

REPÚBLICA DEL PERÚ
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

REPÚBLICA DEL PERÚ
PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO
DE LA ENERGÍA GEOTÉRMICA
EN EL PERÚ

INFORME FINAL
(RESUMEN)

Febrero 2012

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)

WEST JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS, Inc.

ILD
JR
12-018

ABREVIACIONES

Abreviación	Descripción
ACRVM	Regional Conservation Area Vilacota Maure (Área de Conservación Regional Vilacota Maure)
ANA	National Water Authority (Autoridad Nacional de Agua)
ADINELSA	Enterprise for the Administration of Electric Infrastructure (Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A.)
ANP	Protected Natural Areas (Áreas Naturales Protegidas)
a.s.l.	above sea level (sobre el nivel del mar)
COES	Committee for the Economic Operation of the System (Comité de Operación Económica del Sistema)
CENERGIA	Energy and Environment Protection Center (Centro de Conservación de Energía y del Ambiente)
CTE	Electricity Tariffs Commission (Comisión de Tarifas Eléctricas)
DEFENSORIA	Customers Protection (OSINERGMIN branch)
DGAA	General Directorate of Environmental Affairs (Dirección General de Asuntos Ambientales)
DGAAE	General Directorate of Energetic Environmental Affairs (Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos)
DGE	Directorate General of Electricity (Dirección General de Electricidad)
DREM	Regional Directorates of Energy and Mines (Direcciones Regionales de Energía y Minas)
EIA	Environmental Impact Assessment (Evaluación de Impacto Ambiental)
FONAFE	National Fund for the Financing of State Entrepreneurial Activities (Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial)
GART	Division of Tariff regulation annexed to OSINERGMIN (Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria)
GOP	Government of Peru (Gobierno del Perú)
INACC	Concessions and Cadastral Institute (Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero)
INDECOPI	National Institute for the Defense of Competition and Intellectual Property (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual)
INGEMMET	Institute of Geology, Mining and Metallurgy (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico)
INRENA	National Institute of Natural Resources (Instituto Nacional de Recursos Naturales)
IPEN	Peruvian Nuclear Institute (Instituto Peruano de Energía Nuclear)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation (Banco del Japón para Cooperación Internacional)
JETRO	Japan External Trade Organization (Organización de Comercio Exterior del Japón)

JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
MEF	Ministry of Economy and Finance (Ministerio de Economía y Finanzas)
MEM (MINEM)	Ministry of Energy and Mines (Ministerio de Energía y Minas)
MINAG	Minister of Agriculture (Ministerio de Agricultura)
MINAM	Ministry of Environment (Ministerio del Ambiente)
MT	Magneto telluric (Magneto-telúrico)
OGGS	Social Impact Management Office (Oficina General de Gestion Social)
OSINERGMIN	Organization of Supervising for Investments in Energy and Mines (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería)
PPC	Citizen Participation Plan (Plan de Participacion Ciudadana)
RER	Renewable Energy Resources (Recursos Energéticos Renovables)
SEIN	Electric National Interconnected System (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional)
SERNANP	National Service of Natural Protected Areas (Servicio Natural de Áreas Naturales Protegidas)
SINANPE	National System of Protected Natural Areas State (Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado)
SNIP	National System of Public Investment (Sistema Nacional de Inversión Pública)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission (Misión de Topografía por Radar del Transbordador Espacial)
TOR	Terms of Reference (Términos de Referencia)
UTM	Universal Transverse Mercator, geographical coordinate system (Sistema Coordinado Geográfico Universal Transverse Mercator,)

