

9-1-2004

Possibilities of Geothermal Energy in Chile: The Case of the Octava Region

David Vásquez

Follow this and additional works at: https://digitalrepository.unm.edu/la_energy_dialog

Recommended Citation

Vásquez, David. "Possibilities of Geothermal Energy in Chile: The Case of the Octava Region." (2004).
https://digitalrepository.unm.edu/la_energy_dialog/14

This Technical Report is brought to you for free and open access by the Latin American Energy Policy, Regulation and Dialogue at UNM Digital Repository. It has been accepted for inclusion in Latin American Energy Dialogue, White Papers and Reports by an authorized administrator of UNM Digital Repository. For more information, please contact disc@unm.edu.

**BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS, EXTENSIÓN Y PUBLICACIONES**

POSIBILIDADES DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN CHILE.

EL CASO DE LA OCTAVA REGIÓN.

**DEPESEX/BCN/SERIE INFORMES
AÑO XIV, N° 135**

**SANTIAGO DE CHILE
SEPTIEMBRE DE 2004**

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
LA ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	1
ANTECEDENTES SOBRE SU USO EN MÉXICO.	4
LA PROYECCIÓN DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN CHILE Y EN LA OCTAVA REGIÓN.....	6
LA ENERGÍA EN LA OCTAVA REGIÓN.	8
EL MARCO LEGAL.	8
CONCLUSIONES	12
FUENTES CONSULTADAS	14

Posibilidades de la Energía Geotérmica en Chile.

El caso de la Octava Región.

Informe elaborado por David Vásquez.

Introducción.

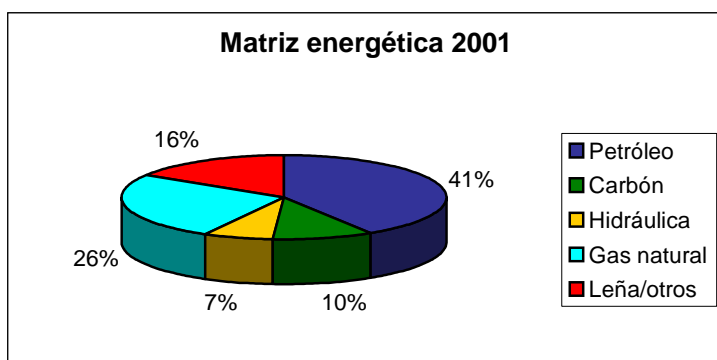
Este trabajo explora las posibilidades del uso de la energía geotérmica en Chile y sus potencialidades en la octava región. En primer lugar se presentan antecedentes sobre la energía geotérmica y su potencial vinculación con la matriz energética del país. Luego se entregan algunos antecedentes de su desarrollo en México, país que posee recursos energéticos (volcánicos) similares a los de Chile. Posteriormente se centra el análisis en la información proporcionada por instituciones públicas que han estudiado las proyecciones de la energía geotérmica en el país. Finalmente el trabajo cierra con algunas ideas generales a modo de conclusión.

La Energía Geotérmica.

Las energías renovables se identifican claramente dado que en su proceso de transformación útil para el consumo no se agotan, al menos en la escala temporal humana. Algunas de estas fuentes son la eólica (provocada por el viento), la solar, la proveniente de los movimientos de las masas oceánicas y la energía geotérmica. Estas energías renovables no convencionales generan en el medio ambiente consecuencias significativamente menores que las energías convencionales (hidráulica, petróleo, el cual además no es un recurso renovable), aportando de esta manera a la sustentabilidad ambiental de las políticas energéticas.

Por otra parte, la implementación de proyectos energéticos alternativos –desde el punto de vista económico– tiene estricta relación con las potencialidades de los recursos renovables existentes, su ubicación geográfica y las características de los mercados energéticos en los cuales deben desenvolverse.

