



# OPCIONES ENERGÉTICAS PARA CHILE

EL ESCENARIO DE PRECIOS ACTUAL EN EL PAÍS ES LEVEMENTE MEJOR AL DE HACE DOS AÑOS. SIN EMBARGO, LA OBLIGACIÓN DE IMPLEMENTAR MÁS Y MEJORES PROYECTOS DE ENERGÍA SIGUE EN PIE. ADEMÁS DE LA HIDROELÉCTRICA, ¿CUÁLES SON ALGUNAS FUENTES VIABLES PARA GENERAR ENERGÍA? ANALIZAMOS CUATRO.

Por Jorge Velasco Cruz

**La crisis energética se mantiene en Chile**, con escasez hídrica y la insuficiente materialización de proyectos. Un estudio de expertos encargado por la Confederación de la Producción y del Comercio (CPC) a mediados de 2013, establecía que el suministro de energía para el sector industrial sólo estará seguro hasta el año 2016. Después de eso, el futuro energético es incierto y con costos marginales promedio que alcanzarían los US\$ 130 US\$/MWh (dólares por megawatt hora) en 2018, transformándose en el séptimo país más caro de la OECD en el costo de la energía.

La matriz energética de Chile se sigue basando en los conceptos de seguridad, economía y sustentabilidad. “Es importante diferenciar si lo que se produce es potencia real o sólo energía puntual, porque lo que se necesita es una capacidad instalada que permita producir energía en todos los instantes que se requieren”, señala Javier Hurtado, gerente de estudios de la CChC.

Los expertos en la materia, como María Isabel González, gerente general de Ener-

gética, empresa asesora en el rubro eléctrico, y el informe “El Costo Diferencial de las Alternativas de Generación en el SIC”, encargado por la Cámara Chilena de la Construcción a Alexander Galetovic y Cristián Hernández, coinciden en el potencial hidroeléctrico del país, en su bajo costo y que, en consecuencia, es la fuente energética más adecuada para las necesidades y pretensiones nacionales.

Sin embargo, ¿qué sucede con las otras fuentes? ¿Qué pasa con las energías renovables no convencionales (ERNC)?

## PREPARADOS PARA EL FUTURO

Actualmente, en Chile se generan algo más de 60.000 GWh (Gigawatts hora), pero la demanda debiera llegar a 80.000 GWh el año 2022 y alcanzar los 100.000 GWh en 2028. El consumo energético es de apenas 3,3 Mwh al año por habitante, un tercio del de un país desarrollado. Este gasto crece al ritmo del PIB, lo que significa que hay que aumentar unos 350 MW al año en fuentes de energía permanente y a un precio competitivo.

El sistema energético de Chile precisa de ciertas energías base (en el caso chileno, hidroeléctricas y termoeléctricas), que puedan ser complementadas por fuentes más discontinuas como la eólica y la solar: por mucho que haya ciertas potencias instaladas, no son capaces de producir durante las 24 horas. “Estas fuentes no evitan que se construyan centrales de generación continua. Pero hay que analizar cómo se involucran para ahorrar combustible en el momento en que están disponibles”, señala Javier Hurtado.

Sin embargo, también deben responder a precios competitivos. En el país, el sistema de tarificación es marginalista, lo que indica que la energía producida y distribuida a los clientes regulados (potencias conectadas menores a 2.000 kw, como establecimientos comerciales y residencias particulares), toma el costo del último kilowatt hora del mismo fuera de contrato. En consecuencia, si el último kw/hora se produce con hidroelectricidad, el costo marginal es cercano a cero. Pero si, por ejemplo, el último



Para proyectos a baja escala, el retorno de la inversión solar se recupera entre cinco y siete años. Proyecto de bombeo fotovoltaico en el centro norte del país.

kw/hora es despachado por una central a carbón, toda la energía que incluso se generó con agua toma el precio de este insumo. Y si ocurre algo similar con diésel, se llega al precio más caro.