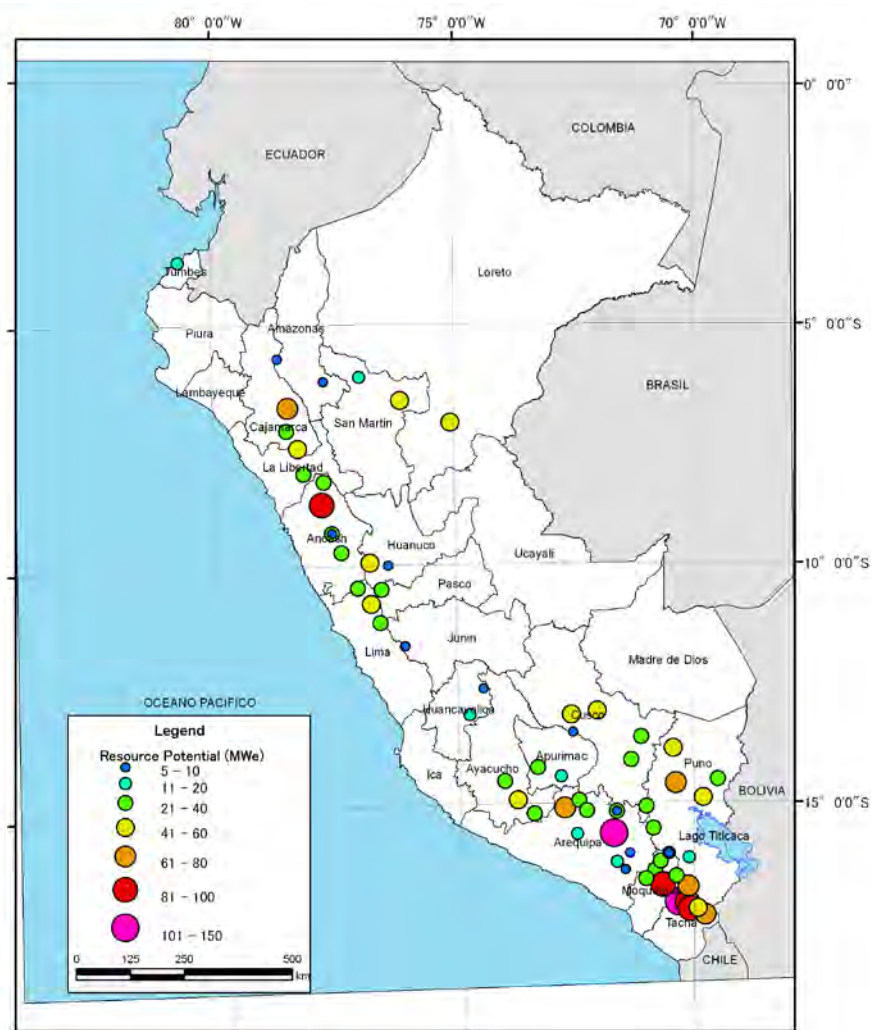
TABLA DE CONTENIDOS

I	INTRODUCCION.....	7
I-1	ANTECEDENTES.....	7
I-2	OBJECTIVOS Y CONTENIDOS DEL ESTUDIO.....	7
II	ESTADO ACTUAL Y TAREAS PARA EL DESARROLLO GEOTERMICO.....	8
II-1	El Sector Energia.....	8
II-1.1	El Sector Energético y sus Políticas.....	8
II-1.2	Marco Legal e Instituciones Relacionadas.....	8
II-1.3	Situación del suministro y demanda de electricidad.....	9
II-1.4	Estructura de la Generación Eléctrica.....	10
II-1.5	Estructura tarifaria.....	11
II-1.6	Políticas de Sector de Generación Eléctrica.....	11
II-2	Aceleración del desarrollo de Energías Renovables.....	13
II-2.1	Antecedentes.....	13
II-2.2	Leyes para la Promoción de la Generación de Electricidad con Recursos Renovables.....	14
II-3	MARCO LEGAL PARA EL DESARROLLO DE RECURSOS GEOTERMICOS.....	17
II-3.1	Ley Orgánica de Recursos Geotermales.....	17
II-3.2	Organizaciones relacionadas con el Desarrollo Geotermal.....	17
II-3.3	Definición de Actividades Geotermales.....	18
II-3.4	Solicitud de Autorización.....	19
II-3.5	Marco Legal para aspectos ambientales y sociales.....	21
II-4	Estado del Desarrollo Geotermal.....	24
II-4.1	Evaluación de Recursos Geotermales.....	24
II-4.2	Estado actual de Aplicaciones de Derechos Geotérmicos.....	25
II-4.3	Organización del sistema para la generación de energía geotérmica.....	27
II-5	Estado de la utilización de uso múltiple de los recursos geotermicos.....	29
II-5.1	Uso directo de la energía Geotermal.....	29
II-5.2	Utilización de Uso Múltiple de Recursos Geotérmicos en el Perú.....	29
II-6	Tareas para el aceleramiento del Desarrollo Geotermico.....	30
III	PLAN MAESTRO.....	31
III-1	Recomendaciones y Plan de Acción.....	31
III-1.1	Objeto del desarrollo de la Generación Energía Eléctrica Geotermal.....	31
III-1.2	Marco de Organización Legal para el Desarrollo Geotérmico.....	49
III-1.3	Recomendaciones para la asistencia e incentivos en la promoción de recursos geotérmicos	52
III-1.4	Consideraciones para la Conservación del Ambiente y la Sociedad en Proyectos de desarrollo de Generación eléctrica Geotérmica.....	60
III-1.5	Sugerencias para el uso de Energía Geotérmica en propósitos Múltiples.....	62
III-1.6	Plan de acción para el Desarrollo Geotérmico.....	67
III-2	Base de Datos para el desarrollo Geotermico.....	72
III-2.1	Objetivos de la Construcción de una Base de Datos.....	72
III-2.2	Especificación de la Base de Datos.....	72
III-2.3	Datos e información en la base de datos.....	73
III-2.4	Gestión y actualización de la Base de Datos.....	73
III-3	Plan de desarrollo Geotérmico.....	74
III-3.1	Criterio de Evaluación para la Priorización del desarrollo Geotérmico.....	74
III-3.2	Priorización del Desarrollo Geotérmico.....	75
III-3.3	Mapa de Ruta del Desarrollo de la Energía Geotérmica.....	79

