

Aprovechar la energía hidráulica de los canales de riego y cursos de agua naturales para producir electricidad a través de pequeñas centrales de paso, es una interesante alternativa para diversificar la matriz energética del país.

En especial, si consideramos que el sector “minihidro” tiene un gran potencial de desarrollo en Chile, generando energía de forma limpia y a precios competitivos. Si bien este mercado actualmente está experimentando un importante crecimiento, aún tiene varios desafíos por superar.

## GENERACIÓN ELÉCTRICA

# MINI CENTRALES de pasada

**D**IVERSIFICAR LA MATRIZ ENERGÉTICA es una necesidad para nuestro país, que cobra mayor importancia si consideramos que se estima que en los próximos 20 años la demanda eléctrica de Chile se triplicará. Esto implica que la demanda máxima en el Sistema Interconectado Central (SIC) pasará de 7.500 megawatts (MW) a cerca de 22.000 MW, según indica un estudio realizado el año 2008 por la Universidad de Chile, a petición de la Comisión Nacional de Energía, denominado “Modelo de Proyección de Demanda Energética de Largo Plazo”.

Estas proyecciones obligan a pensar en alternativas de generación de energía que ayuden a satisfacer la creciente demanda de electricidad, preferentemente de forma limpia y sin aumentar significativamente los costos. Es aquí cuando las pequeñas centrales hidroeléctricas se presentan como una atractiva alternativa para aprovechar la energía presente en los cauces de los canales de riego y en cursos naturales de agua. Una oportunidad para las mini centrales de pasada.

CATALINA CARO C.  
Periodista SustentaBIT



## USO DEL AGUA

Las pequeñas centrales transforman la energía hidráulica en eléctrica, a través de una turbina movida por el agua, la que transmite esa energía a un generador. Para ello, es necesario que los cursos de agua utilizados tengan un cierto nivel de caudal y caída, este último factor da velocidad al flujo de agua y puede ser natural o creado artificialmente a través de obras civiles.

En nuestro país se denomina como pequeñas centrales hidroeléctricas a aquellas que tienen un potencial de generación máxima inferior a 20 MW, límite fijado por la ley N° 20.257, de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). En otros países el parámetro máximo para calificar como minihidro por lo general ha sido fijado entre 5 y 20 MW.

La mayor parte de las pequeñas centrales hidroeléctricas son de pasada, es decir que “en su recorrido por los canales de riego las aguas son turbinadas, para finalmente terminar siendo empleadas en riego en los distintos predios, sin causar ningún perjuicio a los regantes”, indica Pedro Matthei, presidente de la Asociación de Pequeñas y Medianas Centrales Hidroeléctricas A.G. (Apemec). Agrega que, “en el caso de las centrales ubicadas en cauces naturales, generalmente se necesita desviar parte del caudal para que sea turbinado y luego devuelto al río”, modalidad que tendría un impacto ambiental acotado y mitigable. Finalmente, también están las pequeñas hidroeléctricas ubicadas a “pie de embalse”. En este caso, se ubican en embalses destinados a acumular agua para riego, la que es turbinada en el momento de su liberación hacia los canales aprovechando la caída.

La mayor parte de las mini centrales hidroeléctricas se ubican en canales de riego, para ello es necesario mejorar su infraestructura, como las bocatomas.



## IMPACTO AMBIENTAL

La principal ventaja que tiene este tipo de generación eléctrica en menor escala es que entrega energía limpia. Es decir, esta generación no produce CO<sub>2</sub> como ocurre con las centrales termoeléctricas que operan en base a carbón, gas o petróleo, contribuyendo así a la diversificación de la matriz energética a través de ERNC.

La generación de energía limpia, además, abre la posibilidad de que estos proyectos puedan vender sus bonos de carbono (ver recuadro), neutralizando la huella de otras actividades contaminantes. La producción de energía a través de varias centrales también da mayor seguridad al suministro, pues la generación estaría distribuida en cientos de proyectos y no concentrada en unos pocos. Así, disminuye la posibilidad de un colapso general del sistema de transmisión.

Además, su impacto ambiental es reducido, debido a que no se regulan los caudales pasantes, como sí ocurre en las grandes centrales, lo que afecta la ecología de los ríos. Tampoco requiere de embalses que produzcan inundación.

