

TECNOLOGÍA ALEMANA PARA EL USO DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA

Werner BuBssmann

Asociación Geotérmica

Alemania

A través del presente texto intentaré referirme al uso de la geotermia en Alemania, las posibilidades que existen en este campo y las tecnologías que hemos desarrollado. Existen posibilidades de adaptar algunos elementos o de perfeccionarlos para ser aplicados en Chile, si bien tengo conocimiento de que las condiciones geológicas en ambos países son profundamente distintas y que, para aplicar la geotermia en Chile, podría ser inadecuado hacer las cosas como se hacen en Alemania.

En la Alemania de los años 80, se reconocía la existencia de grandes cantidades de aguas termales -en la zona de Munich- que en algunos casos podían ser aprovechadas para generar calefacción a distancia. Este es el punto de partida para trabajar el tema de la geotermia en dicho país. Cuando la discusión política sobre energía se abocó cada vez más al uso de las fuentes renovables, surgió la pregunta: ¿Cómo podríamos transformar la geotermia en un producto masivo, que no se limitara a unas pocas regiones geológicas? O dicho de otra forma, ¿cómo podríamos desarrollar tecnologías que se ajustaran a cualquier condición geológica existente en Alemania, a fin de poder utilizar la geotermia en todo el territorio? El dilema constituía todo un desafío si se considera que la geotermia es una energía renovable, independiente de las condiciones climáticas; existe de día y noche y es capaz de generar energía en forma continua.

Bajo esta premisa, estudiamos los potenciales térmicos en el subsuelo y analizamos cuáles de estos potenciales se podrían aprovechar. Los resultados fueron sorprendentes, incluso para nosotros. Los expertos nos dijeron que el 50% de la demanda térmica en Alemania se podría cubrir con los recursos geotérmicos.

Los primeros sistemas construidos aprovechaban las aguas termales existentes en las regiones. El sistema se compone de una perforación y una sonda de extracción, que transporta el agua caliente hacia la superficie, la pasa por un termocambiador y la reinyecta al subsuelo. Esto se llama un doblete geotérmico. Se realizan dos perforaciones, porque a menudo, el agua extraída del subsuelo tiene un alto porcentaje de minerales -sales u otras sustancias- y no se puede evacuar sin precauciones. Además, hay que asegurar que el depósito en el subsuelo no se vacíe y que mantenga su equilibrio, pues se trata de aprovechar el recurso a largo plazo y en forma sustentable. Si las aguas termales no tienen una temperatura suficiente, se trabaja con una bomba de calor. Si se dispone de suficiente agua, existe la posibilidad de aprovecharla como tal.

En algunos lugares se usa como agua potable, en otros con fines medicinales o de recreación, en baños termales, y también como calor de proceso en plantas industriales. En el rubro jardinería, también es posible aprovechar los recursos geotérmicos. A través de un gráfico donde se indiquen algunos consumidores potenciales, es posible observar cómo el calor se distribuye a través de redes de calefacción a distancia. La primera central de calefacción geotérmica que existía en Alemania, está ubicada en el norte del país, en Neustadt-Gleve.

La llegada del nuevo gobierno federal trajo un cambio en esta materia. Con fondos de la unión Europea se concretó una instalación en el sur de Alemania, en Straubing, donde se trabaja con un doblete que aprovecha aguas termales de 40° Celsius. Con ella se abastecen edificios públicos: municipio, museos, hogares de ancianos, colegios, jardines infantiles. Incluso una parte del agua se aprovecha en un parque acuático.

La tercera y más reciente instalación se ha financiado parcialmente con fondos europeos. Está ubicada en Erding y surgió a partir de una casualidad: antiguamente se realizaron perforaciones en búsqueda de petróleo, pero no se encontró petróleo sino aguas termales, las que ahora se aprovechan. Aquí se trabaja con una sola perforación, no hay doblete. Se extrae solamente la misma cantidad de agua que después retorna desde la superficie. Actualmente, abastece a 2.000 personas y un centro termal. La calidad del agua es tan buena, que con ella se alimenta la red pública de agua potable. Este proyecto es un gran éxito y cada vez más personas quieren ser integradas al él; sin embargo, para poder abastecer a una mayor cantidad de gente habría que realizar una segunda perforación, porque un mayor consumo significaría extraer más agua de la que vuelve al subsuelo.

Otro ejemplo destacable es el edificio de la Deutsche Flugsicherheit, ubicado cerca de Frankfurt. Este es un “Low Energy Office”: un edificio de oficinas construido de acuerdo al estándar de bajo consumo energético. Está lleno de computadores y tiene una alta demanda de aire acondicionado, pero este último y la calefacción provienen de fuentes geotérmicas. Aquí se aplica otro principio: se trabaja con sondas geotérmicas. Se trata de perforaciones -de unos 70 metros de profundidad- donde se introducen tubos plásticos. Por estos tubos circula agua mezclada con un poco de anticongelante. El líquido extrae el calor de la tierra y luego pasa por una bomba de calor; así se calefacciona el edificio. El segundo factor en juego del sistema es el frío. El subsuelo tiene una temperatura de aprox. 12° Celsius, que alcanza para climatizar el edificio. Las sondas instaladas en el subsuelo captan esta temperatura, la traspasan a paneles de climatización integrados al edificio y, de este modo, climatizan el edificio de forma inmediata y directa, sin que se requiera de agregados adicionales de climatización. Esta solución es altamente económica y competitiva frente a tecnologías tradicionales. Aquí no se recurrió a un financiamiento público, sino que el sistema se autofinancia. En total, hay 154 perforaciones de una profundidad de 70 metros cada una.

Existe también una construcción ubicada en un valle de los Alpes, en un terreno con poca resistencia de suelo, por lo que fue necesario agregar pivotes que la soportaran. En estos pivotes se introducen tubos plásticos, que extraen el calor o el frío del subsuelo y climatizan el edificio. Dado que estos pivotes de todas maneras eran necesarios, no hubo que efectuar perforaciones adicionales. Este principio ofrece posibilidades muy eficientes para aprovechar la energía del subsuelo. La iniciativa tampoco se cuenta con financiamiento estatal; incluso, cuando se inscribió la patente en Alemania no se encontró ninguna empresa o institución pública dispuesta a seguir desarrollando esta tecnología. Entonces, el dueño de la patente se la vendió a Austria. Una empresa austríaca, en conjunto con el Estado, otorgó los recursos necesarios para desarrollar el proyecto, hasta el momento en que fue posible ofrecerlo en el mercado. En la actualidad ese país está ganando mucho dinero con esta tecnología.

En la ciudad de Bregenz, Austria, cerca de la frontera con Alemania, existe un pabellón de exposiciones, construido por el famoso arquitecto suizo Zumthor. En la parte inferior se encuentran los pivotes, los pilares energéticos que climatizan el edificio. La construcción está diseñada de tal forma, que también la radiación térmica de las personas se incorpora a su concepto de climatización y abastecimiento. No sólo se aprovechan los pivotes, sino también las paredes laterales. Además, en este caso la

excavación de obra tuvo que ser reforzada con un panel de concreto, que cuenta con termocambiadores. De este modo, se puede aprovechar el panel para extraer el calor del subsuelo. Ha sido tal el éxito de este nuevo concepto que también en Alemania se están construyendo cada vez más edificios con estas características, prescindiendo por completo de las técnicas convencionales de climatización.

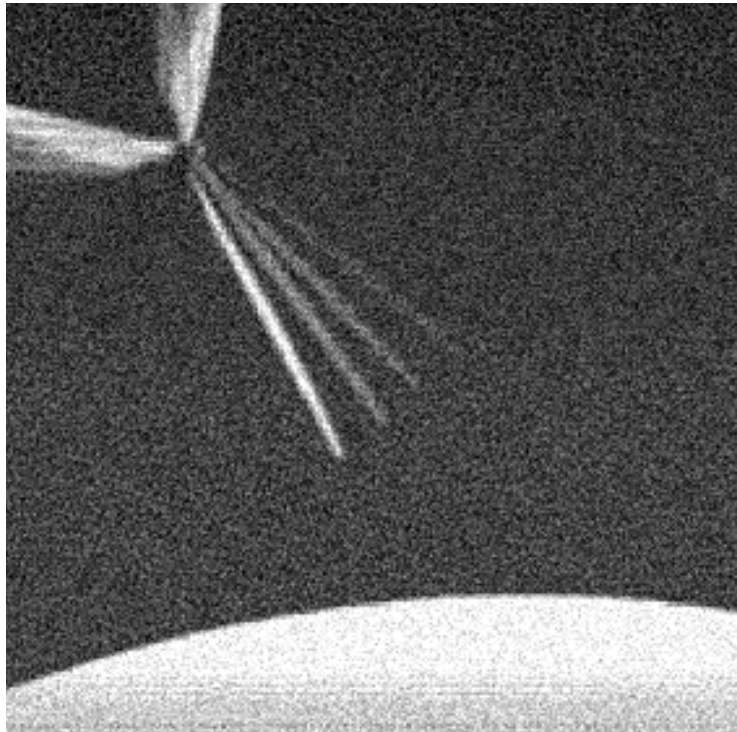
El edificio del Parlamento alemán (Bundestag), cuenta con dos componentes geotérmicos, un componente de climatización y un acumulador de frío. El calor excedente se traspasa al subsuelo y al mismo tiempo se extrae el frío. Abajo, en la perforación más profunda, se almacena el calor excedente proveniente de la planta de cogeneración que calefacciona el edificio. Por su parte, las plantas de cogeneración trabajan todo el año, produciendo, en verano, el calor que no se consume. Todo el calor excedente se almacena en el subsuelo y se extrae en invierno.

En Alemania no existen yacimientos de vapor o de agua caliente como aquí en América Latina, pero sí hay un principio para extraer la energía de las profundidades, que permita generar electricidad. Este es el sistema “*Hot-Dry-Rock*”, que con el apoyo de la Comunidad Europea, ya tiene la madurez técnica suficiente como para ser aplicado. Es un principio bastante sencillo. Se realizan perforaciones hasta una profundidad que provea el suficiente calor para poder generar electricidad. El subsuelo se prepara mediante un sistema hidráulico para que sea permeable al líquido y se le pueda inyectar agua, que, a través de una o dos perforaciones adicionales, retorna a la superficie. El agua está bajo presión, pasa por una turbina y genera electricidad. Se supone que el próximo año entrará en funcionamiento la primera central de este tipo en Alemania. Suiza también ha desarrollado un programa similar.

Otro de los proyectos desarrollados en Alemania y construido en Austria, se encuentra a unos 10 kilómetros de la frontera entre ambos países. Es una pequeña comuna que cuenta con una red de calefacción a distancia y una perforación de 2.600 mts. de profundidad. La calefacción a distancia es mucho más económica que el gas natural o el petróleo, y como los precios de la energía han subido, los habitantes aún no conectados a esta red exigieron su integración. La comuna se vio obligada a realizar una segunda perforación, porque de lo contrario el depósito en el subsuelo se habría vaciado. Esta nueva perforación se realizó al lado de la primera pero en forma oblicua, de modo que en la parte inferior existe una distancia de aprox. 3 km. entre ambas perforaciones. Esto es importante para que el agua fría que retorna desde la superficie no enfríe el agua caliente. La temperatura es tan alta, que el agua llega con 106°Celsius a la superficie. Se construyó la segunda turbina para generar electricidad con esta agua de 106°C, que a la vez permitiera financiar la segunda perforación.

Finalmente, cabe destacar la existencia de algunas turbinas que trabajan con un medio fluido que se evapora a sólo 30°C. El agua saliente de la turbina aún tiene una temperatura de 85°C, y puede ser inyectada a la red de calefacción a distancia. Esta red suministra calor a 4.500 habitantes. El sistema lo hemos perfeccionado en conjunto con nuestros colegas de Grecia; de hecho, en la isla Milos se está construyendo una planta de desalinización que trabaja precisamente según este principio. Existe una turbina que genera electricidad con el agua proveniente de las profundidades. Después de este proceso, la temperatura del agua aún mantiene un nivel suficientemente alto para ser aprovechada en el proceso de destilación (desalinización) del agua del mar. Considerando que todas las islas griegas carecen de agua potable, nosotros hemos intentado suplir la carencia a través de esta tecnología. □

ESCENARIO NACIONAL EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES



5

LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN CHILE: POTENCIAL Y REGISTRO DE LOS RECURSOS

Dr. Ing. Pedro Roth

Universidad Técnica Federico Santa María

Se afirma con frecuencia que Chile presenta excelentes condiciones para la utilización de energías renovables y que debería basar su suministro en ellas. Sin embargo, para apoyar o descartar esta aseveración, es necesario analizar: los recursos disponibles; la información sobre éstos; la confiabilidad de los antecedentes; y las aplicaciones en que se las espera utilizar. Al mismo tiempo, se deben establecer las diferencias según el tipo de energía y su uso.