La matriz energética de Chile ha considerado siempre el uso de energías renovables, considerando dentro de ellas a la energía hidráulica (considerada como energía renovable convencional) utilizada para generar electricidad. En los últimos años se ha producido un repunte del consumo de derivados del petróleo debido al crecimiento de sectores productivos como el transporte. También se ha incrementado el consumo de gas natural para la producción de electricidad vía procesos térmicos. Para el año 2001, la matriz energética del país se estructuraba de la siguiente manera:



Fuente: Comisión Nacional de Energía (www.cne.cl)

De acuerdo a estos datos, un porcentaje marginal de la generación energética en el país se obtiene de energías renovables. Sólo la hidráulica con un 7%. La dependencia del petróleo sigue siendo mayoritaria (41%), en un escenario de alza inédita del precio –bordeando los 50 dólares por barril– sin considerar que los combustibles fósiles irán progresivamente agotando sus depósitos a precios cada vez más altos. Por su parte, la presencia de gas natural resulta importante, aunque, como lo ha experimentado el país en los últimos meses, la inseguridad de su abastecimiento desde el exterior relativiza su potencial incremento como factor en la matriz energética.

Esta situación hace mirar con especial atención a las energías renovables no convencionales como la proveniente del viento (a través de grandes parques eólicos), la biomasa (producción de gas metano a partir de la descomposición de residuos orgánicos), la solar (aprovechamiento del sol a través de paneles) y la geotérmica (generación de vapor de agua como generador de energía eléctrica), las cuales si bien no pueden bajo ningún punto de vista llegar a reemplazar al petróleo, el gas o la energía hidroeléctrica, si pueden solucionar el abastecimiento energético a nivel local o de ciudades que cuenten con los recursos naturales disponibles.

La energía geotérmica, de acuerdo con la Comisión Nacional de Energía, “corresponde a la energía calórica contenida en el interior de la Tierra, que se transmite por conducción térmica hacia la superficie, la cual es un recurso parcialmente renovable y de alta disponibilidad. El conjunto de técnicas utilizadas para la exploración, evaluación y explotación de la energía interna de la Tierra se conoce como geotermia”.¹

La energía geotérmica utilizada para producir electricidad es la proveniente del calor de las rocas calientes que recubren un foco calórico. A través de perforaciones se inyecta agua fría, la cual, convertida en vapor producto de las altas temperaturas, por presión genera movimiento de dínamos y turbinas generadoras de electricidad.

La explotación de energía geotérmica está determinada por la existencia de fuentes de calor no muy profundas y cercanas a reservorios hidrotérmicos (sistemas de termas o “aguas calientes”). La fuente de calor puede provenir de actividad volcánica o por fricción de placas tectónicas. El calor proveniente del interior de la tierra se propaga hacia la corteza terrestre, donde existen amplias zonas tectónicas con determinadas gradientes geotérmicas, esto es, a mayor profundidad mayor aumento sostenido de la temperatura, en promedio, 1 grado celcius cada 33 metros. En torno a zonas volcánicas, el flujo calórico alcanza valores muy superiores, del orden de 20 a 30 grados celcius cada 100 metros. Es importante que las estructuras geológicas en el yacimiento o reservorio sean permeables, pero a su vez permitan la

¹ CNE Fuentes Energéticas: energías renovables. En:
www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables/geotermica.php

conservación del calor y la presión del reservorio. Es necesario, además, la existencia cercana de áreas de recarga hídrica del reservorio, por la vía de infiltración de aguas meteóricas, pluviales, de deshielos o mixtas.²

Cualquier estudio prospectivo para el uso de esta energía debe tener presente la necesidad de contar con agua natural en la fuente de calor geotérmico y sus características químicas, la temperatura de la fuente calórica y la profundidad a la que se encuentra.

Antecedentes sobre su uso en México.

La geotermia en la actualidad es la tercera fuente más importante de **energía primaria renovable** a nivel mundial con un 9.3%, detrás de las plantas hidráulicas (35.6%) y de la biomasa sólida (45.4%).