En cuanto a los impactos sociales, según Nelson Pereira, secretario ejecutivo de la Comisión Nacional de Riego, “las centrales en canales de riego ayudan a que los agricultores obtengan un ingreso extra, que es de mucha utilidad para cubrir los costos que implica la operación y mantención de los canales”. La instalación de estas centrales generalmente requiere “el perfeccionamiento de los derechos de agua de los regantes, los que deben estar expresados en litros por segundo. Si bien esto genera desconfianza en los agricultores, acostumbrados a repartirse el agua en porcentajes o alícuotas, esta claridad va en su directo beneficio”, agrega Pereira.

Respecto de los impactos económicos, las pequeñas centrales tienen la capacidad de ofrecer energía con costos competitivos. “En las centrales termoeléctricas se habla de un costo aproximado de 80 dólares por MWh generado, mientras que el sector minihidro puede producir energía con un costo que bordea los US\$ 60 el MWh, valor que permitiría rentabilizar la inversión”, asegura Matthei. Sin embargo, más allá de los precios, la ley de ERNC establece que los grandes generadores (con capacidad superior a los 200 MW) deberán incluir en su oferta un mínimo de 5% de energía renovable

no convencional. Esta exigencia irá subiendo gradualmente hasta alcanzar el 10% el año 2024, lo que podría aumentarse a un 20% al año 2020 de aprobarse en el parlamento un proyecto que fija metas más altas a esta ley (en página 20 un artículo sobre el proyecto 20/20 de ERNC).

Otra de las ventajas económicas del sector minihidro es que incentiva la entrada de nuevos actores al mercado, generando una diversificación de los inversionistas. Asimismo, el requerimiento de obras civiles, en la construcción de nuevas bocatomas, aducciones, salas de máquinas, instalación de turbinas, generadores, y líneas de transmisión, entre otras faenas, produce inversiones “en torno a los 2,5 millones de dólares por MW de capacidad instalada, por lo que en una pequeña central de 2 MW se invertirían US\$ 5 millones, de los cuales aproximadamente US\$ 2 millones serían destinados sólo a obras civiles”, indica Matthei.

## ESCENARIO ACTUAL

Durante el año 2007 la Comisión Nacional de Energía (hoy Ministerio de Energía), y la Comisión Nacional de Riego, del Ministerio de Agricultura, abordaron conjuntamente la tarea de identificar oportunidades de desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego. Para ello realizaron un catastro preliminar entre las regiones de Atacama y la Araucanía, en donde se identificaron 290 oportunidades de centrales con un potencial de más de 860 MW.

Actualmente están desarrollando un proyecto de “Evaluación técnica preliminar de mini centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego”. Este proyecto, en su primera fase, cuen-

## BONOS DE CARBONO

Para facilitar la venta de los bonos de carbono a las pequeñas centrales hidroeléctricas, Apemec está desarrollando el primer Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) programático de Chile, exclusivo para el sector minihidro. Con esto, cada central va a poder vender sus bonos de carbono en forma directa a través del MDL, sin necesidad de incurrir en el costo de transacción (equivalente a US\$ 150 mil en todo el proceso), ni tener que realizar gestiones que demoran cerca de un año, y que exigen ofrecer montos mínimos de bonos a la venta, lo que impediría la comercialización de éstos en forma individual por parte de las pequeñas centrales. Esta venta de bonos generará un ingreso extra a las mini hidroeléctricas.

ta con un financiamiento de \$227 millones, aportado en partes iguales por la Unión Europea (UE) y el Gobierno de Chile, en el marco del programa de Innovación y Competitividad de la UE, bajo la coordinación de la Agencia de Cooperación Internacional de Chile (AGCI). Para ello se seleccionaron 15 potenciales proyectos, ubicados en las regiones del Maule y Bío Bío, cuyo potencial sumado alcanzaría los 41 MW, con la finalidad de actualizar y mejorar el diagnóstico de las oportunidades de estas centrales, mediante una mejor evaluación de su potencial y caracterización de las mismas. Con dicho fin, expertos franceses con vasta experiencia llegaron a Chile para estudiar las potencialidades de los proyectos escogidos y asesorar a las organizaciones de regantes vinculadas a estos proyectos.

Una vez finalizado el estudio, este año comenzará una nueva evaluación en las regiones de Valparaíso y O'Higgins, priorizando aquellos proyectos que presenten mejores cualidades y cuya organización de regantes demuestre un real interés en desarrollarlo.

Según datos de la Apemec, actualmente en Chile hay sobre 15 pequeñas centrales hidroeléctricas en construcción o que entraron re-

cientemente en operación comercial. Además, hay 40 adicionales que están en etapa de evaluación ambiental, y se espera que cientos de proyectos entren a etapa de evaluación en el mediano plazo (ver recuadro en página 15).