Las energías renovables no convencionales, con potencial de desarrollo en el país, son las siguientes:

- Energía eólica
- Energía solar, tanto térmicas como fotovoltaicas
- Energía hídrica a nivel de pequeñas centrales
- Energía de biomasa, aunque también muchas de sus aplicaciones son consideradas convencionales
- Energía geotérmica

Encontramos también algunas energías que hasta el momento revisten un interés meramente académico:

- Energía de las olas
- Energía de las mareas
- Energía de las corrientes marinas
- Energía de Gradientes térmicas del océano (OTEC)

Siguiendo esta clasificación, a continuación se exponen las aplicaciones de energía renovable en Chile según sectores y tipos de energía. Se considerarán aquellas fuentes energéticas reconocidas por su potencial de desarrollo.

Sectores y Aplicaciones

En el presente análisis no se consideran las aplicaciones hidráulicas a gran escala, puesto que su nivel de impacto ambiental escapa a las características de los usos de energía renovable. Tampoco se incluyen los consumos de energía que resultan de las grandes aglomeraciones de personas o de empresas.

Restringiendo así el análisis, se pueden vislumbrar interesantes campos de aplicaciones en distintas áreas, a saber:

- Suministro energético básico en sectores aislados, especialmente para aquel 10 % de la población que aún no dispone de electricidad. Estadísticamente, el grado de electrificación nacional urbana es del 98 %; en zonas rurales es de 78 %; y el promedio general considerado para todo el territorio chileno es de 87 % (Programa PER de la Comisión Nacional de Energía).
- Suministro energético para industrias que deben trabajar en zonas sin contaminación, por lo que deben excluir o al menos restringir el uso de energías convencionales (como en la crianza de ostiones u otros moluscos).
- Suministro energético para zonas con sistema ecológico crítico, como Isla de Pascua o Juan Fernández.
- Suministro energético para zonas que por razones turísticas, zoológicas o botánicas deben mantener sin alteración el hábitat correspondiente (parques nacionales, zona altiplánica, reservas forestales, etc.).

- Casas o actividades de uso esporádico que no justifican suministros continuos, debido a lo restringido del consumo (casas de veraneo, refugios para esquiadores, entre otros).
- Pequeños consumidores de energía que no justifican líneas de suministro (teléfonos en carreteras, señales de tránsito).
- Lugares de difícil acceso (faros, balizas)

Por lo general, la densidad energética de las energías renovables es baja y en el esquema económico vigente deben competir con otras alternativas, con pocas esperanzas de recibir subsidios por su uso. En consecuencia, resulta fundamental disponer de información lo más confiable posible sobre el recurso, para lograr un óptimo diseño y evitar inversiones exageradas.

A continuación se expone la información disponible en Chile sobre la energía eólica, solar, hídrica (en pequeñas centrales), biomasa y geotérmica.

Energía Eólica

Los primeros datos fueron recopilados por las fuerzas armadas, a través de la Dirección Meteorológica de Chile, que anteriormente dependía de la Fuerza Aérea. Eran datos medidos en los aeropuertos, registrados tres o cuatro veces al día. No son muy representativos, ya que a menudo las alturas de medición no estaban normalizadas y eran tomados en lugares no muy favorables para instalaciones energéticas. Aunque en los últimos años la Dirección ha adquirido instrumentos que permiten un registro continuo de la información eólica, lógicamente siguen registrando los datos en los aeropuertos, ya que su principal finalidad de ellos suministrar datos para la aeronavegación.

Una primera compilación sobre energía eólica en el país aparece en el atlas eólico iberoamericano realizado por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Aunque se basó en la información existente en los diferentes países - la que a menudo no era muy confiable-, al menos ofrecía una primera información. Posteriormente, la Corporación de Fomento (CORFO) realizó un catastro que en parte mejoró las informaciones existentes, pero seguía siendo un mapa global, basado a menudo en simulaciones y sin mucha utilidad para instalaciones energéticas. Para todos los casos en que se instalaron o se pretendía instalar generadores eólicos, fue necesario realizar mediciones específicas en los lugares elegidos, para lograr información fidedigna (Islas de Chiloé, X Región, Isla de Pascua, Juan Fernández).

Aplicaciones posibles:

Electrificación y bombeo de agua. Algunos lugares interesantes para aprovechar esta energía son:

- toda la zona costera de Chile, especialmente de la X Región al sur;
- las islas de Chiloé, de Juan Fernández, San Félix y Pascua;
- los faros de la zona austral;
- el altiplano chileno;
- las zonas desérticas con sus vientos térmicos; y
- la zona precordillerana.

Acciones necesarias:

Sería una tarea útil e interesante recopilar toda la información dispersa y confeccionar un registro de antecedentes eólicos para aplicaciones energéticas.

Igualmente, convendría desarrollar y fabricar (eventualmente en «*joint venture*» con una empresa extranjera) un grupo de 2 o 3 máquinas eólicas de distintas potencias, de acuerdo a las necesidades que, según se vislumbra, podrían requerirse en el país.

Energía Solar

Es una de las fuentes energéticas convencionales más promisorias a largo plazo, especialmente en la zona norte de Chile. Ha sido utilizada desde el siglo antepasado, cuando Carlos Wilson construyó en Baquedano una planta para obtener agua potable de aguas salobres. Se le ha utilizado por mucho tiempo en la obtención del salitre, en el proceso de evaporación del agua y cristalización del nitrato.

Sobre esta fuente se tiene información bastante completa, ya que en 1965 fue creado el Archivo Nacional de Datos Solarimétricos, a iniciativa del profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, Don Julio Hirschmann R. Este pionero de las investigaciones en el campo de la energía solar había reconocido -muy acertadamente- lo esencial contar con datos lo más exactos posibles acerca de las aplicaciones de esta forma de energía, ya que debía competir económicamente con las fuentes convencionales. No sólo era importante que esta información fuese obtenida con instrumentos adecuadamente calibrados, sino que también la elaboración, el registro de valores máximos, la integración para obtener la energía diaria y la determinación de valores medios mensuales se hiciesen con un patrón común. Esto con el fin de establecer comparaciones entre las diferentes entidades y estaciones que registraban los datos.

Con estos argumentos, en 1965 Hirschmann convenció a la Dirección Meteorológica de Chile, al Ministerio de Obras Públicas y a la Empresa Nacional de Electricidad, de enviar los datos a la Universidad, donde eran evaluados por un equipo de personas especialmente entrenadas y con procedimientos de exhaustiva rigurosidad, según los criterios aceptados por la Oficina Meteorológica Mundial.

Los datos así procesados eran enviados de vuelta a los organismos de origen. Posteriormente, los avances computacionales permitieron registrar la información en Cintas Magnéticas Digitales y luego se configuró una base de datos e informaciones puntuales en disquetes. El Archivo Nacional de Datos Solarimétricos ha recogido informaciones puntuales desde el año 1920 y más completas desde la época de su creación.

En el año 1974 se adquirió un pirheliómetro de compensación Armstrong. Durante muchos años fue el instrumento patrón de mediciones solarimétricas de Chile, por ser la herramienta más exacta disponible en nuestro país y en Ibero América. Sólo recientemente fue reemplazado por un radiómetro de cavidad, adquirido por la Dirección Meteorológica de Chile.

Tras la creación de los Fondos de desarrollo científico y tecnológico (FONDECYT) en los años '80, se presentaron múltiples proyectos destinados a modernizar y mejorar los procedimientos de registro y presentación de datos solares y eólicos, adaptarlos a las nuevas posibilidades de registro y proponer a la comunidad nacional un procedimiento uniformado y compatible con lo que se efectuaba en Europa y Estados Unidos.

En la actualidad, el Archivo Nacional cuenta con unos 600 años-estación de datos de piranógrafo procesados y casi 900 años-estación de información heliográfica. Las estaciones cuya información se procesa van desde Arica hasta el Territorio Antártico, sumando casi 100 en total. Una selección representativa fue publicada en forma de libro, agregando informaciones de interés tanto meteorológico como para la ingeniería en su segunda edición, el año 1987.

Recientemente, se están coordinando en forma estrecha las actividades realizadas por institutos y universidades con la Dirección Meteorológica. Se introdujo un programa de mediciones de la componente UV y en breve tiempo se integrará un tracker para medir las componentes directas en Valparaíso.

En cuanto a los mecanismos de medición, los primeros instrumentos utilizados en la red eran actinógrafos a cuerda marca Fuess. Registraban los valores de radiación por el desvío que sufría un elemento bimetálico, lo que se registraba en un gráfico con capacidad para una semana. Estos gráficos eran evaluados manualmente, integrando la superficie a fin de obtener la energía diaria, el valor máximo y la cantidad de horas sol.

La evaluación era efectuada independientemente por dos operadores. Si existía mucha diferencia entre ellos, un tercero repetía el proceso, todo para cumplir con las exigencias de la Oficina Meteorológica Mundial. En los años '80, mediante una Ayuda de la Comisión Nacional de Energía, se procedió a calibrar los instrumentos de la Red. En la actualidad, la Dirección Meteorológica ha integrado varias estaciones digitales automáticas a su red, lo que facilita el almacenamiento y el futuro procesamiento de los datos para fines específicos. Integran también otras componente meteorológicas, de las cuales a lo menos la velocidad y la dirección de los vientos son de interés para fines energéticos.

Además de las informaciones globales existentes, algunas instituciones han desarrollado mediciones puntuales para proyectos específicos.

Aplicaciones posibles:

Se vislumbra y parcialmente ya se aprovecha la energía solar para la electrificación básica: en residencias de la zona norte, a través de paneles fotovoltaicos; en pequeñas industrias, para la generación de electricidad y secado de productos; y en la pequeña minería, a través de diversas aplicaciones.

Acciones necesarias:

Una actividad interesante y necesaria sería la medición de la componente solar directa en algunas regiones, especialmente en el norte del país, a fin de obtener información útil para aplicaciones en la pequeña y mediana minería.

Energía de pequeños recursos hidráulicos

Las microcentrales hidráulicas son centrales de bajas potencias, menores a 100 kW. Es considerado un recurso energético limpio y renovable, cuyo adecuado aprovechamiento no produce trastornos ecológicos. Se utiliza como importante recurso energético en casi todos los países del mundo. Entre sus beneficios, se cuenta: no emite contaminantes; produce descentralización del abastecimiento eléctrico; constituye una alternativa viable para sectores aislados que no tienen acceso a la red eléctrica; tiene una mantención mínima; y su rendimiento es mejor que las demás tecnologías de generación alternativa

Cuadro N°2
RENDIMIENTOS DE ERNC

Tecnología	Rendimiento [%]
Equipo PV	10
Generadores Eólicos	35
Generador Diesel	30
Biomasa	1
Microcentrales Hidráulicas	65 - 85

Aunque una de sus mayores desventajas es el flujo irregular de los pequeños ríos a lo largo del año, esta variación se puede controlar en cierto grado con la construcción de una presa de acumulación.