Durante el último año, el precio del petróleo (que marca la mayor tarifa de la energía, en caso de precisarse el uso de diésel) ha aliviado un poco la situación: cuando estuvo a US\$ 140 aproximadamente, los costos marginales de producción de energía llegaron a US\$ 340 el megawatt hora y ahora podría llegar a US\$ 180 si el año es seco y hay poca energía hidroeléctrica.

La incursión de las ERNC (que actualmente -por ley- ocupan un 5% de la matriz), especialmente la solar, también ha entregado más alternativas atractivas para la generación. A ello ha colaborado la política gubernamental (ver entrevista al Ministro de Energía), que ha ayudado a mejorar los precios. En la última licitación realizada para las distribuidoras (Chilectra, Chilquinta, entre otras) del SIC para los clientes regulados, se cambió la concepción de las bases (pueden participar proyectos a cinco años plazo) y se establecieron bloques horarios, que permitió que las empresas de ERNC que no pueden entregar energía en todas las horas del día, puedan participar.

Se lograron precios promedios de US\$ 107 el megawatt hora, lo que frenó la escala al alza de las tarifas que se vislumbraba hasta los US\$ 130; las renovables, incluso, alcanzaron precios de hasta US\$ 94 el Mwh.

Esta licitación mostró, de alguna forma, que las ERNC pueden ser competitivas en ciertas condiciones favorables. En este contexto, ¿cuáles son las ventajas y desventajas de las principales fuentes alternativas a la energía hidroeléctrica, en un contexto de disminución estructural de las precipitaciones?

## ENERGÍA SOLAR

La energía solar no produce emisiones de CO<sub>2</sub>. “Dentro de la familia de las ERNC, es la más segura en términos de proyección o generación a la hora de evaluar un proyecto de este tipo”, señala Erick Cartes, ejecutivo de la empresa iEnergía Chile, dedicada a la implementación de soluciones hidráulicas basadas en energía solar.

María Isabel González detalla que hace cuatro años, el precio de instalación era de US\$ 5.000 por kilowatt; hoy el valor llega a US\$ 1.700. Y el retorno de inversión, comenta Erick Cartes en relación a los proyectos instalados por su empresa, puede lograrse a los seis años de instalación, con paneles que garanticen 80% de eficiencia. Sin em-

bargo, a nivel domiciliario, una familia debería realizar una inversión cercana a los US\$ 6.000 para abastecer cerca del 75% de su consumo eléctrico, con un retorno de 5 a 7 años.

Actualmente, la energía solar aporta algo más de un 2% de la matriz energética. Pero en el mediano plazo podría llegar a un 10%. Su uso puede extenderse a pequeña escala. Con energía solar se puede generar corriente en 220V o 380V. Por ello, es factible alimentar equipos o motores mono o trifásicos. Por lo tanto, comenta Erick Cartes, es una solución técnica y económicamente atractiva a nivel domiciliario, silvoagropecuario e industrial.

Según indica Matías Díaz, subdirector de la Escuela de Ingeniería de Duoc UC, mediciones en el norte grande indican que Chile es el país con mayores índices de radiación solar en el mundo. Estimaciones preliminares realizadas en la Universidad de Chile muestran que, con una planta solar de alta potencia con un área de 20 por 20 kilómetros de paneles fotovoltaicos instalados en el desierto de Atacama, se podría satisfacer la demanda de energía eléctrica de todo el país.

El problema de la energía solar es que es intermitente. “En palabras sencillas, tendremos energía solar mientras se cuente



Los costos de la energía solar han disminuido a la tercera parte en los últimos cuatro años.

con radiación. Una carga crítica, por ejemplo un hospital, no podría ser alimentada exclusivamente por paneles solares, pues es necesario asegurar el consumo en todo momento y bajo cualquier circunstancia. En este contexto, es que se requiere de otro medio de respaldo energético, como lo puede ser un sistema de baterías, un generador diésel u otro”, señala Matías Díaz.

En cuanto a guardar la energía, el uso de baterías todavía es caro. El bombeo de agua hacia la altura para generar energía hidroeléctrica, Javier Hurtado todavía lo encuentra materia de estudio como alternativa futura. “Son opciones complejas todavía, pero podrían ser interesantes”, apunta.

