

## DATOS DE CHILE



crédito: www.flickr.com/internationalrivers

# El futuro de la energía limpia en Chile: La biomasa, el biogás, la energía geotérmica, las pequeñas hidroeléctricas y la energía eólica son actualmente opciones asequibles; la energía solar lo será muy pronto.

El futuro energético de Chile es el foco de un importante debate nacional. La inseguridad en el suministro de energía, la volatilidad de los precios y los riesgos medioambientales y sanitarios relacionados con los combustibles fósiles y la energía nuclear son las principales inquietudes de los ciudadanos, del gobierno, del mercado y de la industria. El debate gira en torno a cuál debería ser el enfoque de una nueva política energética para mejorar la seguridad y la independencia energética, y para promover el desarrollo y el crecimiento futuros. A fin de abordar esta pregunta, el Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC, por sus siglas en inglés) encomendó a una evaluación de los costos comparativos de una amplia gama de tecnologías de generación en el sector eléctrico chileno. La principal conclusión a relucir de esta investigación fue que las opciones energéticas tradicionales de Chile no son necesariamente las opciones más seguras o más asequible para el futuro. Chile puede satisfacer su demanda en las próximas décadas a través de una variedad de fuentes de "energías renovables no convencionales" (ERNC), y tecnologías de eficiencia energética que complementarían su base de generación existente. Pero esto sólo será posible si Chile fortalece su energía renovable y las políticas de eficiencia energética para eliminar las barreras existentes y promover más efectivamente estos sectores.

## DESAFIANDO LA OPINIÓN GENERALMENTE ACEPTADA ACERCA DE COSTOS DE ERNC EN CHILE

NRDC encomendó a Bloomberg New Energy Finance (BNEF) que realizara una evaluación con datos de Chile suministrados por Valgesta Energía (Valgesta), acerca del "costo nivelado de energía" (LCOE, por sus siglas en inglés), comparando varias tecnologías de generación eléctrica en Chile. El análisis demuestra que las tecnologías de "energías renovables no convencionales" (ERNC), que a menudo se creen que son uniformemente más costosas, en la realidad

ofrecen opciones asequibles en estos momentos. En base a los análisis y a un gran cuerpo de evidencia que la eficiencia energética es el recurso de energía más barata, está claro que con adecuadas ERNCs el desarrollo del mercado interno puede convertirse rápidamente más asequible.<sup>1</sup> Este hallazgo es de importancia crítica ya que Chile considera invertir en nuevos megaproyectos, como el complejo hidroeléctrico HidroAysén, que podría dañar los ecosistemas y las comunidades; así como la central termoeléctrica a carbón Castilla, que despertaría la preocupación sobre los riesgos del combustible y la contaminación del aire y del agua.

La onda  
verde  
de NRDC



Para  
obtener más  
información,  
comuníquese  
con:

**Douglass Sims**  
dsims@nrdc.org  
(212) 727-4518  
 switchboard.nrdc.org/  
blogs/dsims

**Amanda Maxwell**  
amaxwell@nrdc.org  
(202) 289-2368  
 switchboard.nrdc.org/  
blogs/amaxwell

Para leer el informe  
completo del BNEF, visite  
[www.nrdc.org/international/  
chilecostofenergy.asp](http://www.nrdc.org/international/chilecostofenergy.asp)  
[www.nrdc.org/policy](http://www.nrdc.org/policy)  
[www.facebook.com/nrdc.org](https://www.facebook.com/nrdc.org)  
[www.twitter.com/nrdc](https://www.twitter.com/nrdc)