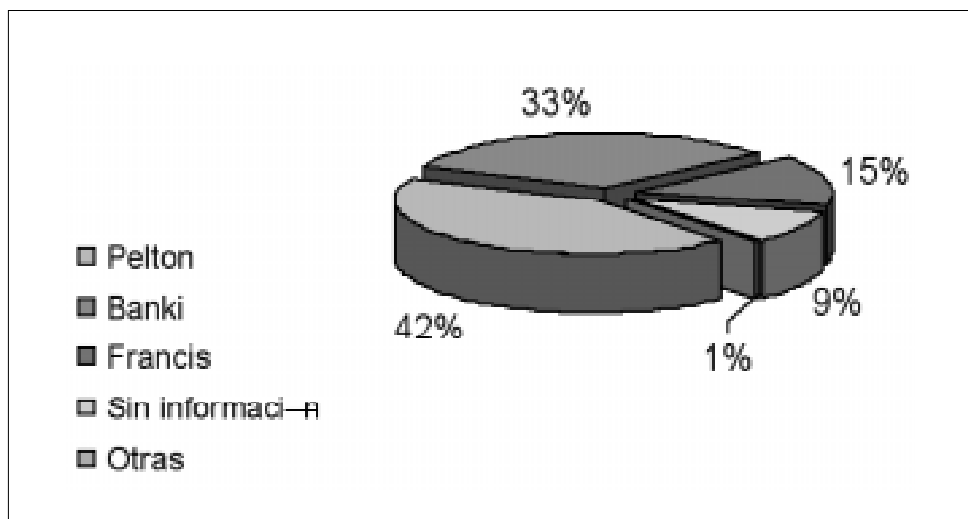
Aplicaciones posibles:

Entre las regiones VIII y XI de Chile, existen abundantes recursos hidráulicos aún no aprovechados. En esta zona, el uso de microcentrales hidráulicas es ideal para la electrificación de zonas rurales, tanto para enfrentar los problemas de cobertura eléctrica (pueblos aislados, comunidades campesinas, casas de campo, fundos particulares) como para promover el uso de fuentes renovables en pequeñas industrias (pequeñas empresas mineras, pesqueras, etc.). Estos últimos son potenciales clientes con poder adquisitivo suficiente para invertir en la producción de este tipo de energía.

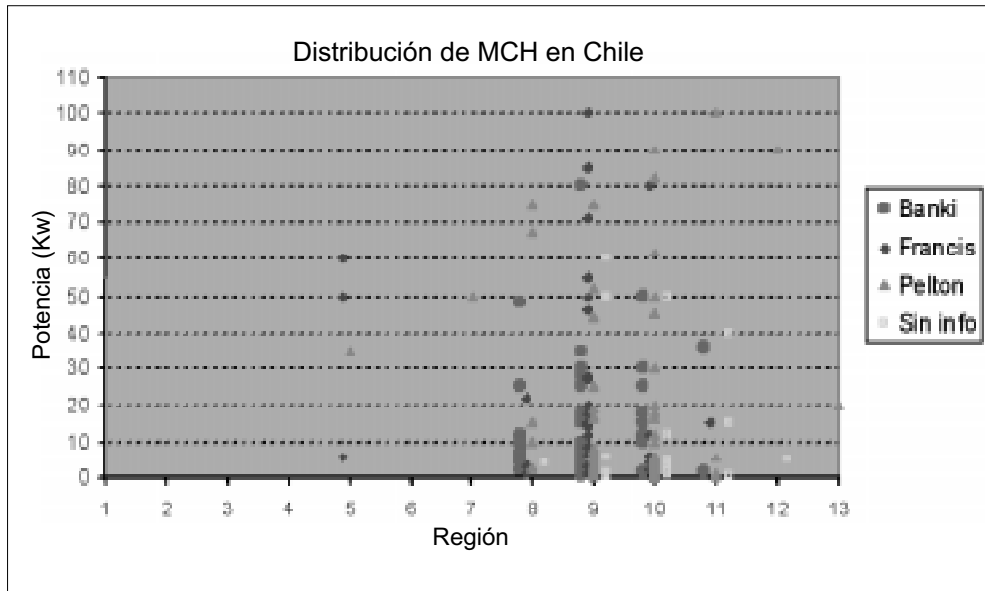
A través de ENDESA, en sus años de empresa pública, se ha recogido gran cantidad de información sobre los grandes recursos hídricos y su variación de caudal durante el año y en períodos considerados secos y húmedos. Sin embargo falta esta información para los pequeños recursos hidráulicos.

Existen alrededor de 10 empresas fabricantes de microturbinas para la generación de energía a partir de los recursos hídricos. Aunque la tecnología es tradicionalmente conocida y altamente difundida, actualmente no se realiza mucha investigación en el sector. Este año se actualizó el catastro nacional de microcentrales, lo que arroja información útil acerca de los tipos de turbina utilizados, la distribución de microcentrales a lo largo del país y las alturas típicas de caída de agua. Estos datos resultan importantes como diagnóstico y antecedentes para el diseño de nuevas centrales, pero siguen siendo insuficientes.

Cuadro N°4
TIPOS DE TURBINAS

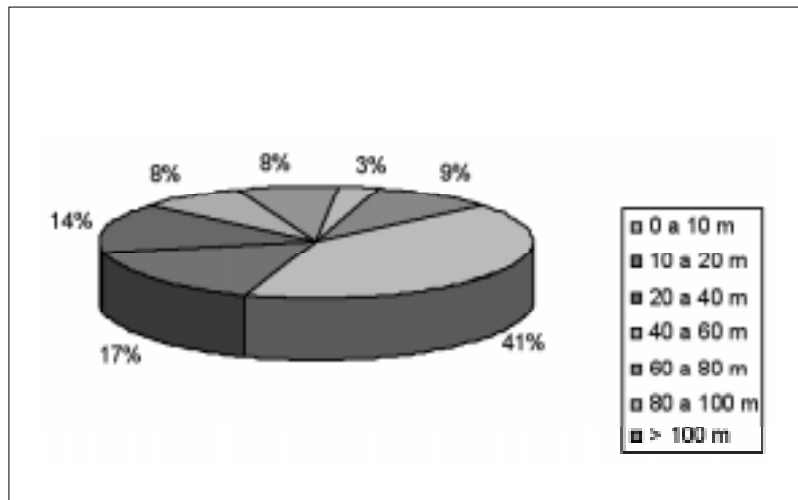


Cuadro N°5
DISTRIBUCIÓN DE MICROCENTRALES



La potencia total instalada es de: 3,3 MW.
 La energía primaria anual es de: 49,3 GWh.
 La energía secundaria aportada anualmente por las MCHs es de: 6,79 GWh.

Cuadro N°6
ALTURAS TÍPICAS DE CAÍDA



Acciones necesarias:

Se requiere una información detallada del recurso hidráulico y de la demanda energética, para dimensionar adecuadamente las componentes y no encontrarse con inconvenientes e imprevistos, como la falta de agua o una demanda excesiva. Al mismo tiempo, deben realizarse programas de capacitación, tanto para los funcionarios de los gobiernos regionales como para los operadores de las plantas, en el ámbito administrativo y técnico respectivamente. Por último, se requiere crear un ente capacitado para el ensayo o «puesta a prueba» de los equipos hidromecánicos y otorgar su certificación.

Energía de la biomasa

La biomasa representa un porcentaje considerable en el flujo energético del país, especialmente en lo que se refiere al uso de la madera como fuente de energía calórica.

Existe información adecuada en las instituciones relacionadas con la explotación de la madera. Además, se reconoce la existencia de un potencial considerable en el mejoramiento de los artefactos que utilizan esta energía, aumentando su rendimiento y automatizando su funcionamiento, aprovechando los avances del área de control.

Aplicaciones posibles y acciones necesarias:

Es fundamental promover una mayor eficiencia en el aprovechamiento de la biomasa, mejorando los rendimientos. Sin embargo, es imprescindible que esta medida sea acompañada de una adecuada política forestal-energética, capaz de evitar aberraciones como la tala rasa para fabricar chips que se exportan. Los cerros de chips se pueden apreciar en Puerto Montt y otras regiones del sur de nuestro país. Ello constituye una vergüenza nacional, porque la fabricación de chips ha significado la deforestación de parte de un parque nacional y ha dejado otros bosques severamente dañados, como en Ralún, sin contar el impacto ambiental y social de la sobreexplotación de bosques y el monocultivo forestal.

Energía geotérmica

Esta energía es típica de un país volcánico como Chile. Es una forma de energía de gran potencial que puede aprovecharse de diferentes maneras, pero no existe mucha experiencia en Chile, donde se la utiliza principalmente por su potencial turístico en forma de termas. Ello podría combinarse con aplicaciones de calefacción y obtención de agua caliente de servicio.

Existen algunas mediciones puntuales de esta energía en lugares promisorios que pensaban licitarse (Tatio, Puchuldiza). Ahora bien, es necesario tener en cuenta que la contaminación con agentes químicos complica su aprovechamiento y se requiere adoptar medidas especiales para preservar el ambiente.

Aplicaciones posibles y acciones necesarias:

Sería recomendable ampliar la base de informaciones y estudiar nuevas aplicaciones que aprovechen este recurso. Puede pensarse en un catastro para aplicaciones turísticas -tanto en el ámbito del turismo aventura como de servicios- donde los caminos lo permiten. También una clasificación desde el punto de vista médico puede ampliar los usos de este sector.

Combinaciones en el uso de energía renovable

En algunos lugares, la intermitencia de los recursos renovables sugiere la combinación de distintas formas energéticas. Por un lado, pueden utilizarse equipos convencionales para suplir deficiencias puntuales o de corto tiempo, solución que a menudo es la más económica; por otro, la combinación de recursos renovables resulta factible en algunos casos.

Aplicaciones posibles y acciones necesarias:

En el norte de Chile se presentan vientos térmicos en la mañana temprano y al atardecer, mientras que cerca del mediodía existe una buena radiación solar, pudiendo combinarse el aprovechamiento de ambas fuentes energéticas.

Por su parte, en el sur del país existen veranos en que escasea el agua para una microcentral pero existe buena radiación para paneles fotovoltaicos. El agua caliente obtenida a través de las cocinas a leña, en días soleados de verano puede suministrarse por colectores solares. Sería útil desarrollar aplicaciones a nivel demostrativo que fomenten las posibles combinaciones, como también cuantificar las posibilidades reales de implementar iniciativas de estas características en nuestro país. □

EL ROL DE LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN EL PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Solange Duhart Echeverría

Jefa Área Electrificación Rural

Comisión Nacional de Energía

Gobierno de Chile

El Programa Nacional de Electrificación Rural (PER) se crea a fines de 1994, durante la administración del Presidente Eduardo Frei, en el marco del Programa Nacional de Superación de la Pobreza.

Bajo la premisa de asegurar un crecimiento con equidad, el programa se propone mejorar las condiciones de vida de las localidades rurales a través del suministro de energía de las viviendas que no cuentan con electricidad. Un segundo objetivo fue detener las migraciones desde el campo a la ciudad, objetivo que podremos evaluar cuando aparezcan los resultados del Censo Nacional de Población (abril del 2002). Finalmente, un tercer objetivo fue apoyar el desarrollo productivo de las comunidades rurales.

El modelo de gestión de esta iniciativa es muy interesante ya que se trata de un programa descentralizado regionalmente. Corresponde a las regiones decidir qué proyectos de electrificación rural se van a ejecutar, en función de sus propias prioridades de desarrollo y de la cartera disponible de proyectos de electrificación emanados de sus respectivas comunas. Este proceso tiene las siguientes etapas:

1. La demanda surge desde las propias comunidades organizadas, ya sea desde las Juntas de Vecinos o de los Comité Pro-Luz. Éstas solicitan el beneficio a su Municipio.
2. El gobierno municipal realiza la evaluación social del proyecto y pide a las empresas o cooperativas eléctricas que presenten una evaluación económica.
3. Posteriormente, las Secretarías Regionales de Planificación (SERPLAC) analizan si el proyecto cumple con las condiciones para acceder al subsidio del Estado, de acuerdo a una Metodología de Evaluación de Proyectos preestablecida.
4. Una vez que los proyectos obtienen la recomendación técnica y han sido incorporados al Banco Integrado de Proyectos de Inversión del Ministerio de Planificación, corresponde a los Gobiernos Regionales seleccionar anualmente cuáles de esos proyectos se van a ejecutar, en función de los presupuestos disponibles a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).

Un segundo aspecto novedoso del Programa es el modelo de financiamiento, que es compartido entre el Estado, las empresas distribuidoras o cooperativas eléctricas y los propios beneficiarios. El Estado focaliza sus aportes a través de un subsidio a la inversión del proyecto, y no al consumo posterior de los usuarios; en promedio, ha subsidiado entre el 60% y 70% del costo de las iniciativas. La empresa distribuidora o la cooperativa eléctrica ejecutora aporta entre el 30% y el 20%, mientras que el 10% restante es financiado por los beneficiarios por concepto de empalmes domiciliarios, medidor e instalaciones interiores. La empresa adjudicataria debe operar y mantener el sistema durante 30 años, si se trata de extensión de red, o 20 años si es un sistema aislado (utilizando energías renovables o convencionales, como el diesel).