Sin embargo, actualmente la energía geotérmica representa alrededor del 0.26% de la capacidad de generación eléctrica instalada a nivel mundial. Para el año 2000, Estados Unidos producía un 44.6% de la energía geotérmica eléctrica del mundo, seguido de México e Italia.³

México, a comienzos del año 2003, tenía una capacidad de generación de 853 MegaWatts (equivalente al 2,09% de la capacidad eléctrica total de México), producida por cuatro campos geotérmicos: Cerro Prieto (Baja California, 720 MW); Los Azufres (Michoacán, 93 MW); Los Humeros (Puebla, 30 MW) y Tres Vírgenes (Baja California Sur, 10 MW)

La experiencia mexicana en energía geotérmica ha resultado exitosa. Prueba de ello es que se encuentra en la actualidad en proceso la instalación la planta Los Azufres II, integrada

² Aprovechando el calor de la Tierra. En: www.editec.cl/electricidad/Elec65/articulos/geotermica.htm

³ Simulacro Preliminar del Desempeño de Centrales Eléctricas Geotérmicas y Eólicas. Informe elaborado por el Área de Energía del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile, Stgo. febrero 2003. En: sitio web de la Comisión Nacional de Energía, op cit.

por 4 unidades de 25MW cada una, duplicando así la capacidad instalada de plantas geotérmicas. Al respecto, la Comisión Federal de Electricidad mexicana señala:

*“La electricidad producida por la geotermia es una de las más limpias y respetuosas del medio ambiente, ya que para generarla se aprovechan los yacimientos geotérmicos compuestos por calor y agua, existentes en ciertos lugares del subsuelo; su costo de generación es competitivo con el de la electricidad producida por las plantas convencionales, ya que, aunque la inversión inicial es alta, su costo de operación es más bajo que el de una termoeléctrica normal”.*⁴

Otro caso interesante es el de la Planta de Cerro Prieto, en Baja California. Este campo geotérmico tiene una capacidad generadora de 720 MW, y es el segundo más grande de su tipo en el mundo. Cerro Prieto está ubicado cerca de Mexicali y comenzó a operar en 1973. Actualmente cuenta con 13 unidades de generación y 140 pozos en producción permanente. Cerro Prieto comprende una superficie de 18 km², aunque las reservas geotérmicas en el subsuelo pueden llegar a 50 km².

La generación de electricidad a partir de estas fuentes alternativas (Cerro Prieto y las demás), permiten a México ahorrar 12 millones de barriles de petróleo al año en promedio. Un elemento importante en el análisis, tanto de esta experiencia, como para proyectos que pudiesen aplicarse en Chile, es que, en comparación con las fuentes convencionales de generación eléctrica, la geotérmica aporta un porcentaje menor (2% en el caso mexicano) de la generación total, pero sí resulta muy determinante a nivel local. Para seguir con el ejemplo de Cerro Prieto, con los 720 MW que produce, se satisface a más del 50% de la necesidad de energía eléctrica de la península de Baja California, incluyendo a las ciudades de Tijuana (1.210.000 hbts) y Mexicali (764.000 hbts.).⁵

El suministro de energía a localidades aisladas o a las cuales resulta muy caro llegar con energía convencional, es el punto estratégico al cual debe apuntar un proyecto geotérmico. Al igual que México, Chile posee una gran ventaja comparativa en términos de potencial

⁴ CFE, Boletín de prensa, México D.F. 5 de febrero de 2003 en: www.cfe.gob.mx

⁵ CFE, Boletín de prensa, México D.F. 2 de marzo de 2003 en: www.cfe.gob.mx

geotérmico que puede aprovechar para lograr importantes grados de autonomía energética y para integrar al desarrollo a localidades postergadas.

La proyección de la Energía Geotérmica en Chile y en la Octava región.