Conclusiones y Recomendaciones

1. Reservas Geotérmicas en el Perú

El Perú tiene abundantes recursos geotérmicos. En el estudio del Master Plan, el potencial total geotérmico del Perú fue estimado en 2.860 MWe repartidos en Campos geotérmicos. Las regiones con abundancia de recursos geotérmicos están mayoritariamente localizadas en el la parte Sur del Perú.



2. Dificultades a ser solucionadas para la Promoción del Desarrollo de la Generación Eléctrica Geotérmica

- Aunque el Gobierno ha fijado un objetivo tal que en 2019 el 5% de la demanda de energía será suministrada por las energías renovables, incluida la energía geotérmica, la proporción de la contribución de cada fuente de energía renovable ni planes concretos para su desarrollo han sido formulados.
- El riesgo de encontrar los recursos y el elevado costo inicial propio de desarrollo geotérmico, posiblemente puedan prevenir el avance del desarrollo del sector privado. Por lo tanto, es necesario considerar otras opciones tales como la mejora del marco legal de trabajo de electricidad actual o, llevar adelante la participación gubernamental en Proyectos de generación de energía geotérmica

- El único incentivo existente para promover los Proyectos de generación de energía geotérmica proyectos es actualmente el esquema de “Prima en Tarifas” para los generadores recursos energéticos renovables para recoger la energía suministrada a la red por lo menos a un precio monómico fijo contratado a través de licitaciones para la energía renovable. El sistema no ha sido calificado como medida eficaz para la promoción del desarrollo geotérmico por el sector privado ya que el precio de compra (el precio base en la oferta) no se ha examinado todavía.
- En el Perú no hay una base sólida de recursos humanos con capacidad de desarrollar la energía geotérmica para la generación de energía ni los usos múltiples del calor geotérmico. Además, la asociación de colaboración e intercambio de información entre las instituciones gubernamentales llamadas participar en el desarrollo y la promoción de la energía geotérmica no es suficiente todavía.

3. Recomendaciones

➤ Objetivo del Desarrollo de la Energía Geotérmica

⇒ Se anhela que este recurso originario del Perú será desarrollado de la mayor manera posible para la generación de electricidad así como para otros propósitos del uso del calor. El desarrollo debe empezar con la exploración y tomará especialmente largo tiempo. En términos de mediano o largo plazo en la estrategia de diversificación de energías, sería bueno lograr desarrollar 1,000 MW de potencia geotermal para el año 2030.