Otro aspecto relevante es que todos los proyectos pasan por una evaluación de acuerdo a una metodología previamente establecida, conocida por todas las regiones. Esto promueve la transparencia de las decisiones y el conocimiento público de los criterios de selección.

Como cuarto y último, aspecto, destaca la neutralidad tecnológica a la que apunta este Programa. Esto significa que los proyectos se seleccionan en función de un criterio de costo mínimo, no habiendo incentivos a las energías renovables no convencionales. Por lo tanto, los proyectos basados en éstas energías deben competir en igualdad de condiciones con los proyectos tradicionales de extensión de redes eléctricas y ambos deben garantizar las mismas condiciones de calidad de servicio.

Resultados del primer Programa de Electrificación Rural

El gobierno anterior se impuso pasar de una cobertura de 58% a principios de 1995 a un de 75% de cobertura a fines del '99, asegurando un flujo estable de inversiones a través del FNDP a los gobiernos regionales para poder realizar estos proyectos. Ambas metas fueron alcanzadas e incluso superadas con éxito.

La cobertura llegó a un 76%, con la electrificación de aproximadamente 90 mil nuevas viviendas, permitiendo que 400 mil habitantes rurales de Chile tuvieran energía eléctrica. Además, muchas regiones sobrepasaron esta cifra, llegando incluso a niveles entre 80% y 81%, especialmente en la zona norte y las áreas rurales de la Región Metropolitana.

No obstante, quedaron todavía 137 mil viviendas sin disponer del vital elemento. El 86,9% del déficit se focalizó en 6 regiones del país, especialmente entre la VII y la XI, que son las que presentan los más altos índices de ruralidad, la mayor concentración de población indígena y a menudo los más bajos Indicadores de Desarrollo Humano (IDH).

Cuadro N°1
PRIMER PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
1994 - 1999

Metas
<ul style="list-style-type: none"> • Pasar de un 58% a un 75% de cobertura rural • Asegurar flujo anual estable de inversiones para electrificación
Tecnologías Aplicadas
<ul style="list-style-type: none"> • Extensión red eléctrica (más del 90% de los proyectos) • Lugares más aislados: motores diesel • Baja participación de tecnologías basadas en renovables
Resultados
<ul style="list-style-type: none"> • 76% de cobertura nacional, 90.145 viviendas electrificadas, US\$115 millones de inversión pública • El 86,9% del déficit se concentró, sin embargo, en las 6 regiones: de + alta ruralidad y peores IDH (IV, VII, VIII, IX, X y XI) • Desarrollo de algunos proyectos pilotos en pequeña escala basados en renovables a lo largo del país.

Como se señala en el cuadro anterior, otro resultado del Programa durante el gobierno pasado fue el desarrollo de un conjunto de proyectos a pequeña escala basados en energías renovables. Sin embargo, muchos tuvieron una baja sustentabilidad en el tiempo. Cabe señalar que este fenómeno se repite, por similares razones, en diversos proyectos llevados a cabo en América Latina.

Cuadro N°2
PRIMER PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
1994 - 1999

Razones de la baja sustentabilidad de los proyectos pilotos basados en ENRC

- Falta conocimiento de la tecnología (en todos los proyectos pilotos)
- Insuficiente evaluación del recurso energético (eólico, hídrico)
- Mal diseño de ingeniería (microcentrales, aerogeneradores)
- Desconocimiento del funcionamiento de los equipos por parte de usuarios (fotovoltaico, eólico)
- Mala calidad del servicio de operación y mantenimiento
- Mayores costos (los proyectos con renovables requirieron de inversiones mayores en su ejecución)
- Rechazo de los usuarios: red tradicional provee mejor calidad de servicio (mayor potencia y continuidad)
- Marco regulatorio insuficiente: dificultades para determinar tarifas y cobrar consumo
- Mecanismos de licitación de proyectos poco idóneos
- Ausencia de marcos normativos específicos para la exploración y explotación de ERNC

Sin embargo, no todos los proyectos basados en energías renovables tuvieron resultados negativos: existen numerosos proyectos fotovoltaicos en la zona norte y central del país que están operando adecuadamente y microcentrales de antigua data funcionando, lo que ha permitido identificar las barreras al uso de estas energías, estableciendo un diagnóstico de los desafíos que nos esperan en este campo.

Atendiendo a estos resultados, el actual gobierno se propuso desarrollar un segundo programa de electrificación rural donde se propuso, en materia de cobertura, pasar de un 76% a un 90% en el período 2002-2006, no sólo a nivel nacional sino también regional. Esta es una meta extremadamente ambiciosa, ya que las viviendas sin electricidad están cada vez más alejadas de los centros urbanos y/o más dispersas, en un contexto en que existen regiones muy rezagadas de la meta del gobierno pasado. En términos cuantitativos, esto significa electrificar 100 mil nuevas viviendas, con una inversión pública estimada inicialmente en 150 millones de dólares. Además, hay un porcentaje grande de viviendas que no va a poder ser electrificada mediante redes porque es antieconómico y va a tener que ser absorbida por energías renovables. Por esas mismas razones, el valor del subsidio por vivienda ha ido aumentando en el tiempo: hoy día estamos estimando que el valor de este subsidio asciende a aproximadamente un millón 200 mil pesos (en dólares a US\$2 mil por solución habitacional).

Cuadro N°3
SEGUNDO PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
2002-2006

1.- Incremento de Cobertura:

- Pasar de 76% a 90% de cobertura nacional y regional: 100.000 nuevas viviendas electrificadas (sobre US\$ 150 millones subsidio)

2.- Intervención conjunta del PER con otros programas destinados a superación de la pobreza

- Programas JEC y Enlaces Rural Min. Educación (computadores e Internet)
- Programas Mejoramientos Postas Rurales Min. Salud
- Programas Inversión Social y Telefonía Rural MOP
- Programas Fomento Productivo Microempresas MIDEPLAN-FOSIS-INDAP-FONDO DES. DE PESCA ARTESANAL

Focalización recursos públicos en 6 regiones más carenciadas

- Regiones con menos grado de IDH: VII, VIII, IX, X, XI Y IV

3.- Sustitución paulatina de sistemas Diesel

- Archipiélago Juan Fernández, localidades II región y otros

4.- Promoción del uso de energías renovables no contaminantes (ENRC), removiendo las barreras existentes

- Establecer cartera de proyectos ENRC (estudios de preinversión)
- Elaborar normas técnicas y certificación de equipos
- Realizar amplio programa de divulgación, capacitación, formación técnica y participación comunitaria sobre ENRC
- Implementar convenios de cooperación con Universidades y ONGs
- Ejecutar proyectos demostrativos de mayor escala:
 - 6.000 soluciones fotovoltaicas para viviendas zona norte
 - Sistemas eólicos diesel: 32 islas Archipiélago de Chiloé X Región, (3.500 viviendas)
 - Electrificación con ENRC escuelas y postas aisladas
 - Calentadores solares con FV en Isla de Pascua
- Establecer mapa eólico nacional
- Crear mecanismo de financiamiento para mitigar riesgos en uso de ENRC (fondo de garantía del Banco Estado)

Como se puede apreciar, se están articulando las intervenciones del Programa de Electrificación Rural con otros programas sociales del gobierno, como los ministerios de Salud y Educación. Sus objetivos están estrechamente relacionados. El Ministerio de Educación se comprometió a llegar con un 100% de herramientas informáticas a todas las escuelas rurales del país y, si el PER no cumple con la cobertura, puede gatillar el fracaso de sus metas. Por su parte, el Ministerio de Salud estableció un Programa de Mejoramiento de Postas Rurales que implica

mejorar la infraestructura, el equipamiento interior y la calidad de la atención médica y paramédica, para lo que también se requiere contar con adecuada energía.

Similar coordinación se está intentando realizar con los programas de inversión social y telefonía rural del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones, y con los programas de fomento productivo, en particular con el programa que lleva a cabo el FOSIS en las comunas rurales más pobres del país. Es necesario trabajar en forma conjunta entre los diferentes organismos de gobierno, lo que no significa restar atribuciones a los municipios sobre qué proyectos eligen, sino que contribuir con asesoría técnica y capacitación para que los proyectos tengan buen resultado.

Otra de las metas planteadas para el próximo período es focalizar en las regiones más rezagadas en materia de cobertura, los decrecientes recursos de inversión pública destinados a electrificación rural -producto de la contracción de la actividad económica y del gasto público.

Asimismo, estamos decididos a enfrentar la sustitución paulatina de los sistemas de suministro de energía mediante generadores diesel o bencineros en zonas aisladas, por sistemas híbridos basados en el uso de energías renovables. Para ello ya comenzaron los estudios de ingeniería y de medición de los recursos eólicos en Juan Fernández y de los recursos hídricos de la Comuna de San Pedro de Atacama, para instalar microcentrales en un conjunto de localidades.

Finalmente, la meta explícita del Programa es promover las energías renovables en electrificación rural, removiendo las barreras existentes a su uso. Esto está muy ligado a un proyecto que la Comisión Nacional de Energía ha estado trabajando con el Global Environment Facilities (GEF) y con el PNUD desde hace dos años, que acaba de ser aprobado por el organismo multilateral. En la formulación del proyecto se identificaron cuáles eran las barreras existentes al uso de energías renovables en electrificación rural y, en función de ellas, se definieron los componentes centrales del proyecto que se van a implementar. Estos son:

- *Generación de una cartera de proyectos:* Desarrollar una cartera amplia de proyectos de electrificación rural basados en energías renovables, destinada a identificar el mercado potencial. Los proyectos de electrificación rural surgen desde el nivel local y son las empresas de distribución o las cooperativas quienes los formulan. Estas últimas no se han interesado en elaborar estudios con energías renovables, porque son más lentos y costosos: hay que hacer mediciones de sus potencialidades durante varios meses. En la práctica, casi no se ha generado una cartera de proyectos con buena base técnica.
- *Elaboración de Normas Técnicas y Certificación:* Chile no cuenta con un sistema de normas y una institucionalidad definida para este tipo de tecnologías. Tampoco existen procedimientos de certificación de calidad y seguridad aplicables a estos equipos. Por lo tanto, el proyecto plantea estudiar y establecer un paquete de normas técnicas para la utilización de sistemas de electrificación con energías renovables, como también definir los procedimientos de certificación de equipos.
- *Promoción, capacitación y difusión:* Actualmente en Chile, existe un relativo desconocimiento de las energías renovables, tanto de su tecnología, sus características y aplicaciones, como de sus beneficios y ventajas operativas, ambientales y de sustentabilidad, lo que limita su desarrollo. El proyecto contempla actividades y acciones destinadas a dar a conocer estas tecnologías, incluyendo, el establecimiento de convenios de cooperación con universidades y organizaciones no gubernamentales para su promoción e incorporación en las mallas curriculares.
- *Ejecución de proyectos demostrativos de gran escala:* Estos proyectos están destinados a generar un mercado interesante para el sector privado. Se contempla la ejecución de un proyecto fotovoltaico a gran escala en la

zona norte del país, que comprenderá el abastecimiento de energía para aproximadamente unas 3.000 viviendas. Esto podrá ser replicado en otros lugares con potencial. Además, se tiene proyectado llevar a cabo un proyecto de sistemas híbridos eólico-diesel en 32 islas del archipiélago de Chiloé. Cabe señalar que existe un proyecto piloto realizado en Isla Tac, que fue inaugurado por el Presidente Lagos en octubre del año 2001.

Finalmente, el proyecto contempla acciones destinadas a elaborar un mapa eólico nacional y el establecimiento de un mecanismo financiero, que permita mitigar riesgos en los resultados económicos de proyectos que utilicen energías renovables en electrificación rural.

Resultados a la fecha

Durante el año 2000 se electrificaron 13.900 nuevas viviendas y se pasó de una cobertura nacional de 76% a 78%. A pesar de que las regiones del centro-sur del país siguen estando rezagadas, debe destacarse el progreso enorme realizado por la IX Región, como se puede observar en los cuadros anexos.

Se han realizado intervenciones conjuntas con otros Ministerios y organismos. A partir del segundo semestre de este año, y mediante un convenio con universidades regionales, se efectúa un catastro de todas las escuelas y postas rurales aisladas de la VIII, IX y X regiones para establecer cuáles de ellas van a disponer de electricidad mediante energías renovables y a través de qué tecnologías. El compromiso del PER es que el 100% de las escuelas tengan suministro eléctrico, ya sea por extensión de red o por energías renovables al final del período. Ese compromiso lo tienen también asumido el Ministerio de Educación y el Ministerio de Salud.