Un catastro preliminar de la asociación indica que en nuestro país hay sobre 3 mil MW en potenciales proyectos ya identificados, y estiman que a nivel país existe un potencial superior a los 10 mil MW para ser explotados a través de pequeñas centrales, convirtiendo al sector en una importante alternativa de ERNC.



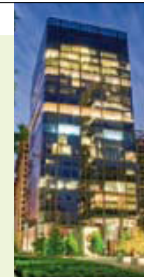
GENTILEZA APMEC

### CASO CONCRETO

Según Matthei, “las nuevas tecnologías permiten turbinar caudales muy bajos, desde 1 m<sup>3</sup>/seg, y con escasa caída, que puede ir desde los dos metros, facilitando centrales menores que puedan abastecer pequeñas comunidades aisladas o empresas”.

Una prueba de que las pequeñas centrales pueden desarrollarse en cualquier parte del

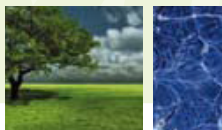
- Modelamiento energético
- Eficiencia energética
- Control de iluminación
- Control centralizado
- Sistemas de medida
- Diseño de instalaciones de electricidad y climatización
- Asesorías



# FLEISCHMANN

Fleischmann... miembro del Green Building Council Chile

## SOLUCIONES PARA PROYECTOS SUSTENTABLES



Av. Fresia 1921,  
Renca, Santiago  
Teléfono: 56 2 3934000

[www.fleischmann.cl](http://www.fleischmann.cl)

INGENIERÍA + MONTAJE + MANTENCIÓN



**La empresa EnerNuevas opera dos centrales minihidro en Iquique y anunció la construcción de dos más. Abajo: El alto costo de las líneas de transmisión es la mayor dificultad del sector.**



país, incluso en la zona norte, lo representan las centrales que EnerNuevas tiene en la región de Tarapacá. Se trata de dos centrales inauguradas a fines del año pasado, que fueron bautizadas como El Toro 2 y Alto Hospicio, cada una de las cuales aporta 1,1 MW al Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), y en las que la compañía invirtió US\$ 5 millones.

La empresa EnerNuevas es la filial energética del Grupo de Empresas Aguas Nuevas, matriz de la sanitaria de Tarapacá Aguas del Altiplano, entre otras, por lo que para producir la energía utilizan “la misma agua que captamos desde la aducción El Carmelo para abastecer a la ciudad de Iquique. Aprovechamos el recorrido que sigue el agua desde su origen, en la Pampa del Tamarugal, hasta su llegada a Iquique en la costa. En síntesis, el recurso pasa por una significativa diferencia de altura, lo que nos permite aprovechar ese potencial hidráulico y generar energía eléctrica”, señalan en EnerNuevas.

En el mes de enero, la empresa anunció que este año iniciará la construcción de dos nuevas centrales minihidro, proyecto que permitirá seguir aprovechando el potencial energético de Iquique. Estas nuevas centrales, que serán llamadas Santa Rosa y Chipana, aportarán 0,7 MW al SING cada una, y contemplan una inversión de US\$ 4,5 millones. Estas nuevas centrales utilizarán el mismo curso de agua que sus dos antecesoras para operar.

“Además, nuestras centrales no tiene un impacto negativo en la zona, al contrario, las cuatro unidades contempladas permitirán limitar la generación de 17.000 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales, al desplazar fuentes de generación convencional como carbón o petróleo. Con esta última incorporación, EnerNuevas estará cubriendo el 43% de los requerimientos energéticos de Alto Hospicio, con lo que se convertirá en la comuna con mayor uso de energías renovables del país”, indican en EnerNuevas.

**Para sus dos centrales EnerNuevas invirtió US\$ 5 millones. En estas centrales las turbinas (foto) generan 1,1 MW.**



### LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

Sin embargo, el sector minihidro aún tiene varios desafíos por superar. El principal guarda relación con los altos costos de las líneas de transmisión, necesarias para llevar la energía desde su lugar de generación hacia subestaciones de entrega o centros de consumo. “Estos costos pueden hacer fracasar algunos proyectos”, asegura Nelson Pereira.

“Generalmente las centrales están a 40 u 80 km de las subestaciones de transmisión, por lo que un proyecto pequeño difícilmente será capaz de cubrir el costo de generar kilómetros de líneas de transmisión eléctrica, por ende, los únicos proyectos que hoy en día están operando son los que tienen la suerte de estar cerca de una subestación o línea de subtransmisión”, indica el presidente de Apemec. Agrega que “aún cuando todos estos proyectos pudieran costear y construir sus propias líneas de transmisión, sería un despropósito que cada una lo hiciera de forma individual, pues lo lógico sería tener una única línea por cuenca que permita evacuar todas las ERNC generadas en el sector, produciendo un mínimo impacto ambiental y visual”.