Chile se encuentra ubicado en el llamado “Cordón de fuego del Pacífico”, zona del planeta caracterizada por su intensa actividad volcánica que se extiende por la corteza terrestre desde Japón hasta el sur del país. Asociado a esto se encuentran áreas de actividad geotermal ubicadas en zonas volcánicas o próximas a ellas. De acuerdo a catastros realizados por el Servicio Nacional de Geología y Minería⁶, Chile cuenta con cerca de 115 sitios termales potencialmente aprovechables para generar energía geotérmica –diez de los cuales se encuentran en la Octava región: Santa Bárbara (7), Quilaco (1) y Curacautín (2)– del orden de unos 16.000 MW, según estudios de la Universidad de Chile.⁷ Aunque se ha estimado una potencia real utilizable para la generación de energía eléctrica sólo de entre 1.235 y 3.350 MW.

⁶ web CNE, op cit.

⁷ Energía geotermoeléctrica: una decisión postergada. Revista Ciencia y Tecnología-Conicyt, en: www.conicyt.cl/revista/2004/mayo/html/energias-renovables2.html

El siguiente cuadro muestra el potencial útil de generación eléctrica por región y por fuente geotérmica.

Región	Fuente Geotérmica	Potencial en MegaWatts
I	Puchuldiza	25-150
II	Apacheta	150-250
II	El Tatio/La Torta	100-400
RM	Volcán San José	50-100
VI	Termas del Flaco	10-50
VII	Calabozo	300-1000
VII	Laguna del Maule	50-200
VIII	Chillán	50-250
VIII	Copahue	100-250
X	Carrán/Puyehue	100-300
	Otros	300-400
	Total	1.235-3.350

Fuente: Empresa Nacional del Petróleo

En: www.renovables-rural.cl/tecnologias/otras_geotermia.php

La zona centro sur del país se encuentra favorecida para este tipo de proyectos dado que se encuentra prácticamente encima del arco volcánico de la Cordillera de los Andes. La zona norte, por su parte, hace décadas que su potencialidad ha sido detectada, por ejemplo en la zona de El Tatio, no concretándose aún instalaciones geotérmicas definitivas, aunque las exploraciones se siguen llevando a cabo.

Los costos de construcción de una planta de energía geotérmica son equivalentes a los de una central hidroeléctrica, con la diferencia que se trata de recursos renovables completamente, con una duración mínima de explotación de 50 años y sin impactos negativos para los ecosistemas adyacentes.

La energía en la Octava región.

La región del Biobío es rica en recursos energéticos derivados del potencial hidráulico, del carbón y de la leña, pero no posee petróleo ni gas natural, los cuales se adquieren principalmente desde Argentina. Para el caso del petróleo, existe un oleoducto de 428 kilómetros que transporta el crudo proveniente de la región argentina de Neuquén, hasta las instalaciones de Petrox, la empresa refinadora de Enap, situada en la zona del puerto de San Vicente en Talcahuano. Desde allí se purifica y distribuye el combustible resultante, gasolina, aceite diesel, parafina, gas licuado y materias primas para las industrias textiles y del plástico.

Respecto al gas natural, también se transporta desde Argentina a través del Gasoducto del Pacífico de 317 kilómetros de longitud. Estas instalaciones permiten proporcionar 4 millones de metros cúbicos de combustible natural, más limpio y económico y que, eventualmente, permitirían reemplazar en un alto porcentaje el consumo de gas licuado, parafina, leña y otros, en la calefacción y cocina en la región.

La región es especialmente relevante en la generación de energía hidroeléctrica ya que en la cuenca del río Biobío se encuentran óptimas condiciones para la instalación de centrales que aprovechan la pendiente y los volúmenes de agua del río, como es el caso de Pangué y la próxima a entrar en funciones, Ralco. A comienzos del año 2000, la región proporcionaba cerca del 20% de la energía generada en el país. Este aporte se realiza a través del sistema interconectado central que abarca desde la localidad de Taltal, hasta la Isla Grande de Chiloé. También aporta un porcentaje importante la cuenca del río Laja a través de las centrales de Abanico, El Toro y Antuco.