## ¿QUÉ ES EL “COSTO NIVELADO DE ENERGÍA”?

Las tecnologías de generación de energía tienen distintas características de costos y de rendimiento que pueden resultar difíciles de comparar. Por ejemplo, el “combustible” para las plantas fotovoltaicas (es decir, la luz solar) es gratuito, pero, a menos que se lo combine con alguna tecnología de almacenamiento de energía, las plantas fotovoltaicas sólo pueden suministrar energía mientras haya luz solar. En contraposición, las plantas térmicas que utilizan combustible fósil pueden producir energía en todo momento mientras tengan combustible, pero suelen tener costos de combustible volátiles, cortes de energía eléctrica impredecibles para reparaciones, altos costos de operación, y afectar el medio ambiente y la salud, lo cual no suele ocurrir con tecnologías solares u otras tecnologías de ERNC. Por lo general, las grandes centrales hidroeléctricas tienen bajos costos de combustible y de producción de energía, aunque, con frecuencia, afrontan gastos excesivos durante la construcción, incurren en altos costos de transmisión de larga distancia, dañan los ecosistemas y las comunidades locales, y son vulnerables a la escasez de agua y a los riesgos sísmicos.

El modelo financiero del “costo nivelado de energía” explica estas diferencias mediante la conversión de estas diversas características de cada tecnología (a excepción de los impactos en el medio ambiente, en la sociedad y en la salud) en una única cifra: el precio de una unidad de energía estándar conocida como megavatio-hora (MWh). Este precio indica la cantidad de dinero que el propietario de una central eléctrica debe cobrar al comprador de esta energía para recuperar sus



crédito: www.flickr.com/jennieb

costos y obtener una ganancia (en este análisis, se supone que es del 10 por ciento). Al comparar fuentes de generación de energía, los chilenos pueden identificar los recursos que integran la cartera de recursos más económica, con el fin de satisfacer la demanda de energía chilena.

Este análisis compara el costo nivelado de energía para las fuentes de energía primarias en Chile de grandes hidroeléctricas, carbón, gas y diesel, y las fuentes de ERNC, como pequeñas hidroeléctricas, energía geotérmica, biomasa, biogás, energía eólica, energía solar fotovoltaica (FV) y energía termosolar. Al evaluar los datos de 2011 y realizar proyecciones sobre los costos relativos de la producción de electricidad para 2020 y 2030, el análisis ofrece información para conducir el desarrollo de una cartera de energía económica de bajo riesgo a fin de satisfacer la creciente demanda de Chile.