El proyecto comenzó en la isla Juan Fernández en abril de este año con un fuerte apoyo del pueblo San Juan Bautista, el Municipio y otros Ministerios. Se han instalado torres con anemómetros para medir la velocidad y dirección de los vientos, y se espera instalar a mediados del próximo año -si los resultados de viento son favorables- dos aerogeneradores para hibridizar el actual sistema diesel. De esta forma se lograría disminuir el consumo de petróleo, bajando los costos de operación y contribuyendo a un mejor ambiente.

También se iniciaron los estudios de ingeniería básica y de detalle para evaluar las potencialidades del gas natural en Isla Mocha, y de los recursos hídricos y solares para localidades de San Pedro de Atacama, que actualmente cuentan con unas pocas horas de energía mediante generadores diesel.

Se está promoviendo ante la cooperación internacional el proyecto de sistema eólico-diesel para 32 islas de Chiloé, con el fin de conseguir su financiamiento. Además, se realizó una nueva evaluación económica-social y están en análisis algunas propuestas de modelos de administración para desarrollar el proyecto a gran escala con paneles fotovoltaicos en la zona norte, objetivo establecido en el programa con el GEF. También se están evaluando las posibilidades de aplicar sistemas de tarjetas prepago a las comunidades, especialmente en las más pobres y aisladas.

Se ha puesto en marcha la construcción de una microcentral en la localidad indígena de Pallaco, comuna de Tirúa, y están próximas a terminarse otras dos microcentrales en el alto Bío-Bío. Actualmente se realiza una evaluación del sistema energético de la Isla de Pascua, con lo que probablemente se responderá a una petición de la comunidad pascuense de incorporar calentadores solares de agua para los grandes consumidores, bajando el peak de demanda energética concentrado en algunas horas del día.

Finalmente, el PER ha elaborado un estudio comparativo sobre el estado de avance de los programas de electrificación rural en 20 países de América Latina, Estados Unidos y Canadá, y sobre el grado de utilización de las energías renovables en este campo. Chile aparece como el tercer país de América Latina en materia de cobertura, precedido por Costa Rica y México.

Cuadro N°4
RESULTADOS PROGRAMA ELECTRIFICACIÓN RURAL
2000 - 2001

1.- Cobertura

- 13.900 nuevas viviendas el 2000; de 76% a 78% de cobertura

2.- Intervención conjunta del PER con otros programas destinados a la superación de la pobreza

- Estudios de cartera de proyectos con ENRC para escuelas y postas aisladas de VIII, IX y X regiones, en conjunto con MINEDUC, MINSAL y Universidades Regionales
- Definición programa conjunto con FOSIS, con MOP (Proyecto Chiloé y caletas artesanales), con INDAP
- Incorporación de variables sociales y productivas en la metodología de evaluación de proyectos de MIDEPLAN

3.- Sustitución paulatina de sistemas diesel

- Juan Fernández: Proyecto eólico, en etapa de medición de vientos
- Comuna de San Pedro de Atacama: Estudio de Ingeniería de detalle para energización con microcentrales, FV, gas natural.

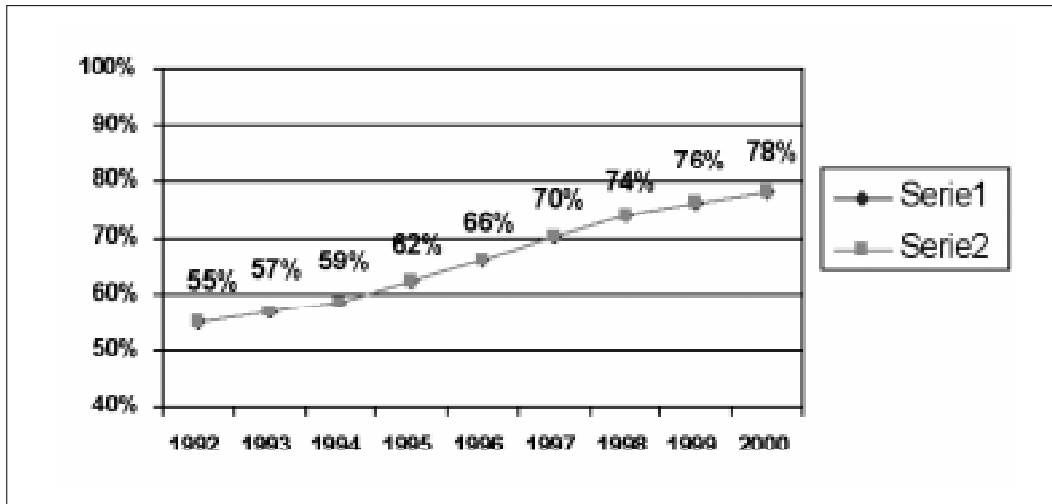
4.- Remoción de barreras al uso de ENRC

- Aprobación del proyecto GEF, PNUD, Gobierno de Chile
- Isla Mocha: Estudio de prefactibilidad energización gas natural
- Sistemas Fotovoltaicos Zona Norte: Nueva evaluación económica y social, propuestas modelos de administración (Sistema de prepago)
- Licitación proyecto 500 FV en VIII Región
- Puesta en marcha de 3 microcentrales en zonas indígenas, VIII región
- Evaluación del sistema energético de Isla de Pascua
- Inicio estudio de potencial ENRC y elaboración proyectos zonas aisladas con ENRC en X y XI región
- Perfeccionamiento del proceso de licitación en electrificación rural; creación registro de consultores
- Búsqueda de apoyo de la cooperación internacional para ejecutar proyectos eólicos en Chiloé
- Estudio comparativo de ER en 20 países del Hemisferio Americano
- Seminario Hemisférico con UTFSM de ENRC (Valparaíso, Nov. 2001)

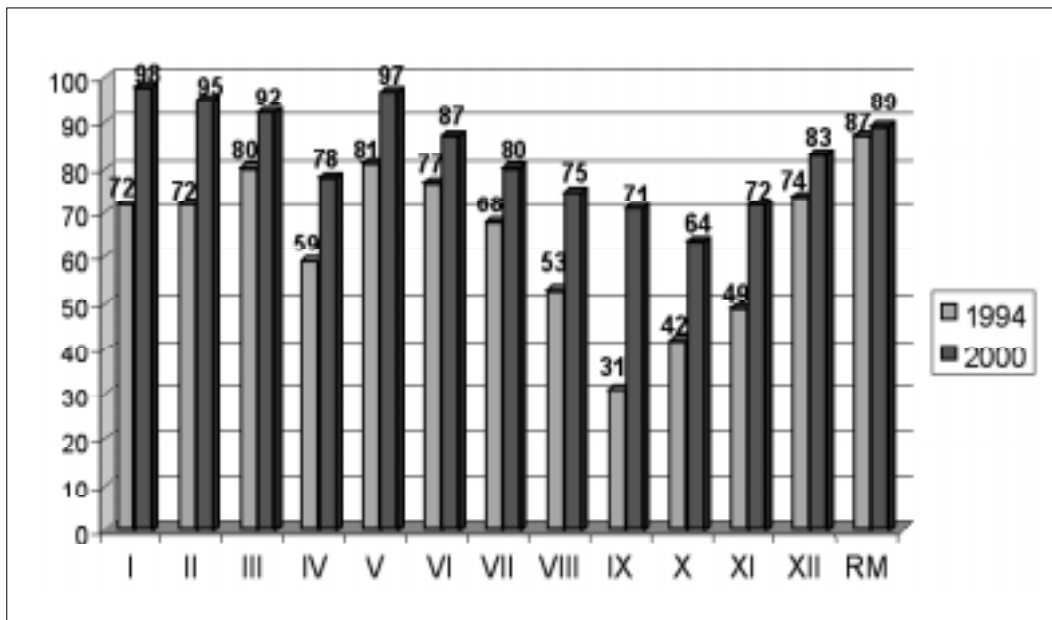
Como tareas pendientes, es necesario avanzar hacia el concepto de energización rural, para acortar las brechas de ingresos, educación y salud entre el mundo rural y el urbano. Hay que continuar mejorando la coordinación entre los distintos programas sociales del gobierno. Es necesario validar y mejorar los modelos de intervención de los sistemas basados en energías renovables, para que sean sostenibles en el tiempo. Además es importante la incorporación de otros programas de desarrollo rural, como los de agua potable, telefonía, desarrollo agrícola. Finalmente, resulta fundamental incrementar los niveles de participación de los distintos actores en el diseño y ejecución de proyectos con energía renovable. Aún existen muchas tareas por delante.

Anexos

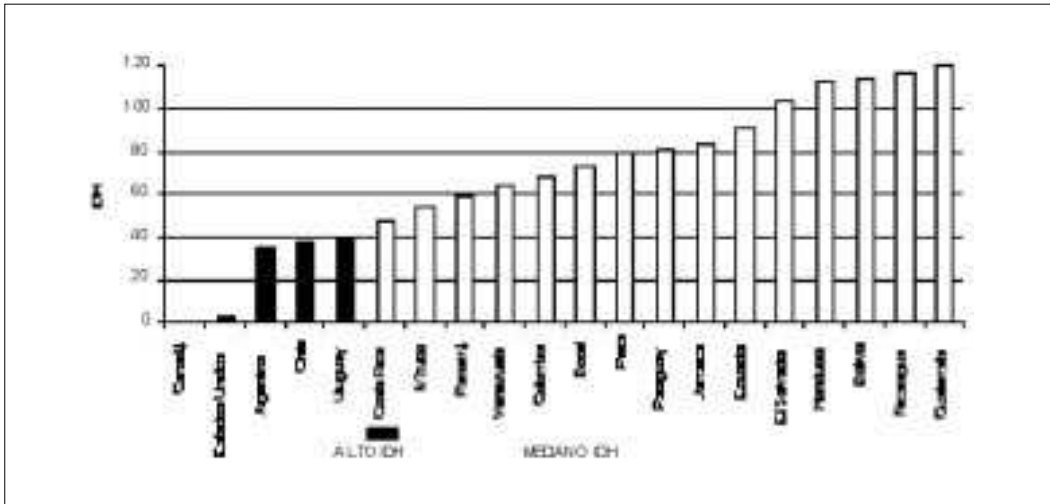
Anexo N°1
EVOLUCIÓN COBERTURA ELECTRIFICACIÓN RURAL



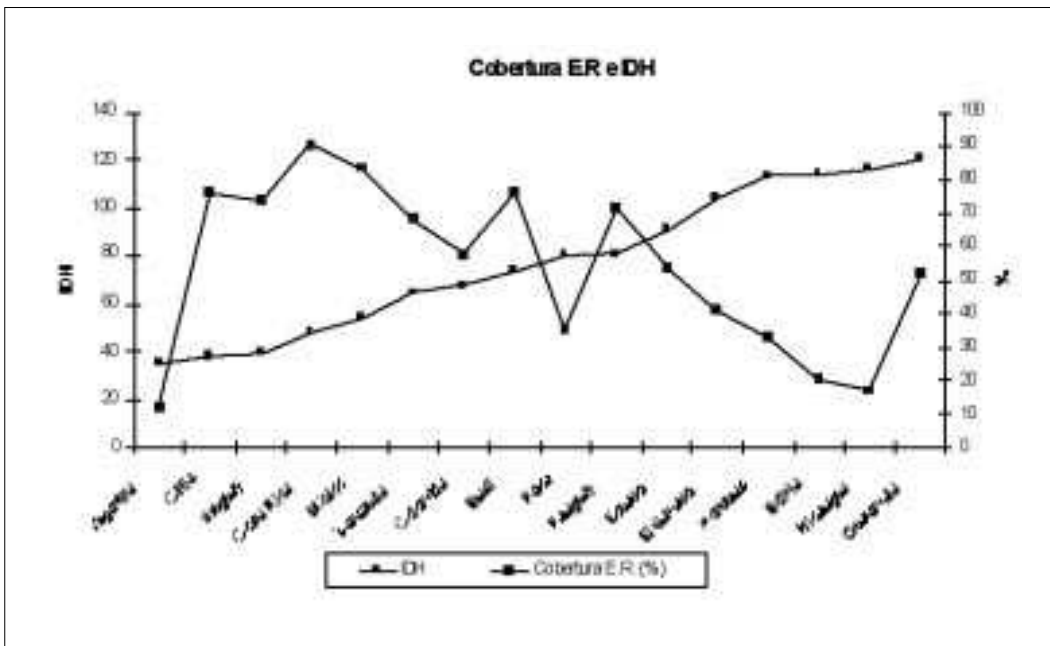
Anexo N°2
EVOLUCIÓN COBERTURA
ELECTRIFICACIÓN RURAL REGIONAL
1994 - 2000



Anexo N°3
INDICE DE DESARROLLO HUMANO CHILE Y OTROS PAISES HEMISFÉRICOS



Anexo N°4
RELACIÓN IDH Y COBERTURA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL



ROL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA ELECTRIFICACIÓN RURAL DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UNA DISTRIBUIDORA

Rolando Miranda

SAESA/FRONTEL

Chile

Las empresas SAESA y FRONTEL distribuyen energía eléctrica desde la VIII a la X Región. La XI región es atendida por EDELAYSEN, filial de SAESA, la que otorga suministro eléctrico a más de 25.000 clientes.