El marco legal.

Si bien los estudios de factibilidad realizados por la Universidad de Chile para la Comisión Nacional de Energía concluyen en la potencialidad de la energía geotérmica para generación de electricidad –y no sólo para objetivos turísticos y medicinales como hasta hoy

en día– la ausencia de un marco regulatorio para dichos proyectos bloqueaba el desarrollo de tales iniciativas. Esta situación ha cambiado desde la promulgación de la ley N° 19.657 “Sobre Concesiones de Energía Geotérmica” el año 2000.

La ley establece –señala la Comisión Nacional de Energía– que la energía geotérmica es un bien del Estado, susceptible de ser explotado, previo otorgamiento de una concesión por parte del Estado. La ley define las condiciones reglamentarias para la participación de empresas privadas en las actividades de exploración y explotación de la energía geotérmica, excluyendo las aguas termales utilizadas para fines turísticos o medicinales. Asimismo, la ley regula las relaciones entre los concesionarios, el Estado, los dueños de los terrenos superficiales, los titulares de pertenencias mineras, las partes involucradas en operaciones petroleras o empresas autorizadas a explorar y explotar hidrocarburos, entre otras materias.

Las concesiones –agrega la CNE– pueden otorgarse para exploración o explotación. El cuadro siguiente detalla las características principales de las concesiones:

Característica	Exploración	Explotación
Superficie máxima	100.000 ha.	20.000 ha.
Duración	2 años prorrogables a 2 más	Indefinida
Amparo o garantía	No tiene	Patente anual
Extinción	-Por caducidad de período -Por renuncia	-Por no pago de patente -Por no desarrollar la explotación -Por renuncia
Titular	-Persona natural chilena -Persona jurídica	-Persona natural chilena -Persona jurídica
Patrimonio o capital mínimo exigido	-5.000 UF Persona natural -10.000 UF Persona jurídica	-5.000 UF Persona natural -10.000 UF Persona jurídica
Método de asignación	-Directa -Licitación: obligatoria para fuentes probables	-Directa -Licitación: obligatoria para fuentes probables

Fuente: CNE en: www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables/geotermica.php

De acuerdo a la Comisión Nacional de Energía, a octubre de 2003 el Ministerio de Minería había otorgado 12 concesiones para exploración geotérmica, dos de las cuales se encuentran en la Octava región. A saber:

Nombre	Región	Superficie (ha)	Concesionario
Puchuldiza	I	50.000	Corfo
Apacheta	II	33.000	Geotérmica del Norte
El Tatio	II	7.200	Geotérmica del Tatio S.A.
La Torta	II	39.100	Geotérmica del Norte
Volcán San José	Metropolit.	40.000	CFG Chile S.A.
Calabozo	VII	75.000	CFG Chile S.A.
Laguna del Maule	VII	60.000	Universidad de Chile
Copahue I	VIII	72.900	CFG Chile S.A.
Copahue II	VIII	7.000	CFG Chile S.A.
Puyehue-Carrán I	X	28.000	Universidad de Chile
Puyehue-Carrán II	X	12.600	Universidad de Chile
Carrán-Los Venados	X	12.600	Universidad de Chile

Fuente: CNE en: www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables/geotermica.php

La evaluación de factibilidad económica para un proyecto de explotación geotérmica, bajo el marco regulatorio vigente debiera, de acuerdo al estudio realizado por la Universidad de Chile⁸, considerar los siguientes aspectos:

Costos:

- Subproyectos: permisos, caminos de acceso, concesiones, estudios de impacto ambiental, indemnizaciones, difusión del proyecto y apoyo a la comunidad.
- Exploración de la zona.
- Equipamiento de los pozos y vaporductos.
- Construcción de la central generadora.
- Construcción de subestación y líneas de transmisión.
- Operación y mantenimiento del campo geotérmico.
- Operación y mantenimiento de la central.
- Costos de peajes asociados al sistema de transmisión.