## BIOMASA

Se basa en recursos renovables, como son los desechos agrícolas y forestales. Principalmente, es generada por empresas forestales (Arauco, por ejemplo) que queman sus propios desechos u otras que compran desechos forestales. Con ello, se reduce la dependencia y los costos de abastecerse de combustibles más caros y que generan un impacto mayor en el medio ambiente.

Actualmente, según el informe mensual del Centro de Energías Renovables (CER), para el mes de diciembre de 2014 se tie-

ne que del 100% de la potencia instalada de ERNC, un 22% corresponde a biomasa. Esto lo constituyen 461 proyectos en plena operación; existen, además, 94 proyectos ya aprobados pero no construidos aun y 70 que se encuentran en la etapa de calificación. En el mes de noviembre de 2014, la inyección de energías provenientes de fuentes ERNC significó un 10% del total de la matriz energética nacional y el 2,96% fue de biomasa.

Según Rodrigo Muñoz, director de carreras técnicas de electricidad de Duoc UC y experto en energía, la biomasa presenta varias ventajas. Tiene un factor de emisión de CO<sub>2</sub> igual a cero. Además, genera energía en forma continua mientras se tenga combustible. Por lo tanto, su factor de planta es muy alto. A su vez, la combustión de la biomasa no produce sulfuros, por lo que el riesgo de que se generen lluvias ácidas o se provoque algún daño a la capa de ozono es nulo. Los residuos generados pueden ser utilizados como abono.

Su limitante radica en que los desechos forestales, a excepción de aquellos que pertenecen a las propias empresas, están muy dispersos. Eso encarece los costos de traslado al lugar de generación. Para los compradores de desechos, hay incertidumbre en

“DENTRO DE la familia de las ERNC, la solar es la más segura en términos de proyección o generación a la hora de evaluar un proyecto de este tipo”, señala Erick Cartes, ejecutivo de la empresa iEnergía Chile.

La biomasa se centra en el uso de desechos agrícolas y forestales.



La energía nuclear todavía no es una opción atractiva en Chile, pero debe estudiarse para implementarla en 30 o 40 años más.



## LA BIOMASA TIENE UN FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 igual a cero. Además, genera energía en forma continua mientras se tenga combustible. Por lo tanto, su factor de planta es muy alto.

que sus abastecedores de combustible no cumplan con sus obligaciones.

Asimismo, señala Rodrigo Muñoz, el poder calorífico de la biomasa es mucho menor en comparación con los combustibles fósiles y la implementación de cultivos utilizados en la producción de biomasa compite directamente con los utilizados para la producción de alimentos.

Y también están los costos. “Tienden a ser bastante altos, comparados con otras fuentes de energía convencionales, y se debe principalmente a su baja capacidad calórica, por lo que se necesitan grandes cantidades para lograr un rendimiento similar al de otros combustibles. Esto acarrea la necesidad de espacios amplios para el almacenamiento, gastos en transporte desde diversos lugares (en el caso de que no corresponda a desechos del mismo pro-

ceso), y además, los valores propios de la operación de una planta”, señala el experto de Duoc UC.

### TERMOELÉCTRICA

Se refiere a generación con carbón, gas (GLP) y diésel. Entre ellas, el gas natural permite utilizarse en centrales de ciclo combinado. Gracias a ello, tienen un 55 % de rendimiento, el cual baja a 40 % en el carbón. Los precios con carbón pueden rondar los US\$ 100 por Mwh; son los más bajos después de la energía hidroeléctrica.

La “Norma de Emisión para Centrales Termoeléctricas”, de 2013, exige estándares europeos para las centrales termoeléctricas. Pide precipitadores electrostáticos para mitigar las emisiones de Material Particulado (MP), desulfurizador húmedo para bajar la emisión de Dióxido de Azufre

(SO<sub>2</sub>), y desnitrificador para los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>).