➤ Marco Legal y Organización de para Desarrollos Geotermales

⇒ Ningún problema mayor ha sido identificado en el presente Marco legal y normativo para el desarrollo geotérmico. Sin embargo, en caso de que los recursos geotérmicos fueran a ser desarrollados solamente por el sector privado, el logro de los objetivos parece ser difícil... Por lo tanto es recomendable revisar y modificar adecuadamente el Marco legal relacionado. La posibilidad de la participación del Gobierno en las etapas de exploración y construcción a través de compañías públicas deber ser evaluada con el objetivo de bajar el riesgo de recursos y reducir la carga de inversión del sector privado.

⇒ Es deseable que, mientras organizaciones gubernamentales como la DGE y el INGEMMET agilizan su organización y promueven la creación de capacidades para con el objeto de promover la energía geotermal, otras entidades, que se espera estén involucradas directamente, establezcan equipos de trabajo relacionados con el desarrollo geotérmico.

➤ Asistencia e incentivos para la Promoción del Desarrollo Geotérmico

⇒ Con el fin de promover aún más el desarrollo de la energía geotérmica a través del sistema FIT actual inducir la inversión privada, es conveniente establecer el precio base de la electricidad en lo más alto posible. Sin embargo, para evitar que el impacto en la tarifa eléctrica para los consumidores vaya a ser significativo, es conveniente aplicar otros medios de ayuda e incentivos

- ⇒ En el caso de que el desarrollo geotérmico sea hecho sólo por el sector privado, se recomienda prestar asistencia a COFIDE, por ejemplo, mediante un esquema de préstamos concesionales de dos etapas. Además., los incentivos fiscales, tales como exenciones fiscales también ayudarían a promover el desarrollo de la energía geotérmica por el sector privado.
- ⇒ Otro medio sería la asociación público-privada en las primeras etapas del desarrollo tal que se aprovechen las condiciones favorables de los préstamos AOD para la parte de la inversión correspondiente a la empresa pública.
- ⇒ Es también deseable que el Gobierno lleva a cabo la exploración de recursos como una parte de ayuda fiscal. Esto contribuye a reducir el riesgo de los recursos, los costes de desarrollo y tiempo de entrega para el desarrollo por parte de empresas privadas.

➤ Propósitos múltiples de uso de la Energía Geotermal

- ⇒ En cuanto al uso múltiple de los recursos de la energía geotérmica, es necesario considerar el desarrollo de un sistema legal relacionado al desarrollo de los recursos geotérmicos y su explotación considerando el uso diversificado aparte de la generación de electricidad. Además, se requiere el apoyo gubernamental, como subsidios, un sistema tributario preferencial, etc. para proyectos de uso múltiple. Se recomienda validar la viabilidad mediante la implementación de un Proyecto-piloto de multi-uso dirigido por el Gobierno.

4. Plan de Acción

Un plan de acción correspondiente a todas las áreas (marco legal del sistema / organización, apoyo / ayuda del gobierno y de uso múltiple) para la promoción de desarrollos de energía geotérmica en el Perú se muestra a continuación.

	Objetivos de corto plazo		Objetivos de largo plazo							Comentarios	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020-		
Revisión de la participación objetivo de ER			▼						▼		Estado presente: 5% de la demanda total de energía
Licitación de proyectos ER		▼		▼			▼		▼		Cada dos años
Marco Legal											
- Establecimiento de política	■										Plan Nacional de ER etc.
- Revisión de la Ley de Geotermia (tanto sea necesario)▶										Manejo de los Desarrollos por el Sector Privado, etc.
- Revisión de la Ley de ER (tanto sea necesario)▶										
- Guías para las consideraciones ambientales naturales y sociales	■										
Organización y Sistema											
- Refuerzo en capacidades en desarrollo y manejo geotérmico	■	▶								DGE·INGEMMET
- Red para la promoción geotérmica	■										MEM, Comité Geotérmico
- Actualización del sistema de base de datos	■										
- Organización para geotermia de la empresa pública	■										Electroperú, etc.
- Refuerzo de capacidades para el sector público en la participación en proyectos geotérmicos		▶								
Apoyo gubernamental											
- Financiamiento para el desarrollo (Préstamo de segundo piso, etc.)	■										COFIDE, etc.
- Esquema APP	■										Financiación con intereses bajos, etc
- Exploración a cargo del sector público	■										
- Actualizar el conocimiento del potencial geotérmico	■						▶			INGEMMET
Utilización de propósito múltiple											
- Manejo del recurso del agua caliente	■										
- Marco legal para el uso de propósito múltiple	■										
- Establecimiento de sistema de subsidio	■	▶								
- Proyecto público demostrativo	■						▶			