Cuadro N°1
ANTECEDENTES DE SAESA-FRONTEL
(A DIC. 2000)

	SAESA	FRONTEL
Ventas energía (GWh)	984	408
Clientes (miles)	233	212
Trabajadores	274	232
Líneas alta tensión (km)	203	56
Líneas media tensión (km)	7.603	10.694
Líneas baja tensión (km)	4.961	9.384
MVA instalados AT/MT	20	53
MVA instalados MT/BT	293	193
MVA generación	29	0

A continuación se exponen algunos de los principales objetivos compartidos por la empresa y las autoridades de gobierno en materia de energía; el escenario actual para la incorporación de fuentes renovables, aumento de cobertura y uso eficiente de energía, entre otros; las energías renovables en la X y XI regiones; y las potencialidades e intereses de las empresas en el ámbito energético en general y renovable en particular.

Objetivos nacionales compartidos

Los siguientes objetivos, que han sido planteados por la Comisión Nacional de Energía, son compartidos por las empresas del sector:

- *Diversificación de fuentes energéticas:* La diversificación de fuentes energéticas reduce la vulnerabilidad de nuestro sistema energético.
- *Explotación de fuentes limpias:* El uso y promoción de energías no contaminantes son compatibles con las políticas globales que apuntan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- *Electrificación de zonas aisladas del Sistema Interconectado Central:* La energización de zonas lejanas, cuya alternativa de conexión a la red resulte inviable, debería realizarse mediante la explotación de fuentes energéticas renovables locales.
- *Cumplimiento del Programa de Electrificación Rural (PER):* El Programa se ha llevado a cabo con éxito en los últimos 10 años. Una propuesta que anticiparía el cumplimiento de las metas de electrificación, consiste en la planificación de mega proyectos que involucren a grandes zonas o regiones. De esta forma, se podrían optimizar los trazados de las líneas eléctricas, lo que reduciría las inversiones y por ende, la carga estatal en subsidios.

- *Desarrollo energético sustentable:* Las políticas que incorporen las energías renovables dentro de las soluciones energéticas factibles, además del uso eficiente de la energía y la aplicación de modelos de evaluación donde se internalicen plenamente los costos ambientales directos o indirectos, redundará en la obtención de un sistema energético de menor costo y menor vulnerabilidad.

Escenario actual

El escenario que enfrentan las iniciativas de aprovechamiento energético renovable, en las regiones atendidas por SAESA y FRONTEL, se puede resumir como sigue:

Marco legal eléctrico y política tarifaria:

El DFL N°1 proporciona el marco legal de las actividades vinculadas a la producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Asimismo, establece los regímenes tarifarios y metodologías de cálculos de precios que rigen en las actividades de distribución a clientes, sometidos a regulación de precios. Los valores llamados «Precios de Nudo» son fijados semestralmente y corresponden a los precios en que las empresas distribuidoras compran energía para distribuirla a sus clientes. Cada 4 años, las autoridades fijan los Valores Agregados de Distribución (VAD) y las fórmulas tarifarias a clientes finales, que incorporan ambos conceptos: Precio de Nudo y VAD.

Abundancia de recursos no evaluados:

Existe gran cantidad de recursos en las vecindades de líneas de distribución de energía eléctrica, pero se desconocen antecedentes y/o evaluación de sus potenciales.

Gran extensión de líneas rurales:

La existencia de grandes coberturas geográficas aumenta la factibilidad de encontrar puntos de eventual inyección de energía con poca o nula inversión, destinada a incorporar la producción de los eventuales recursos energéticos que se encuentren.

Necesidad de otorgar suministro eléctrico a zonas aisladas:

El PER ha incluido a las energías renovables como alternativa de energización de zonas aisladas, lo que se traduce en que iniciativas de esta naturaleza son financiables con recursos estatales del Fondo Nacional de Desarrollo Regional.

Dificultad de acceso a tecnologías con respaldo y soporte local:

El desarrollo de las energías renovables orientadas a satisfacer la demanda de sectores rurales aislados, se ha visto obstaculizado por la inexistencia de un adecuado soporte técnico con presencia local.

Energías renovables de pequeña escala utilizadas actualmente o en vías de explotación en las regiones X y XI. Actualmente, SAESA compra la producción de energía eléctrica de una central de 700 kW de capacidad instalada en generación ubicada en la comuna de La Unión. Esta central ha estado funcionando durante más de 40 años.

Existen otras dos pequeñas centrales hidroeléctricas recientemente construidas que han comenzado a inyectar su producción al sistema de distribución de SAESA. Una de ellas es de 1 MW y se encuentra ubicada unos 15 km al norte del Lago Puyehue. La otra es de 280 kW y se encuentra en período de evaluación de su capacidad real de generación, debido a problemas de diseño.

Por otra parte, la empresa EDELAYSEN, instaló en noviembre del 2001 3 turbinas eólicas de 660 kW cada una, en la localidad de Alto Baguales (a 5 km. de la ciudad de Coyhaique). Las turbinas han estado inyectando energía a la red sin problemas desde su puesta en marcha.

Cuadro N°2
ENERGÍAS RENOVABLES DE PEQUEÑA ESCALA
UTILIZADAS ACTUALMENTE O EN VÍAS DE
EXPLOTACIÓN EN LAS REGIONES X Y XI

- Hidráulica (2,1 MW)
- Eólica (2 MW + 15 KW)
- Fotovoltaica o solar (50 W)

Potencialidades de recursos en áreas de influencia del SIC: Vínculo espacial Precio-Recurso

En las regiones del sur del país, existen potencialidades para el aprovechamiento de recursos renovables, en los puntos donde existe una coincidencia geográfica entre el recurso y los precios que eventualmente hagan rentable la inversión.

Sólo a modo de ejemplo y ejercicio académico se presenta a continuación una muestra de lo que podrían financiar los actuales precios de nudo:

Supuestos:

Costo Operación y Mantenimiento (COYM) : 2% de la inversión

Horizonte : 30 años

Tasa actualización : 10%

Precios de nudo (\$/kWh)	Costos de inversión unitarios (US\$/kW)	
	fc = 0,95	fc = 0,60
10	950	600
15	1.400	900
17	1.600	1.000
20	1.900	1.200

fc = factor de carga

El inversionista que pretenda llevar a cabo proyectos con energías renovables podría hacer rentable su proyecto por una de dos vías: sustituyendo energía de uso propio más cara o vendiendo su producción a un tercero. En este último caso, los que podrían estar más interesados en comprar la producción son las empresas distribuidoras con líneas cercanas al proyecto. El precio que en definitiva se acuerde entre ambas partes dependerá, entre otros factores: del precio de nudo en el área de influencia del proyecto; de las eventuales inversiones que se requieran en los sistemas de distribución a objeto de posibilitar la evacuación del 100% de la producción; por último, de los niveles de pérdidas en distribución que se tendrían una vez iniciada la inyección de energía a la red. Se supone además que las inversiones en elementos de protección, regulación o compensación de reactivos han sido consideradas, para que en ningún caso la calidad de servicio en la zona del proyecto se vea afectada negativamente por las inyecciones de energía.

Potencialidades de recursos en zonas rurales aisladas del SIC: Demanda y Costos de Operación y Mantenimiento

En zonas aisladas, los costos operacionales bajos y la demanda relativa elevada favorecen y otorgan sustentabilidad económica al proyecto. Luego, si a los proyectos destinados a otorgar solución a sectores aislados del SIC se les asociara demandas de origen productivo (congeladores o fábrica de hielo, secadores, etc.), los beneficiarios del proyecto podrían acceder a tarifas más reducidas, además de mejorar su calidad de vida al disponer (sea para la venta o consumo propio) de productos con mayor valor agregado o menos vulnerables a la descomposición.

El uso de tecnologías de costos operacionales bajos y métodos de mantenimiento sencillos, permite que eventualmente los mismos usuarios sean los que otorguen este servicio, con una adecuada capacitación del proveedor.

Intereses generales de una distribuidora

- *Aumentar sus ventas de energía y servicios:* Para ello debe estar preparada para competir tanto con otros actores del rubro, como con otros energéticos. En este último caso, debe estar preparada para ofrecer mecanismos de incentivos o condiciones tarifarias que permitan que la electricidad pueda incentivar la sustitución de otros energéticos, como por ejemplo, el petróleo o gas que se utilizan en la calefacción. Igualmente, debe estar permanentemente actualizada en cuanto a las tecnologías y equipos con funcionamiento eléctrico, de manera que el uso de equipos de mayor eficiencia permitan mejorar la productividad de los usuarios industriales y/o la calidad de vida de sus clientes.
- *Bajar sus costos:* Para ser más eficientes, las distribuidoras deben propiciar medidas que tiendan a reducir sus costos sin desmejorar el servicio. Por lo general, esto se obtiene logrando buenos contratos de suministro, reduciendo pérdidas de energía y realizando una buena gestión de su demanda.
- *Mejorar la calidad del producto:* Las distribuidoras disponen de programas de inversiones destinados a mejorar y mantener los estándares de calidad exigidos por ley. Una buena calidad de servicio, además de hacerlo más eficiente, permite a las distribuidoras «cautivar» a sus clientes, asegurando su fidelidad, lo que las vuelve más competitivas.

Intereses generales de una distribuidora en el área de energías renovables

- *Distinción frente a sus congéneres:* En el mundo, el tema de la preservación del medioambiente y desarrollo limpio cobra cada vez más fuerza. A su vez, los usuarios finales adquieren cada vez mayor conciencia del problema ambiental. En un escenario competitivo, las compañías energéticas querrán distinguirse unas de otras fortaleciendo acciones que apunten a sintonizarse con las políticas ambientales globales, y de paso reafirmar sus lazos comerciales con sus clientes.
- *Compromiso con objetivos nacionales y regionales:* Toda vez que las distribuidoras están insertas en el mercado nacional y regional, comprometen sus políticas de desarrollo en armonía con los intereses nacionales o regionales. Lo anterior puede ser explicado tanto por la exigencia normativa a la que están sometidas como por la voluntad de aportar al desarrollo del país, bajo la premisa: «cuando el país anda bien, todos andan bien».
- *Ampliación de cobertura del servicio:* En la permanente búsqueda de ampliar el horizonte de servicios a sus clientes, las energías renovables brindan una oportunidad de negocios para las distribuidoras, cuyas factibilidades económicas se ven favorecidas en la medida que existan economías de escala, tanto a nivel de inversiones como del servicio. En zonas de abundancia de recursos renovables y con necesidades energéticas insatisfechas, esto último adquiere la mayor relevancia. □

INICIATIVAS DE EMPRENDIMIENTO EN EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA LA ELECTRIFICACIÓN EN CHILE

Nelson Stevens

*Wireless Energy
Puerto Montt - Chile*

Wireless Energy (WE) es una empresa que comenzó a operar en Chile desde 1977 y se preocupa de la producción, fabricación y servicios locales de energías renovables. El trabajo con estas fuentes energéticas tiene un importante potencial, si se considera que a lo largo de todo el país existen buenas condiciones para producir energías renovables. Por ejemplo, el norte de Chile tiene buena radiación solar; en la zona centro, la ciudad de Concepción tiene viento y sol; y en Punta Arenas, al extremo sur chileno, hay viento constante. En este escenario, la empresa siempre está estudiando los recursos naturales nacionales.