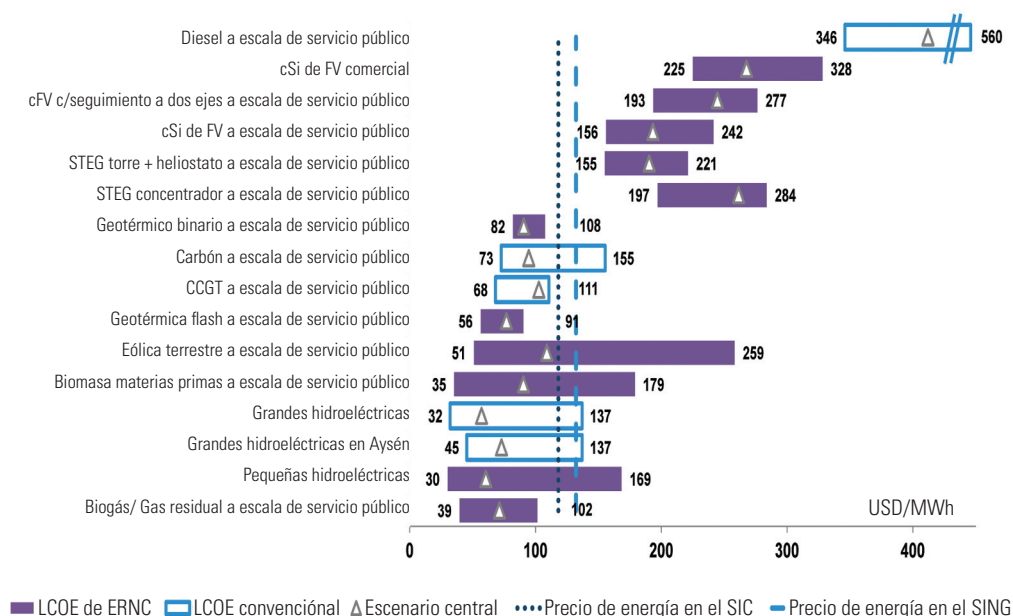
## El Caso a Favor de la ERNC

En todo el mundo y, especialmente, en los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como lo es Chile, los gobiernos, los ciudadanos y las empresas concluyen—tras décadas de experiencia adquirida con esfuerzo—que es poco seguro depender de combustibles fósiles para la producción de energía. El suministro de combustibles fósiles es limitado y está sujeto a fuerzas políticas y económicas que ningún país puede controlar por sí mismo. Los costos relacionados con la salud, el medio ambiente y el clima, derivados del uso de combustibles fósiles, también son elevados. La única forma conocida de reducir el carbono liberado al consumirse el carbón o el gas es a través de tecnología diseñada para capturar y almacenar carbono. Si bien esta tecnología resultó ser técnicamente viable en emplazamientos con formaciones geológicas adecuadas para el almacenamiento, es bastante costosa ante la falta de disposiciones que aumentan el costo de emisión de carbono o de subsidios para desarrollar la nueva tecnología.

Además de los combustibles fósiles, la energía nuclear y las grandes hidroeléctricas han sido las alternativas más debatidas en Chile. La energía nuclear, considerada costosa y riesgosa en Chile, se está reevaluando a raíz de los trágicos eventos que tuvieron lugar en Japón, en marzo de 2011. La mayoría de los países de la OCDE también se está alejando de las grandes represas, a causa de los impactos que tienen en el ecosistema y de las preocupaciones por el suministro de agua debido a las variaciones en los patrones climáticos. Además, Chile enfrenta sequías cíclicas, altos costos de transmisión para acceder a recursos hídricos remotos y riesgos sísmicos. Por ejemplo, el gran complejo hidroeléctrico HidroAysén, propuesto en la Patagonia, afectaría significativamente los ecosistemas prístinos, la vida y los medios de subsistencia, y concentraría una parte crítica del suministro central de energía en Chile al final de una línea de transmisión de 2000 km.

Afortunadamente, Chile cuenta con una gran variedad de opciones de energía renovable no convencional y eficiencia energética para satisfacer la demanda energética sin generar la inseguridad, los riesgos ni los daños relacionados con los proyectos de combustible fósil, energía nuclear y grandes hidroeléctricas.

**Figura 1.1: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, 2011**



Mirado en función de un LCOE, actualmente una amplia variedad de energías renovables no convencionales (ERNC), entre las que se incluyen biogás, gas residual, pequeñas hidroeléctricas, biomasa, energía eólica terrestre y geotérmica, se encuentra en un nivel competitivo en relación con el costo de nuevas construcciones de las fuentes de energía principales de Chile, a saber, las grandes plantas hidroeléctricas, y termoeléctricas de gas natural y de carbón.

Los precios cotizados de la energía provienen de los datos de CNE, calculados como el promedio entre el primer trimestre de 2011 y los últimos tres trimestres de 2010.

En la actualidad, las fuentes de energía ubicadas a la izquierda de las líneas de precios compiten en el mercado mayorista. Esto incluye biomasa, biogás, energía geotérmica, energía eólica y pequeñas hidroeléctricas.

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

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

## LA ENERGÍA RENOVABLE NO CONVENCIONAL ES ASEQUIBLE PARA CHILE

En 2011, ya existen nuevas pequeñas hidroeléctricas, biomasa, biogás, fuentes de energía eólica terrestre y energía geotérmica que compiten con los costos de las principales tecnologías de Chile de grandes hidroeléctricas y de plantas de gas natural. En poco tiempo, la energía solar será también una opción accesible (ver Figura 1.1). Asimismo, el costo nivelado de una nueva central eléctrica de energía renovable de todos los tipos estudiados es inferior al costo nivelado de una nueva central eléctrica a diesel.