5. Base de Datos Geotérmicos

La base de datos de desarrollo geotérmico debe ser construido sobre la base de los datos de recursos geotérmicos disponibles y así sucesivamente mejorada mediante la adición de información sobre el equilibrio entre la oferta y la demanda eléctrica, red de energía, el medio ambiente natural y social. La base de datos de desarrollo de energía geotérmica se puede utilizar para la búsqueda y actualización de la información necesaria sobre el desarrollo de energía geotérmica en el Perú. La base de datos se espera que ayude a acelerar el desarrollo de energía geotérmica en el Perú. Es preferible que todas las organizaciones peruanas relacionadas coordinen su participación en la gestión y actualización de la base de datos con el fin de la utilización eficaz de esta.

6. Plan de Desarrollo Geotérmico

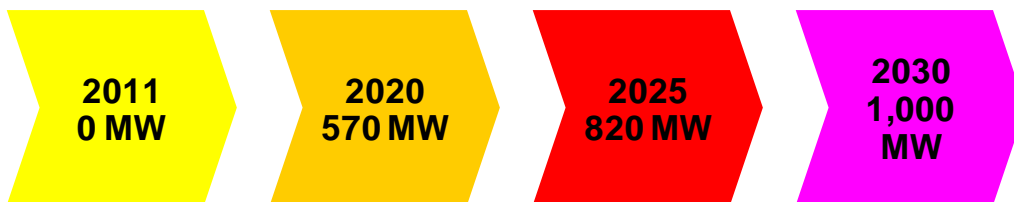
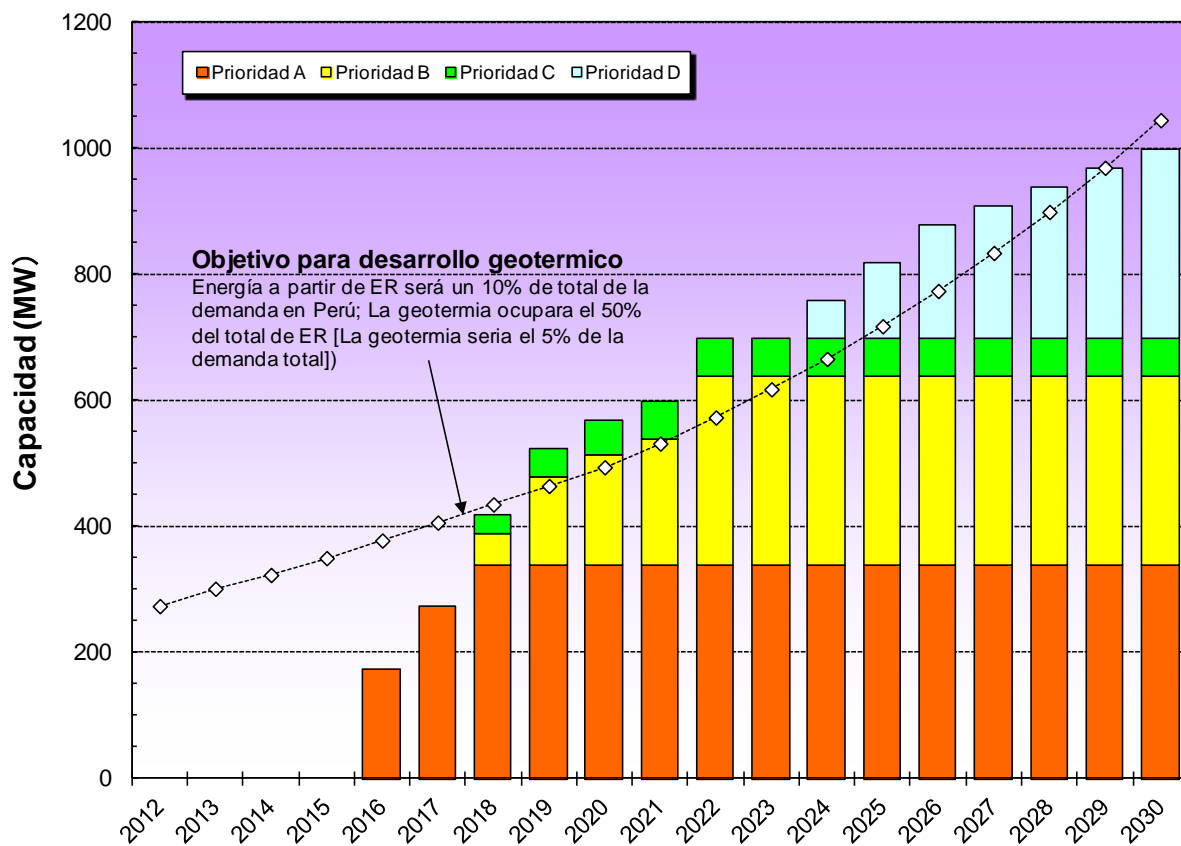
Los resultados de la evaluación de prioridad se resumen a continuación. Es de esperar que un total de 640 MW de generación de energía se logren a partir de los campos clasificados como de prioridad relativamente alta (rango A y B).