El objetivo principal de WE está directamente relacionado con las potencialidades energéticas, principalmente la energía solar y la energía eólica de alta calidad, con un servicio integrado local desarrollado por técnicos de la zona. Solamente en 4 años WE ha logrado tener más de mil instalaciones en energía solar, hidráulica y eólica; y se ha convertido en el proveedor más grande en Chile.

La empresa está en un permanente proceso de búsqueda de soluciones energéticas, combinando diferentes estrategias e iniciativas. Siempre se están investigando y aplicando las tecnologías más apropiadas para la producción de energía, revisando las experiencias internacionales en esta materia. Así, se han incorporado soluciones tecnológicas validadas, por ejemplo, en Estados Unidos y Alemania. Incluso existen productos importados de India y algunos de China.

Para optimizar los procedimientos y resultados, WE trabaja en coordinación con otras instituciones y actores relevantes. Cuenta con socios como ASENNAV (Astilleros y Servicios Navales S.A.), reconocido fabricante de barcos ubicado en Valdivia. Con esta empresa, se realiza un trabajo conjunto que aprovecha su expertise, la ingeniería de WE y la participación de los habitantes del sur de Chile.

A continuación se exponen algunos de los servicios entregados por Wireless Energy en el ámbito de la energía eólica al sur de Chile; diversos proyectos e iniciativas de energías renovables desarrollados en los últimos cuatro años a lo largo del país; y un análisis específico de un proyecto implementado en Isla Tac, donde se ha generado electricidad a partir de un híbrido entre energía eólica y diesel.

La Energía Eólica en el sur de Chile

El sur de Chile es una de las zonas más ricas por su potencial en energía eólica del país. En la actualidad, Wireless Energy cuenta con numerosos servicios que aprovechan esta fuente energética. En la fotografía n° 1 se puede observar una máquina de 10 kilowatts, que está siendo supervisada por un técnico de la isla de Achao (quien además realiza trabajos a lo largo de todo el país, lo que da cuenta de su experiencia y capacidades). El trabajo con técnicos locales y nacionales es considerado uno de los factores de éxito en WE.

Foto N° 1



Servicios Eólicos: Máquina de 10 kilowatts

En la segunda fotografía se puede observar el proceso de traslado de equipos usando una carreta tirada por bueyes, uno de los más usados y accesibles medios de transporte en la zona. Ahora bien, ¿cómo llegar a la cumbre de la montaña con 6 toneladas de equipos y ganar un margen de utilidades? Esa una reflexión interesante.

Foto N° 2



Nelson Stevens trabajando en terreno

Los proyectos de Wireless en 4 años

La empresa cuenta con numerosos proyectos e iniciativas destinadas al aprovechamiento de energía renovable a lo largo del país, entre los que destacan: un proyecto de fibra óptica en el norte de Chile; una lechería electrificada con energía eólica en Calama; enlaces y videos de telecomunicaciones en La Serena; bombeo solar en Marchigüe al sur de Santiago; fijación solar en Concepción; fijación eólica en isla Tac y enlaces de energía eólica.

Fibra Óptica

En el norte del país, la radiación solar es una de las mejores en el mundo. Esta es base para energizar la red de fibra óptica, de alta calidad y confiable. En toda la zona de Perú a Chile, se ha dado un importante impulso a la generación solar de este tipo.

Foto N° 3



Instalación de Fibra Óptica. Norte de Chile

Lechería

La fotografía n° 4 muestra el ejemplo de una actividad productiva, en un pequeño pueblo de sólo 5 casas. Allí se ha instalado un molino de viento que les da luz eléctrica y los provee de energía para realizar el proceso de fabricación de la leche.

Foto N°4



Lechería

Enlaces de telecomunicaciones

Este proyecto consisten en la generación de 2500 watts híbridos, que aprovechan la energía solar con un respaldo diesel, para utilizarse en comunicaciones celulares y solar-diesel. Se ha desarrollado un enlace de telecomunicaciones de larga distancia norte y sur de Chile, a un enlace cortical de la empresa de comunicaciones CTC, solar-diesel también. Las fotos 5 y 6 muestran los enlaces en la ciudad de La Serena.

Foto N° 5



Enlaces - La Serena Híbridos

Foto N° 6



Enlaces - La Serena Híbridos

Bombeo solar

Este es un experimento de Wireless Energy, para desarrollar un riego tecnificado con campesinos. El proyecto tuvo una inversión de 15 mil dólares en el año '98.

La instalación del sistema fue realizada por la gente del pueblo. Con esta agua ha sido posible desarrollar múltiples productos, incluyendo un tipo de ají mexicano que no existía en Chile antes. Además, esta iniciativa ha sido desarrollada en conjunto con el Ministerio de Agricultura y se caracteriza por su buena rentabilidad en el mercado chileno.

Foto N° 7



Instalaciones de bombeo

Foto N° 8



Instalaciones de bombeo

Telefonía Rural

Para acceder a la telefonía rural se necesita un equipo solar estándar, con un costo aproximado de instalación que va entre los US\$ 1000 y US\$ 1200 por casa. Pocas iniciativas se han desarrollado en este ámbito, por lo que es posible reconocer el importante aporte de Wireless Energy. Por ejemplo, en Concepción recién ahora se está abriendo una licitación internacional de 500 casas, mientras que WE tiene más de 200 instalaciones en la misma zona, realizadas 2 años antes.

Foto N° 9



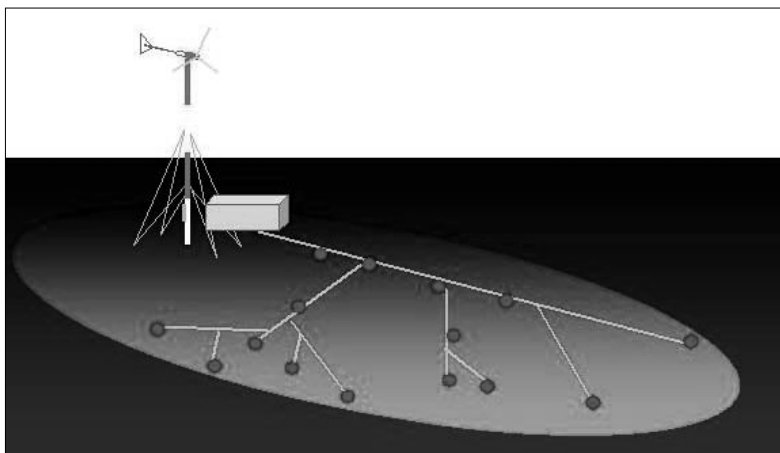
Equipo solar estándar - Concepción

Proyecto Isla TAC-Chiloé

Esta es una de las más interesantes iniciativas desarrolladas por WE. Isla Tac es un proyecto que la empresa obtuvo el año '97 con la Comisión Nacional de Energía (en el marco del Programa de Electrificación Rural) y el National Renewables Lab. de Estados Unidos. Se trata de una micro red eléctrica que utiliza energía eólica y diesel. Abarca 15 kilómetros, con una cobertura 80 casas,. Comenzó con un molino para 45 kilowatt/hora al día, el que hoy genera entre 125 y 150 kilowatts/hora al día. Si este proyecto fuera energizado sólo por generadores diesel, se estima un consumo de 60-70 mil litros al año, más mantenimiento y servicio técnico.

Para garantizar un buen servicio, regularidad en el abastecimiento y continuidad en la generación de energía, Wireless Energy cuenta con la presencia de un técnico que vive en la isla permanentemente, lo que le permite realizar todo tipo de mantenimiento a cualquier hora.

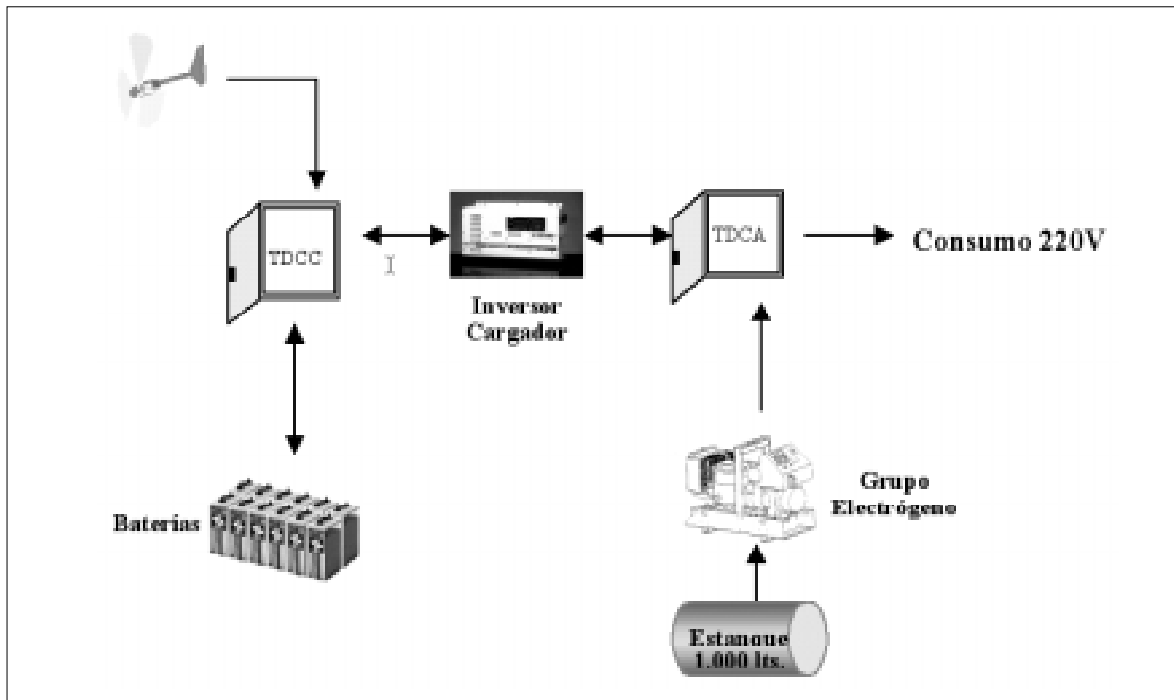
Cuadro N°1
ELECTRIFICACIÓN DE PUEBLOS AISLADOS EÓLICO-DIESEL



Proyecto Isla TAC Especificaciones: Mínimo uso combustibles; Vida útil 30 años más; Modular 1+1+1+1+1; Menos Efecto - Precio Combustibles \$/L; Mantenimiento local - técnico; Financiamiento Especial.

El sistema híbrido eólico-diesel consiste en un molino que inyecta energía a una batería de ciclo profundo, y un inversor que la distribuye hacia la isla con 220 volt. Se utiliza una tecnología lo suficientemente básica para que entienda el técnico, al mismo tiempo que es resistente y simple. Ese es el concepto de un sistema eólico diesel. Tenemos viento variable en una semana de tiempo; viento entrando al sistema (ese es el voltaje de la batería) y un consumo día a día. En ese marco, es necesario decidir bajo qué condición de voltaje mínimo de la batería arrancará el grupo para reemplazar la energía. El resultado del proceso mixto no es un grupo trabajando 24 horas por día, 8700 horas año, sino que trabaja sólo 1800 horas anualmente.

Cuadro N°2
HÍBRIDO EÓLICO - DIESEL



En 1997 fue presentado un proyecto de 80 kilowatts/hora día como máximo, compuesto por 72 casas con dos redes, 5 mil litros de combustible por año y 6 metros por segundo de viento. Al año 2001, los resultados indican que se están produciendo 150 kilowatts/hora por día, para 82 casas con 120 watts cada una como mínimo, manteniendo estables los 5 mil litros diesel por año y un viento de 6 metros. Estos resultados son óptimos en términos del aprovechamiento y uso eficiente del potencial energético.

Lecciones aprendidas a partir del proyecto Isla Tac

Las principales lecciones aprendidas a partir del proyecto Isla Tac son:

- Falta definición de niveles de servicio para el cliente. Los chilotes compraron planchas, equipos industriales y todo, en una red de 15 kilómetros con un máximo de 11 kilowatts, pero nadie había hablado con el cliente. Sin embargo, fue un experimento y aún no ha fallado.
- Faltan tarifas que permitan crecimiento. Es necesario pensar en una tarifa que le permita al habitante de la isla, si lo desea, enchufar una plancha. Esto conllevaría la necesidad de implementar más molinos, para responder a las necesidades de los clientes.
- Falta capacitación en la propia población, respecto al funcionamiento de la energía eléctrica, aplicaciones y condiciones de su uso. Este conocimiento, aparentemente básico, no está difundido entre la población local, porque es la primera vez que reciben luz eléctrica en su casa.
- Falta definición productiva. Tenemos que pensar en los usos posibles del exceso de energía eólica, producción de hielo, etc.