Para 2020, el análisis indica que el costo de producción de energía eólica será aún más competitivo (ver Figura 1.2). Las principales reducciones de costos en Chile se verán en el campo de las tecnologías solares. Asimismo, para 2020, la energía termosolar y la energía fotovoltaica a escala comercial y de servicio público competirán con nuevas tecnologías de producción de energía térmica mediante combustible fósil y con grandes hidroeléctricas.

Para 2030, la mayoría de las tecnologías renovables serán más económicas que las tecnologías de producción de energía térmica mediante combustible fósil. Algunas competirán por ser las alternativas energéticas menos costosas del país (ver Figura 1.3). En parte, esto se debe a que Chile se beneficiará del uso masivo de tecnologías de producción de energía renovable en todo el mundo, principalmente en China, los Estados Unidos y Europa, lo cual reducirá los costos de los equipos. Sin embargo, la reducción total de costos no se producirá por sí misma, ya que las reducciones de

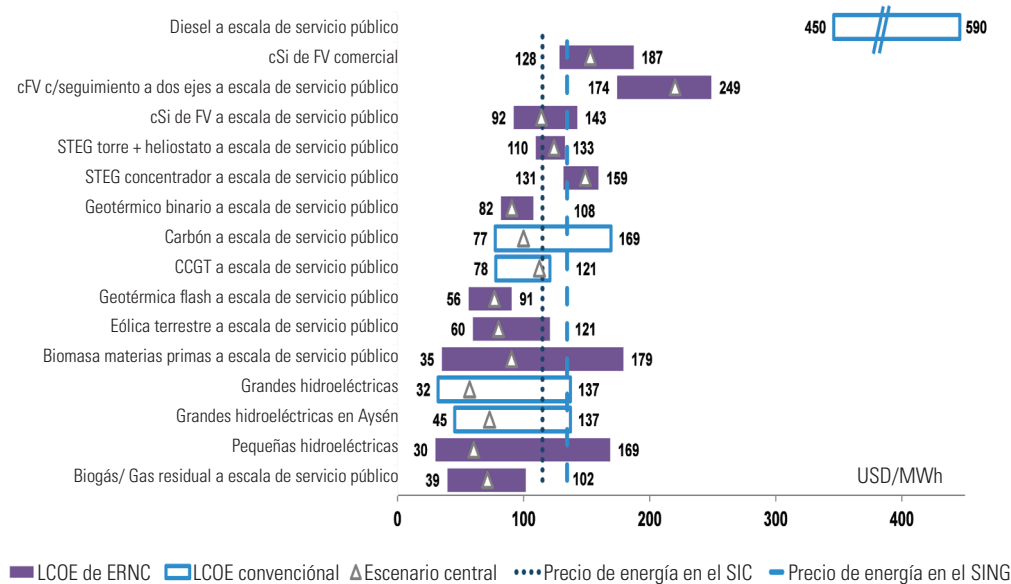
costos también son el producto de los "efectos de curvas de aprendizaje", es decir, la simple ley económica que establece que cuantas más veces se realiza una tarea, mejores son los resultados. Chile debe implementar políticas para alcanzar el máximo uso a corto plazo y, con ello, reducir cada vez más los costos.

Asimismo, si el costo del combustible fósil aumenta hasta 2030, la energía renovable será aún más competitiva en términos relativos.

## A PESAR DE LAS REFORMAS DEL MERCADO ENERGÉTICO, AÚN PERSISTEN OBSTÁCULOS PARA EL USO DE ERNC

En respuesta a estos desafíos, Chile ha implementado reformas en el mercado energético para aumentar el uso de la ERNC en el país; pero estas reformas han sido debilitadas y no han tenido el éxito esperado. Al sancionar la Ley 20.257 de Desarrollo de Energía Renovable No Convencional, en 2007, Chile continuó su liderazgo en la política energética y admirablemente se convirtió en el primer y único país de América Latina en exigir que las empresas energéticas garanticen que parte de la energía que suministran proviene de ERNC o, de lo contrario, que paguen una multa. La ley se basa en el principio económico que subyace en el análisis de Bloomberg: la mejor manera de reducir los costos de nuevas tecnologías es transformar los mercados aumentando la competencia y fomentando las economías de escala y, al mismo tiempo, reconocer la necesidad de alcanzar un equilibrio que permita mantener precios de energía accesibles