Entre sus ventajas, generan una mayor potencia y se pueden poner rápidamente en servicio. Le otorgan estabilidad al sistema eléctrico, debido a que poseen mayor inercia que los medios de generación ERNC.

Sus desventajas tienen que ver con las emisiones de CO<sub>2</sub>, que pueden modificar los microclimas cercanos y dañar, como consecuencia, la flora y la fauna. A su vez, señala Rodrigo Muñoz, de Duoc UC, “es un hecho que los combustibles fósiles son finitos y, por lo tanto, su precio irá en incremento al avanzar los años, lo que a su vez encarece estos medios de generación”.

### ENERGÍA NUCLEAR

Al no quemar combustibles fósiles, no producen CO<sub>2</sub>. Además, y a diferencia de

**EN LA ÚLTIMA** licitación realizada para las distribuidoras del SIC, se establecieron bloques horarios que permitieron que las empresas de ERNC que no pueden entregar energía en todas las horas del día, puedan participar en forma competitiva.

las ERNC, producen energía en forma ininterrumpida. Según Matías Díaz, las centrales nucleares son ampliamente utilizadas, por ejemplo, en la Unión Europea, donde generan aproximadamente un tercio de la energía eléctrica consumida en la región.

Javier Hurtado señala que todavía es una opción cara dentro de las térmicas en Chile. En nuestro país, dice el economista, podrían ser competitivas sobre instalaciones de más de 2.000 megawatts. “En el tiempo vamos a tener que llegar a usarlas. Cuando tengamos todos los recursos hidroeléctricos posibles y haya una gran cantidad de termoeléctricas instaladas, será el momento. Ahora hay que buscar aprendizajes, porque se requieren muchos estudios para que de acá a 30 o 40 años tengamos centrales nucleares”, comenta.

Entre sus desventajas, figura el hecho de que generan desechos de las reacciones químicas necesarias para la producción de elec-

tricidad, los cuales son altamente nocivos. “En temas de seguridad, la manipulación, transporte y almacenaje de elementos radioactivos aumenta las posibilidades de que ocurra un accidente con consecuencias graves para las personas y el medio ambiente. Además, si se consideran las condiciones sísmicas de Chile, el riesgo de un accidente radioactivo se incrementa”, comenta Matías Díaz, de Duoc UC.

“Nos hemos dejado llevar por lo que pasó en Japón y se dejó de avanzar en este tema. Pero si uno analiza bien el caso de Fukushima, lo que le hizo un daño a las centrales nucleares fue el tsunami. Tapó la central de respaldo que tenía, que es para energizar los conductos de refrigeración y aireación de la central nuclear”, dice María Isabel González. Dado este contexto, agrega que “acá en Chile hay lugares con suficiente altura que están a más de 20 metros del mar, pero al lado suyo. El tema es poner las centrales en el lugar adecuado. Pienso que hay que analizar el tema”.

Aportamos de manera significativa a la nueva **norma acústica**, seguimos **entregando soluciones** al sistema constructivo.

**REPAC EN POLVO**  
Estuco acrílico

**ELASTOCRYL**  
Revestimiento elástico-flexible  
sobre estructuras livianas

**REPAC EN PASTA**  
Estuco acrílico



Ensayo realizado en laboratorio acústico:

**idiem**

Más de 30 años de experiencia investigando y desarrollando soluciones definitivas y garantizadas para el sistema constructivo.

- Pinturas Impermeabilizantes certificación IDIC.
- Revestimientos Acrílicos elásticos-flexibles con adherencia sobre toda base constructiva, aportando a la conductividad térmica y acústica.
- Pinturas Acrílicas interior y exterior.

- ASESORÍA
- CAPACITACIÓN
- SUPERVISIÓN

Cerro San Cristóbal 9640 Quilicura Fono 22747 1911 - 22738 5958 / Fax 22747 1861  
Representante III y IV Región: Los Albañiles 1545, Barrio Industrial Coquimbo  
92387443.

Conozca más de nosotros  
[www.reimpas.cl](http://www.reimpas.cl)