Para ello, Apemec solicita ayuda al Gobierno con el fin de que actúe como coordinador y financista de la etapa de diseño de un proyecto piloto de transmisión en una cuenca, lo que tendría un costo aproximado de 600 mil dólares y permitiría evacuar la energía de manera inclusiva y ambientalmente responsable. Aseguran que del resto se encargaría el mercado, ya que sólo con esta ayuda se podría corregir la falla de mercado que los afecta y hacer al sector ERNC más competitivo, agilizando y sacando adelante proyectos. Estiman que en un plazo de cinco años las pequeñas centrales podrían aportar 2 mil MW de energía al sistema, lo que aumentaría a 5 mil MW en los próximos 10 años.

Otra de las dificultades que enfrenta el sector tiene relación con la desconfianza de las asociaciones de regantes hacia los inversionistas para permitir el uso del agua para la generación eléctrica, por ello, la Comisión Nacional de Riego está entregando información a los regantes y acercando a las partes para que los negocios se produzcan. “Los agricultores desconfían porque creen que les van a robar el agua o que se les pagará poco mientras que el inversionista ganará mucho”, indica Pereira, quien agrega que también ocurre el caso contrario, en que “los agricultores tienen expectativas desmedidas de las ganancias que obtendrán, las que probablemente alcancen para mantener los canales de riego en buen estado y quizás obtener algo de ganancias, que probablemente no serán muy significativas ya que la repartición deberá ser entre un gran número de asociados”.

En tanto, la sequía también puede ser un potencial riesgo para la generación a través de pequeñas hidroeléctricas, tal como ocurre en la actualidad con las grandes centrales, lo que ha obligado al Gobierno a tomar medidas como el racionamiento eléctrico preventivo. Sin embargo, los expertos aseguran que este factor no afectaría mayormente a las minihidro pues: 1)

Éstas requieren un menor caudal; 2) Los ríos y canales tienen distintos regímenes hídricos a lo largo de Chile, no dependiendo necesariamente de las lluvias; 3) La sequía suele concentrarse en algunas regiones del país y; 4) Las sequías se producen principalmente en verano, mientras que el mayor consumo de electricidad se centra en los meses de invierno, cuando las mini centrales operan a capacidad.

Finalmente, otro de los desafíos del sector minihidro es aumentar al doble (40 MW) el límite de potencia que se les impuso, con el fin de evitar que proyectos con capacidad de generación un poco mayor al límite se achiquen artificialmente para poder aprovechar los beneficios de la ley de ERNC, pues de esa forma se estaría produciendo una ineficiencia en el aprovechamiento del agua.

Es de esperar que, tal como ocurre actualmente en diversos países de Europa (donde existen sobre 14.000 micro y mini centrales hidroeléctricas), en el futuro Chile dé utilidad al gran potencial energético existente en los canales de riego y cursos de agua naturales, generando electricidad limpia a través de un sin número de mini centrales de pasada. ↻

[www.apemec.cl](http://www.apemec.cl); [www.cnr.cl](http://www.cnr.cl)

## EVALUACIÓN AMBIENTAL

Con el fin de agilizar la evaluación ambiental de los proyectos minihidro, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) está trabajando en la creación de guías metodológicas, tanto para los evaluadores como para los titulares de proyectos, con el objetivo de transparentar la información y dejar en claro los criterios de evaluación, reduciendo así las disparidades que se producían entre las diversas regiones.

The advertisement features a grid of eight icons representing key attributes: Cobertura Nacional (National Coverage), Respaldo (Support), Flexibilidad (Flexibility), Experiencia (Experience), Metodología (Methodology), and Confianza (Confidence). Each icon is accompanied by a small photograph of a worker or professional. The central text reads 'CONTRIBUYENDO A LA PRODUCTIVIDAD LABORAL' (Contributing to Labor Productivity). Logos for CAPACITA (Red Social CCHC) and the Cámara Chilena de la Construcción (Chilean Chamber of Construction) are displayed. The website [www.capacita.cl](http://www.capacita.cl) is prominently featured in a yellow button. At the bottom, the full name 'CENTRO DE ENTRENAMIENTO Y CAPACITACIÓN LABORAL' is written in white on a blue background.