**Figura 1.2: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, 2020**



Para 2020, los sistemas fotovoltaicos y termosolares a escala de servicio público serán fuentes competitivas de energía sin subsidios.

Con el aumento en el precio de los combustibles térmicos y la baja en los costos de ERNCs, muchas tecnologías, como la eólica, biomasa, geotérmica y de pequeñas hidroeléctricas, serán, en algunos casos, opciones más económicas para las nuevas capacidades energéticas que las tecnologías convencionales.

Los precios cotizados de la energía se basan en las predicciones del PRIEN\* para un escenario dinámico, en el período de 2008 a 2030.

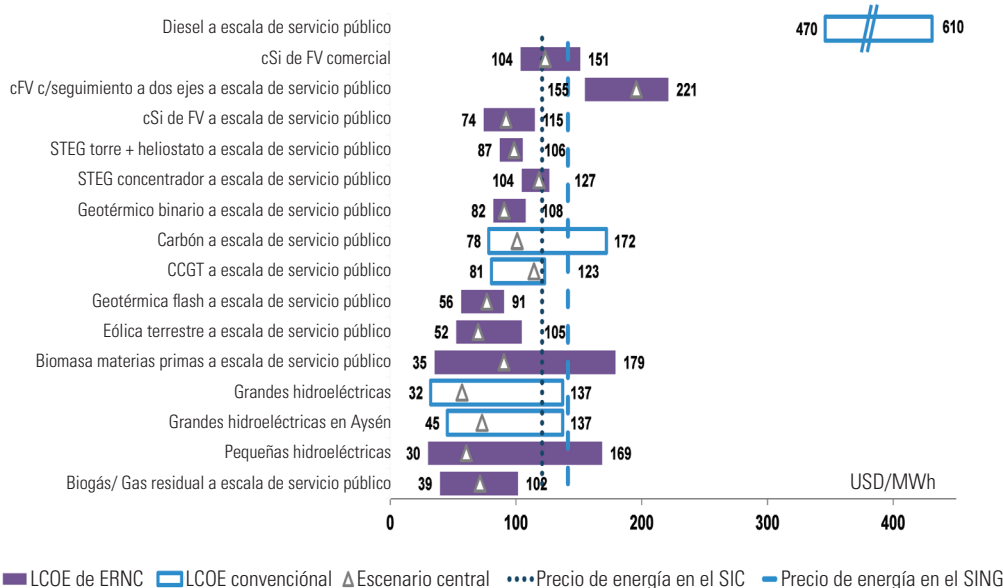
Nota: "Grandes hidroeléctricas" excluye proyectos en Aysén; "Pequeñas hidroeléctricas" son plantas que producen menos de 20MW. Todos los precios se expresan en dólares, al año 2010.

\*Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile

*Se prevé que, para 2020, las fuentes de energía ubicadas a la izquierda de las líneas de precios de energía competirán en el mercado mayorista. Estas incluyen la mayoría de las tecnologías solares, así como biomasa, biogás, geotérmica, eólica y pequeñas hidroeléctricas.*

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía

**Figura 1.3: COSTO NIVELADO DE ENERGÍA EN CHILE, 2030**



Para 2030, la mayoría de las ERNCs elegidas será más económica que las tecnologías térmicas o estará a su altura.

Los precios cotizados de la energía se basan en las predicciones del PRIEN\* para un escenario dinámico, en el período de 2008 a 2030.