Para finalizar, podemos afirmar que la meta en que Wireless Energy confía es el 100% de electrificación y para ello trabaja diariamente.□

DESARROLLO, APLICACIONES Y EXPERIENCIAS DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL NORTE DE CHILE

Reinhold Schmidt

Corporación para el Desarrollo de la Ingeniería

CODING

I Región - Chile

Como se ha señalado con anterioridad, el norte de Chile, por características geográficas y climáticas, cuenta con uno de los más altos niveles de radiación solar del mundo. Su uniformidad durante todo el año representa condiciones altamente favorables para el aprovechamiento de esta fuente energética. Por ejemplo, en la zona desértica (Pampa del Tamarugal de la Primera Región) el promedio anual de la radiación global diaria es de 7.12 kWh/m²día, correspondiente a una radiación global anual de 2600 kWh/m²año.

Durante los últimos años se ha desarrollado e implementado una serie de aplicaciones de energías renovables, con énfasis en las zonas rurales que se encuentran alejadas de la red eléctrica.

Algunos de los más importantes trabajos desarrollados a la fecha son:

- Electrificación rural a través de sistemas fotovoltaicos e híbridos (solar/eólico)
- Obtención de agua potable a través de:
 - Bombeo fotovoltaico
 - Desalinización de agua salobre y agua de mar
- Bombeo solar y riego tecnificado

Energías renovables para la electrificación rural

La electrificación básica mediante sistemas fotovoltaicos y sistemas híbridos (solar / eólico) ya es una aplicación clásica en el tema de energías renovables, que tuvo su origen con las primeras experiencias de instalaciones pilotas en escuelas de la zona altiplánica, el año 1991. A partir de los positivos resultados obtenidos, las municipalidades rurales de la zona norte ejecutan actualmente diversos programas de electrificación para sus pueblos.

El siguiente ejemplo muestra la instalación fotovoltaica en la escuela internado Kusayapu, ubicada en la Provincia de Iquique. El conjunto de paneles fotovoltaicos, con una potencia máxima de 1.5 kWp suministra energía eléctrica alrededor de 5 kWh/día a través de un banco de baterías y un inversor.

ELECTRIFICACIÓN RURAL FOTOVOLTAICA EJEMPLO: ESCUELA INTERNADO KUSAYAPU



Generador solar, 1.5 kWp



Banco de baterías, inversor, 48 V, c.c. / 220 V, c.a.

Las evaluaciones técnicas y socioeconómicas de la aplicación de energía fotovoltaica en los programas de electrificación rural de la zona norte muestran los siguientes resultados:

Cuadro N°1
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA ZONA NORTE

<p><u>Sistemas de 12 V:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajo consumo de energía eléctrica, < 200 Wh/día - Alto grado de aceptación en los usuarios <p><u>Sistemas de 220 V:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto consumo de energía eléctrica - Descargas profundas de baterías, falta protección adecuada <p><u>Problemas generales a ambos sistemas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - No hay programas de capacitación y mantención

Como se describe en el cuadro, los sistemas de 12 V de corriente continua (típicos para casas y estancias) se destacan por un bajo consumo de energía eléctrica, ubicado típicamente en el rango de 100 - 200 Wh/día. Además, cuentan con una alta confiabilidad técnica de los sistemas y componentes, y una gran aceptación por parte de los usuarios.

Para aplicaciones de mayor envergadura (escuelas, postas rurales, sistemas de alumbrado público, etc.), se usan sistemas de corriente alterna de 220 V. En contraste a la corriente continua, el sistema de corriente alterna muestra un alto consumo de energía eléctrica, que en muchos casos causa descargas profundas de baterías. Estos sistemas, en su mayoría, no cuentan con una protección adecuada contra descargas excesivas.

Finalmente, destaca como problema general en una gran cantidad de proyectos realizados, la falta de capacitación adecuada tanto de usuarios como de técnicos y electricistas, y la falta de programas de mantención para asegurar la sustentabilidad de estos proyectos.

Energías renovables para agua potable

Dentro de nuevas aplicaciones de energías renovables en el sector productivo y en el suministro de agua destacan los siguientes proyectos pilotos:

Desalinización de agua salobre y agua de mar a través de destiladores solares

La desalinización de agua mediante destiladores solares es una tecnología antigua y sencilla, que permite además la fabricación local de los sistemas. Por su baja eficiencia, las aplicaciones típicas de estas tecnologías son de pequeña escala. El siguiente ejemplo muestra una pequeña planta de destiladores, instalada en Villa Frontera, Comuna de Arica, que produce diariamente alrededor de 50 litros de agua desalada para un taller de cultivos hidropónicos.



Proyecto Villa Frontera. Producción diaria: 50 lts.

Desalinización de agua salobre y agua de mar a través de osmosis Inversa

El proceso de osmosis inversa puede ser una nueva alternativa en la obtención de agua potable para sistemas de mayor envergadura. El desarrollo y aplicación de estos sistemas a pequeña y mediana escala, en combinación con fuentes energéticas renovables (principalmente sistemas eólicos), puede mejorar drásticamente el suministro de agua potable en zonas aisladas. Tal es el caso de la gran cantidad de caletas costeras, que actualmente cuentan solamente con un suministro de agua a través de camiones aljibes.

La siguiente foto muestra una planta de osmosis inversa, que produce diariamente dos mil litros de agua potable, usando agua del mar. Ahora bien, uno de los principales inconvenientes detectados en el sistema es el alto consumo de energía eléctrica, que implica el uso de un sistema híbrido eólico - diesel. En el caso de esta planta, el consumo específico de energía eléctrica es de 12 kWh por cada metro cúbico de agua potable.

ENERGÍAS RENOVABLES PARA AGUA POTABLE



Principales características del sistema

Cuadro N°2

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

- Agua potable para caletas, etc., rango típico entre 1-10 m_/día
- Alto consumo de energía eléctrica, aprox. 12Kwh/m_ agua potable
- Suministro eléctrico con sistema eólico- diesel
- Mantenimiento con personal especializado

Desalinización de agua por medio de Osmosis Inversa

Bombeo fotovoltaico para agua potable y riego tecnificado en la agricultura del desierto

El proyecto piloto de riego tecnificado en el norte de Chile, actualmente en ejecución y apoyado por la GTZ, significa la primera aplicación de energías renovables en el sector productivo rural. Esta iniciativa es parte de un programa internacional, que se ejecuta también en Etiopía y Jordania.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones técnicas y económicas, evidencian claras ventajas de esta tecnología en comparación con sistemas convencionales y un alto potencial de desarrollo para una agricultura sustentable en zonas desérticas. Sin embargo, las altas inversiones iniciales que requieren los sistemas de energías renovables, significan todavía un fuerte obstáculo en una aplicación masiva de esta tecnología.

Las próximas fotos muestran como ejemplo la parcela piloto en Vitor, Comuna de Arica. El generador solar, con una potencia máxima de 1.15 kWp está conectado a una bomba sumergible que produce alrededor de 40 m³ de agua por día, para regar una superficie de 2 hectáreas con riego tecnificado.

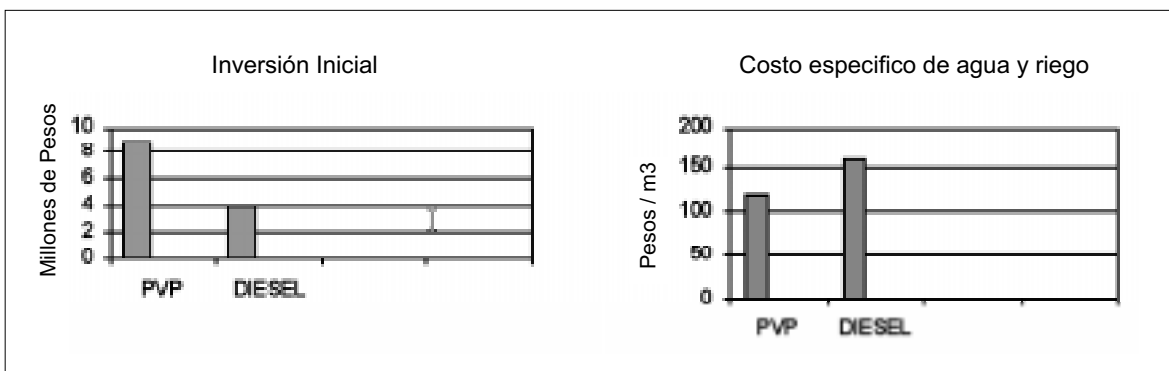
SITUACIÓN INICIAL
INICIO 1998



RESULTADOS AÑO 2000
2 HÁS. DE HORTALIZAS Y TUNA



Cuadro N°3
COMPARACIÓN DE COSTOS BOMBEO FOTOVOLTAICO
V/S DIESEL EN RIEGO TECNIFICADO
EJEMPLO VITOR



Características: Generador solar de 1.15 kW_p; Motobomba Grundfos SP 5 A 7; y 2 há. de riego tecnificado.

Conclusiones

Diferentes aplicaciones de las energías renovables, especialmente la solar, ya han mostrado su factibilidad técnica y económica en las zonas rurales del norte de Chile. Existen también nuevas aplicaciones enfocadas hacia los sistemas productivos, como en el caso de la agricultura en el desierto. Sin embargo, los altos costos de las inversiones iniciales, la falta de capacitación y estrategias de mantención son algunos de los principales obstáculos para la masiva difusión de estas tecnologías. □

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA DEL VIENTO EN LA REGIÓN DE MAGALLANES Y POTENCIALIDADES PARA SU USO EN CHILE

Arturo Kunstmann F.

Miguel Mansilla C.

Centro de Estudios de los Recursos Energéticos

Universidad de Magallanes

La XII Región de Magallanes y Antártica tiene una población de unos 150.000 habitantes, los que están concentrados en Punta Arenas (115.000) y en pueblos como Puerto Natales, Pto. Porvenir, Pto. Williams y varias villas rurales pequeñas. La zona continental de la XII Región se extiende por 132.000 km².

La Región de Magallanes basa su desarrollo económico en la explotación primaria de sus recursos naturales: gas natural, ganadería ovina, recursos pesqueros y de acuicultura, industria forestal y servicios turísticos, estos últimos desarrollados sólo en años recientes pero con el mayor crecimiento relativo.

Cada centro poblado posee sistemas aislados de generación y distribución de suministro energético, principalmente sobre la base de gas natural de reservas regionales (a excepción de Pto. Williams). Se reconoce que la base energética de la región es gas natural, estando prácticamente agotadas las reservas explotables de petróleo. ENAP-Magallanes provee gas para las ciudades e empresas, especialmente, como materia prima química para la fabricación de metanol en la planta individual de mayor producción del mundo, cuyo suministro es suplementado con gas natural proveniente de los grandes yacimientos de Argentina.

Por otra parte, la región dispone de vastas reservas de carbones sub-bituminosos, los que se explotan en una escala muy limitada. También los volúmenes de bosques nativos y las enormes extensiones de terreno ofrecen perspectivas para el aprovechamiento energético de biomasa. Por último, destaca el viento como recurso prácticamente permanente a lo largo de todo el año, en todas las zonas con características de pampa patagónica, que representan buena parte de la superficie en la región.

Con miras a profundizar el conocimiento disponible sobre recursos energéticos de la zona, identificar sus potencialidades y nuevas aplicaciones, en 1993 fue creado por la Universidad de Magallanes (compuesta por 100 académicos de jornada completa y 2.000 estudiantes) el Centro de Estudio de los Recursos Energéticos (CERE/UMAG) como proyecto institucional. Esta iniciativa cuenta con el apoyo del Programa de Fomento a la Investigación y Desarrollo Tecnológico (FONDEF) y de la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (Conicyt).

Las principales líneas de trabajo definidas por CERE/UMAG son:

- La evaluación y aprovechamiento de la energía del viento, recurso muy abundante en la XII Región;
- El estudio de la eficiencia energética, especialmente en el sector residencial;
- El planeamiento y la gestión de los recursos territoriales, con especial énfasis en los energéticos.