencial: si bien los estudios de potencial de las diferentes tecnologías renovables realizados por la CNE son un avance en promover y facilitar el desarrollo de proyecto de estas energías, es importante aumentar y profundizar en la información que estos estudios entregan. En varios de estos informes se plantea que estos estudios son un primer paso o una primera aproximación al tema, y además se recomienda que los datos entregados sean corroborados a través de mediciones *in situ*. Es necesario dar el “segundo paso”, y generar más información confiable sobre las oportunidades que tienen los privados para desarrollar proyectos de esta índole.
- g. Mejorar el sistema de transmisión: esta necesidad tiene que ver con todas las tecnologías de generación de energía, lo que amerita que se realicen las inversiones necesarias en tiempos razonables, de modo tal de evitar que sea el sistema de transmisión el que genere cuellos de botella para el suministro de la energía eléctrica.
- h. Hacer más fluidas las transacciones de atributos de ERNC: se debieran facilitar las transacciones de atributos de ERNC, ampliándolas eventualmente a los consumidores, algo que actualmente ya ocurre pero de manera informal.

6. Conclusiones

Incluir las energías renovables en la matriz energética no es un tema sencillo. Existe mucha información y experiencia en el mundo respecto al tema, lo cual evidencia la importancia de diseñar cuidadosamente las políticas públicas al respecto.

El desarrollar proyectos de ERNC tiene ciertamente beneficios asociados al proceso de aprendizaje de estas tecnologías. Sin embargo, al ser éstas más costosas, su mayor participación en la generación eléctrica puede significar un aumento considerable de los costos de la electricidad, lo cual tiene consecuencias en el sector productivo y residencial.

En efecto, dado que se requieren programas de incentivo a las ERNC, resulta evidente que ellas representan tecnologías menos competitivas que las convencionales, situación que más temprano que tarde se traduce en mayores precios a pagar por la energía. Al aumentar los costos de la energía, un insumo generalmente de gran relevancia dentro de los costos de producción de la mayoría de las industrias, los productos chilenos pierden competitividad. Actualmente, los costos de la energía de nuestro país son de los más caros de la región, por lo cual incentivar un aumento mayor puede ser complicado para la capacidad productiva del país. El mayor costo de la energía puede constituir además un obstáculo para la creación de nuevas empresas y proyectos industriales, lo cual afecta directamente el desarrollo económico y la creación de nuevos empleos.

Ahora bien, tomada la decisión de incentivar el desarrollo de ERNC – porque se decidiera que los beneficios superan los costos–, pareciera más conveniente la implementación del sistema de cuotas globales. Esto, por cuanto las cuotas globales (no individuales, por tecnología) representan un régimen de incentivos más cercano a la lógica de mercado, dado que promueve una mayor competencia entre las distintas tecnologías de ERNC. En este contexto, la elección de este esquema permite proyectar una menor alza en los precios de la energía eléctrica producto del programa de incentivos, con un traspaso gradual pero sostenido de los ahorros de costo – producto del aprendizaje y desarrollo tecnológico– hacia los consumidores finales. No obstante lo anterior, el sistema de cuotas también presenta inconvenientes, como es la mayor volatilidad que deben enfrentar los inversionistas frente a los precios de estas energías y los certificados de cumplimiento de la obligación.

A la luz de la experiencia internacional en materia de impulso a las energías renovables, es posible extraer ciertas lecciones. Primero, que existe un costo

importante asociado a la promoción de este tipo de energías que finalmente debe ser financiado, ya sea por los consumidores o por quienes pagan impuestos al fisco. Segundo, los países que han tomado este camino no solo han implementado esquemas de apoyo a estas fuentes de energía, sino también han aumentado considerablemente los fondos destinados a investigación y desarrollo en esta área. Tercero, los objetivos por los cuales estos países han decidido impulsar las energías renovables son muy variables y diversos. En algunos casos ha respondido a preocupaciones medioambientales, mientras que en otros se ha buscado diversificar la matriz y/o generar una industria nacional relacionada a este sector. Las motivaciones y necesidades, por lo tanto, han sido diversas, y según estos objetivos han estado dispuestos, al menos hasta ahora, a asumir sus costos y consecuencias, pese a la alta carga financiera que ello ha significado. Por último, es importante considerar que los líderes mundiales en ERNC tienen una larga historia al respecto, impulsando el uso de estas tecnologías hace varios años. El tránsito de una matriz energética completamente convencional, a una con una alta presencia de energías renovables ha requerido tiempo, aun cuando en los países desarrollados los requerimientos de energía son más limitados que en países en desarrollo, que necesitan no solo reemplazar las fuentes existentes, sino además satisfacer una demanda que crece a ritmos más elevados.

El impulsar las energías renovables y definir la meta del 20/20 a través de una ley, para forzar su aumento en la matriz energética tiene costos importantes asociados. Si bien este “incentivo” se enmarca en lo que sería un esquema de cuotas, lo que según se señaló resulta hoy por hoy más conveniente que un esquema de *feed-in tariff*, existen otras diversas maneras de incentivar y apoyar las tecnologías renovables, que nuestro país todavía no explota completamente y que tienen una mejor relación costo-beneficio. La mayoría de éstas, como el financiamiento de I+D, Green Bonds y al apoyo integral a la inversión, permiten disminuir los costos de estas tecnologías, lo que en el largo plazo permitirá que de manera natural aumente su nivel de generación eléctrica, sin un alto costo social asociado. La meta de alcanzar el 20% de energías renovables en nuestra matriz energética no debiese, por tanto, ser definida por ley, sino que debiese ser el objetivo de un conjunto de políticas e iniciativas, que busquen disminuir los costos asociados de estas energías.

Serie Informe Económico

Últimas Publicaciones

N° 217 **Chile: Libertad Económica 1860-2010**
Julio 2011

N° 216 **Déficit Habitacional:
Se mantiene Tendencia al Alza**
Paulina Henoch y Bettina Horst
Junio 2011

N° 215 **Extensión del Post Natal:
Análisis del Proyecto de Ley**
Cecilia Cifuentes H.
Mayo 2011