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

\*Programa de Estudios e Investigaciones en Energía del Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile

*Se prevé que, para 2030, las fuentes de energía ubicadas a la izquierda de las líneas de precios de energía competirán en el mercado mayorista. Estas incluyen la mayoría de las tecnologías solares, así como biomasa, biogás, geotérmica, eólica y pequeñas hidroeléctricas.*

Fuente: Bloomberg New Energy Finance, Valgesta Energía



## La Minería y la Energía Solar: Una Perfecta Combinación

Según indican las investigaciones de BNEF, se espera que un proyecto fotovoltaico realizado en el desierto de Atacama produzca energía a un precio competitivo con el del carbón y el gas, al concluir la primera etapa, hacia fines de 2011. Se espera que la planta, desarrollada por la empresa española Solarpack, en sociedad conjunta con la empresa de cobre estatal de Chile, CODELCO, genere 2690 MWh por año y se financie sin subsidios ni beneficios impositivos específicos para el uso de energía solar. BNEF concluye que esto es posible ya que el norte de Chile cuenta con algunos de los mejores recursos solares del mundo. El uso de tecnología solar a escala en el sector minero podría reducir la demanda de generación térmica, los costos de energía y los impactos en el medio ambiente. En función de la investigación global de BNEF, un mayor uso de tecnología de generación de energía solar FV a gran escala acelera las reducciones de costo locales de la tecnología y BNEF espera que este patrón se repita en Chile.



y un clima de inversiones estable. Lamentablemente, la ley no logra el equilibrio adecuado, ya que no crea la demanda suficiente ni las condiciones para que numerosas empresas de ERNC entren al mercado.

En principio, la ley impulsa la demanda de ERNC al exigir que un creciente porcentaje de energía en Chile se genere a partir de tecnologías de ERNC (un 5 por ciento desde 2010 hasta 2014 y, luego, en incrementos anuales de 0,5 por ciento hasta llegar a 10 por ciento en 2024). Sin embargo, según un análisis encomendado por la Asociación Chilena de Energías Renovables A.G. (ACERA), la demanda real generada es más débil porque un porcentaje importante de la energía producida en Chile (aproximadamente un 60 por ciento en 2011, un 40 por ciento en 2015, y un 10 por ciento en 2020) se encuentra exento de los requisitos de la ley.<sup>2,3</sup> Este resultado desfavorable se debe al hecho de que las disposiciones “transitorias” de la ley excluyen por completo determinados contratos de energía a largo plazo y limitan el requisito de ERNC de otros a 5 por ciento. Es necesario un constante volumen de ingresos a largo plazo para atraer inversionistas a nuevos mercados, como el de la ERNC en Chile; por lo tanto, la exclusión de estos contratos implica que existen muchas menos oportunidades para los que ingresan al nuevo mercado proponiendo tecnologías de ERNC. Las empresas de energía principales de Chile son muy rentables en el actual mercado de altos precios energéticos y carecen de motivación o de incentivo para invertir en tecnologías de ERNC o para permitir una competencia significativa. Por estos motivos,

el mercado chileno, con todos sus magníficos recursos de ERNC y su nivel de sofisticación, está muy por debajo de su potencial.

### CHILE PUEDE CREAR LAS CONDICIONES PARA QUE SE UTILICE LA MAYOR CANTIDAD POSIBLE DE TECNOLOGÍAS DE ERNC ECONÓMICAMENTE COMPETITIVAS AL:

#### 1. Asegurar que 20 por ciento de toda la energía generada en 2020 sea a base de fuentes de ERNC

La más simple y principal reforma del mercado que destrabaría el potencial de producción de energía renovable no convencional en Chile sería modificar la Ley 20.257 para que exija que 20 por ciento de *toda la energía generada para la venta por contrato* se obtenga a partir de ERNC para 2020, tal como sugirió el Presidente Piñera en 2010. De aprobarse y entrar en vigencia esta reforma, incluso las sanciones por incumplimiento, Chile podría explotar más intensamente la energía renovable no convencional que ya se ofrece a costos competitivos y agilizar la viabilidad económica de aquellas fuentes que, en el futuro, competirán en el mercado.