Ingresos:

- Ingresos por concepto de ventas de energía en el mercado, clientes libres y clientes regulados.
- Ingresos por concepto de potencia y eventualmente servicios complementarios.

⁸ Simulación preliminar... op cit, p.30.

- Ingresos por concepto de contratos bilaterales físicos.
- Ingresos por concepto de subsidios o franquicias asociadas a fomentos de desarrollo de energías renovables.

Observando el cuadro anterior, se observa que 7 proyectos son llevados a cabo por el Estado: Corfo (1), Universidad de Chile (4) y Geotérmica del Norte (2), conformada esta última en un 49% por ENAP y en un 51% por CODELCO. Las restantes 5 concesiones corresponden a inversiones mixtas –públicas y privadas– como el caso de Geotérmica del Tatio y CFG Chile S.A., conformada esta última por la francesa *Compagnie Française pour le Développement de la Géothermie et des Energies Nouvelles* (filial del Grupo BRGM de Francia) y ENAP. Información reciente señala que la compañía francesa habría decidido dejar el negocio, ante lo cual las prospecciones que desarrollaba junto a ENAP –entre las cuales se encuentran las realizadas en el sector cordillerano de Chillán y los proyectos Copahue I y II, sector cordillerano de la Octava región vecino al volcán Copahue, en la frontera con Argentina– quedarían en estudio por el momento.⁹

Aún cuando los estudios técnicos realizados en el país son auspiciosos en cuanto el potencial geotermal de diversas regiones, siguen existiendo “barreras de entrada” fundamentalmente económicas. Los gastos involucrados en las primeras etapas de exploración de yacimientos geotermales son altísimos, con un importante grado de riesgo de perforar varios pozos sin encontrar los recursos suficientes, además de la incertidumbre de lograr comprador inmediato para la energía generada, en proyectos que no duran menos de 5 años en comenzar a funcionar. A esto debe agregarse que, en este momento, los costos de la hidroelectricidad y del gas natural son más atractivos como negocio que la geotermia.

Asimismo, los recursos que el Estado puede orientar a estos gastos primarios –altos y riesgosos– no son de fácil disponibilidad, dadas las prioridades sociales de inversión del presupuesto. Por esta razón resulta imprescindible contar con socios privados que aporten esos recursos, apostando a la seguridad que otorga Chile a las inversiones, el positivo factor de riesgo-país y el potencial de desarrollo y crecimiento que la economía ofrece como sustento

⁹ Información del Diario Financiero, 29 de julio 2004, en: www.chilesustentable.cl

clave para una creciente demanda por energía. En este sentido, resulta interesante explorar los mecanismos de financiamiento provenientes de la venta de “bonos verdes”, en los países desarrollados, es decir, empresas que generan grados importantes de contaminación en sus procesos productivos, pueden canjear estos excedentes por inversión en energías limpias, como la geotermia. Por último, también será el consumidor final quien tenga que pagar el riesgo inicial en su boleta.

Dentro de las concesiones de exploración, las que ofrecen mayor potencial, en este momento, son El Tatio (2ª región); Apacheta (2ª región); Calabozo (7ª región) y Chillán (8ª región). De poder llevarse a cabo estos proyectos, podrían generar 30MW cada uno, aportando 120MW al sistema.¹⁰

Conclusiones

El abastecimiento de energía es un tema crucial para la agenda del desarrollo en el mundo, y, por cierto, en Chile. Como país dependiente del petróleo, Chile ha debido explorar fuentes energéticas alternativas que aprovechen las ventajas que le proporcionan los recursos naturales existentes. El más desarrollado de estos recursos es el hidráulico. Las centrales hidroeléctricas junto al petróleo y otros combustibles fósiles como el carbón conforman la matriz energética que mueve el desarrollo de la industria y los servicios en el país.