Prioridad	Descripción	Campo Geotermico	Posible potencia (MW)	Posible potencia en total (MW)
Prioridad A	Se espera un desarrollo a corto tiempo (los desarrollos se harían aun sin el apoyo del gobierno)	Tutupaca	105	340
		Crucero	70	
		Calacoa-Putina	100	
		Pinaya	35	
		Puquio	30	
Prioridad B	Siguiendo en importancia a los de prioridad A (Se espera solamente la autorización para exploración.)	Chivay-Pinchollo	150	300
		Ancocollo	90	
		Ccollo/Titire	35	
		Ulucan	25	
Prioridad C	Se espera un desarrollo mas o menos a corto plazo, pero el potencial del recurso esta por ser confirmado.	Cailloma	5	(60)
		Huancarhuas	(30)	
		Paila del Diablo	(15)	
		Pararca	(10)	
Prioridad D-1	El potencial del recurso esta por ser confirmado. (Sin embargo en base a la información disponible se espera un alto potencial.)	17 campos (including Chancos and Jesus Maria)	—	Unknown
Prioridad D-2	El potencial del recurso esta por confirmar (in embargo en base a la información existente no se espera un alto potencial.)	24 campos	—	Unknown
Otros	El impacto ambiental de estos proyectos debe evaluarse detenidamente. Si el impacto puede ser evitado o mitigado adecuadamente, debería permitirse el desarrollo geotérmico.	7 campos (including Borateras, Calientes and Chungara-Kallapuma)	—	>225

Note: Number of the evaluated geothermal fields is 61 in total.

El plan integrado para el desarrollo de energía geotérmica en el Perú tiene como objetivo desarrollar 1.000 MW de energía eléctrica para el año 2030 y se elaboró de conformidad con los objetivos establecidos en las recomendaciones además de tener en cuenta el orden de importancia de campos geotérmicos. El progreso anual del plan de desarrollo integrado (Hoja de Ruta) se muestra en la siguiente página.

Los hitos en la “Hoja de Ruta” están establecidos de la siguiente manera: 570 MW en el año 2020, 820 MW en el año 2025, y 1.000 MW en 2030. Para la realización de estos objetivos, se debe realizar el manejo adecuado y dar las instrucciones adecuadas las actividades de exploración practicada por parte de empresas privadas. Por otra parte, es deseable que el Gobierno del Perú apoye o participe estudios y en las actividades de exploración si estos no funcionan con eficacia. Además, de ser necesario, la Hoja de Ruta debe ser revisada y actualizada, de acuerdo a los avances de la actividad de exploración y desarrollo.



Inicio de autorizaciones al 5% de la demanda total de energía

Desarrollo de campos prioridad A : 340 MW

Desarrollo de campos prioridad B: 300 MW

Desarrollo de campos prioridad C: 60 MW

Desarrollo de campos prioridad D: total 300 MW

I INTRODUCCION

I-1 ANTECEDENTES

Se estima que existe un potencial considerable de recursos geotérmicos aptos para la generación eléctrica en la República del Perú (en lo sucesivo referido como Perú) que bien podrían superar los 3.000 MW. Sin embargo en la actualidad no hay ningún emprendimiento de explotación de este recurso en el país dado a que el país no ha establecido los conocimientos técnicos y experiencia necesaria para la exploración, desarrollo y explotación de los recursos geotérmicos.