## 2. Impulsar el poder adquisitivo de la ERNC en la industria chilena

Chile debería trabajar con empresas de ERNC, empresas mineras, grandes clientes comerciales o industriales, ambientalistas y otros grupos de ciudadanos para transformar el mercado de “clientes libres” en uno que fomente o exija la compra directa de mayores cantidades de ERNC. Una posibilidad sería crear un mercado en el que se comercialice energía limpia, y que un regulador la certifique. Esto permitiría a las empresas exportadoras certificar, para los mercados de exportación, que su producto se fabricó con una determinada cantidad de energía limpia o con emisiones reducidas de carbono. Otra estrategia más eficaz, que estimularía rápidamente la competencia y bajaría los precios, sería exigir que las empresas mineras y los grandes usuarios comerciales o industriales compren un determinado porcentaje de energía renovable cada año o en relación con cualquier aumento en el consumo de energía a causa de operaciones nuevas o mejoradas.

Teniendo en cuenta los recursos renovables de alta calidad de Chile, la caída de los precios de tecnología de ERNC y el aumento de los precios de combustible fósil, importantes fuentes de generación de ERNC ya son competitivas en Chile. Todas las tecnologías de ERNC estudiadas se volverán cada vez más competitivas durante las próximas décadas. Para captar todo el potencial a fin de mejorar el rendimiento y de reducir los costos, se deben implementar políticas que amplíen el sector y que incluyan la alimentación de los mercados de ERNC y el aumento de oportunidades para los generadores de ERNC. De esta manera, Chile puede garantizar los beneficios de una mayor seguridad e independencia energética, así como una menor degradación ambiental a partir de la integración, a gran escala, de tecnologías de ERNC en la cartera de generación energética de Chile.

## ACERCA DE LOS AUTORES

El **Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC)** es una organización no gubernamental sin fines de lucro, con sede en Nueva York y oficinas en Washington D. C., Chicago, San Francisco, Los Ángeles, Montana y Beijing. El NRDC cuenta con más de 350 abogados, científicos, especialistas en políticas y expertos en finanzas sobre cuestiones relacionadas con la energía, y con el uso y la preservación de recursos naturales. El NRDC cuenta con una amplia experiencia en políticas y finanzas y, recientemente, desempeñó una función protagónica en el diseño y la defensa de una importante ley sobre el cambio climático en California. El NRDC es también uno de los principales autores de la recientemente propuesta ley solar de Nueva York, que en estos momentos se encuentra en la Legislatura de Nueva York. Si desea obtener más información, visite [www.nrdc.org](http://www.nrdc.org).

**Bloomberg New Energy Finance (BNEF)** es un proveedor líder de información y de análisis industrial para inversionistas, empresas y gobiernos de los sectores de energía limpia y de carbón. BNEF cuenta con una red global dedicada de 125 analistas, con base en 10 oficinas ubicadas en Europa, las Américas, Asia y África, que monitorean continuamente los cambios del mercado, el flujo de las negociaciones, y las actividades financieras, a fin de aumentar la transparencia en los mercados de energía limpia y de carbón.

**Valgesta Energía** es una consultora especializada en energía, con más de diez años de experiencia en el mercado chileno. Ha participado en más de 200 estudios y proyectos sobre energía para clientes nacionales e internacionales.

<sup>1</sup> Roberto Roman y Stephen Hall: “El futuro energético de Chile está en la eficiencia energética y las energías renovables”, 27 de abril de 2011, disponible en <http://www.futurorenovable.cl>.

<sup>2</sup> ACERA: “Rol de las ERNC a futuro en Chile: Análisis, perspectivas y propuestas”, septiembre de 2010; “Precios de alternativas energéticas”, 7 de abril de 2011, <http://www.acera.cl>.

<sup>3</sup> Estimaciones de Valgesta Energía.