Naturalmente, los costos en deterioro del medioambiente son el precio por el desarrollo: contaminación del aire por la combustión de los motores y de los procesos productivos, alteración irreversible de ecosistemas involucrados en faenas químico-mineras (crisis del valle de Puchuncaví, por la cercanía de la planta refinadora de Ventanas, por ejemplo) y en sectores inundados por centrales hidroeléctricas (cuenca del Biobío). Por esta razón se han realizado importantes esfuerzos financieros –públicos y privados– por introducir tecnologías más limpias, como el caso del gas natural proveniente de Argentina. La solución

¹⁰ Entrevista con el Geólogo Senior de Enap, Sr. Carlos Ramírez.

para muchos problemas de impacto ambiental en los procesos de generación de energía pasan por estas inversiones en tecnologías de alto costo.

Pero otro de los problemas asociados al consumo energético es el de su abastecimiento futuro, su disponibilidad en el tiempo y el precio que ello implica. Las centrales hidroeléctricas dependen de una variable inmanejable: las condiciones climáticas. El petróleo es un recurso escaso y los precios actuales así lo demuestran. Los conflictos bélicos en el Medio Oriente determinan un alto grado de incertidumbre respecto a los precios, los cuales se elevan a cerca de 50 dólares por barril, precio inédito en las últimas décadas, y Chile importa la mayor parte del crudo que consume. Por otra parte, el abastecimiento de gas natural proveniente de los países vecinos que cuentan con yacimientos importantes no está asegurado, como se ha visto en los últimos meses.

Dadas estas circunstancias, resulta imprescindible explorar todas las posibilidades de generación de energía que permitan complementar la matriz actualmente existente. No es posible pensar en reemplazar el petróleo o las centrales hidroeléctricas, pero si es fundamental aprovechar los recursos naturales que el país posee: una alta concentración de energía solar y calórica en el norte del país, la conversión de biomasa residual en gas y el aprovechamiento de la energía geotérmica existente en el norte y en la zona volcánica del centro sur del país. Estas alternativas permitirían dar abastecimiento a localidades alejadas o a las cuales es muy caro llegar, permitiéndoles incorporarse al desarrollo y proporcionando algún grado importante de autonomía y autoabastecimiento energético.

Esta experiencia es la que hace ya décadas viene desarrollando México a través de la energía geotérmica, proporcionando electricidad a zonas alejadas del territorio con un importante ahorro en petróleo –siendo México un actor relevante en la producción de crudo–.

Chile posee los recursos naturales apropiados para desarrollar proyectos de energía geotérmica, particularmente en la Octava región, con proyectos en las localidades del volcán Chillán y del volcán Copahue. Estudios realizados por organismos públicos como la Comisión Nacional de Energía, la Universidad de Chile y la Empresa Nacional del Petróleo

han determinado la viabilidad de dichos proyectos, los cuales, gracias a la reciente publicación de una ley sobre concesiones de energía geotérmica, se encuentran en avanzado desarrollo, aunque con precaución, dado que se trata de inversiones caras y que requieren de socios con recursos, “know how” tecnológico específico en la materia y confianza en la seguridad que el país ofrece a los inversionistas.

Fuentes consultadas

-Comisión Nacional de Energía:

www.cne.cl/fuentes_energeticas/e_renovables/geotermica.php

-www.editec.cl/electricidad/Elec65/articulos/geotermica.htm

-Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile, Área de Energía. Simulacro Preliminar del Desempeño de Centrales Eléctricas Geotérmicas y Eólicas. Stgo. febrero 2003.

En: sitio web de la Comisión Nacional de Energía.

Comisión Federal de Electricidad de México, Boletines de prensa www.cfe.gob.mx

-Energía geotermoeléctrica: una decisión postergada. Revista Ciencia y Tecnología-Conicyt, en: www.conicyt.cl/revista/2004/mayo/html/energias-renovables2.html

-www.chilesustentable.cl

-www.enap.cl

-Entrevista con el Sr. Carlos Ramírez, Geólogo.