Se sabe que el potencial de generación de energía hidroeléctrica es muy alto, sin embargo, la posibilidad de escasez de agua en el futuro no puede ser eliminada debido a los efectos del cambio climático. Bajo estas circunstancias, la ley para la promoción de la generación de electricidad con energías renovables fue promulgada en 2008. El objetivo de esta ley es lograr que el 5% de la generación total de electricidad sea hecha utilizando fuentes de energía renovables (solar, eólica, biomasa, geotérmica, pequeña hidroeléctrica (< 20 MW)). De acuerdo con esta ley, el gobierno deberá elaborar y revisar el plan nacional de desarrollo y aprovechamiento de energías renovables cada dos años. En el caso de los recursos geotérmicos, en la actualidad no hay ningún desarrollo de actividades geotérmicas. Lo único concreto hecho en el Perú son dos estudios de prefactibilidad realizados para las Borateras y campos Calientes. Dentro del gobierno peruano se ha creado un comité para la promoción del desarrollo geotérmico y, asimismo las autoridades energéticas del Perú han solicitado asistencia técnica al gobierno japonés para formular un Plan Maestro para el desarrollo de los recursos geotérmicos del país.

I-2 OBJETIVOS Y CONTENIDOS DEL ESTUDIO

El objetivo de este estudio es conformar un plan nacional de desarrollo de energía geotérmica (Plan Maestro) con el fin de promover y acelerar el desarrollo de la energía geotérmica y los programas de explotación en el Perú.

El Plan Maestro se ha formulado teniendo en cuenta todos los factores asociados al desarrollo de los recursos geotérmicos además al estudio del marco establecido por la política y/o disposiciones legales presentes relacionadas con la energía y su generación. El Plan Maestro incluye recomendaciones dirigidas a la promoción del desarrollo de energía geotérmica en el Perú a través del establecimiento de políticas nacionales adecuadas. Además, se construyó una base de datos de información relacionada con el desarrollo de la energía geotérmica en Perú con el propósito de servir como una base sobre la cual se formule el Plan Maestro y una plataforma sobre la cual la autoridad correspondiente del Perú pueda proceder a cambios después de que este estudio se haya completado. La transferencia de tecnología al personal de contraparte de la Dirección General de Electricidad (DGE), INGEMMET y otras organizaciones en el Ministerio de Energía y Minas (MEM) se llevará a cabo durante toda la ejecución de las actividades para este estudio.

El contenido del Reporte Final esta estructurado de la siguiente manera:

- Informe Principal Capitulo I: Estado del desarrollo de la Energía Geotérmica y sus temas
- Informe Principal Capitulo II : Plan Maestro
 - Recomendaciones y Plan de Acción
 - Base de Datos para el desarrollo Geotérmico
 - Plan de desarrollo de Generación Energía Geotérmica
- Anexo: Conclusiones del Estudio
 - Resultado del estudio de sitios prometedores (recursos y medio ambiente)
 - Plan para el desarrollo de Generación en sitios prometedores
 - Resultados de las evaluaciones

II ESTADO ACTUAL Y TAREAS PARA EL DESARROLLO GEOTERMICO

II-1 El Sector Energia

II-1.1 El Sector Energético y sus Políticas

En los años 70 el petróleo crudo y derivados (53%) y la biomasa (37%), principalmente madera, tuvieron una participación importante en el suministro de energía en el Perú. Recientemente, sin embargo, la participación del gas natural como fuente para la generación ha subido importantemente (significando en la actualidad alrededor del 33%), mientras que ha habido una reducción significativa de la participación del petróleo crudo y derivados (35%) y biomasa (15%). Por otro lado, la hidrogenación, que alcanzó su pico de participación en 2004 con un 17%, ha caído a sólo el 14% principalmente por causa de la penetración de los recursos naturales de gas en la generación de electricidad. La participación del gas natural y sus derivados (desde el año 2004 se puede ver el impacto del campo Camisea claramente) ha ayudado a reducir la dependencia del petróleo crudo y, en los últimos años, la reducción de la participación de la biomasa (en especial el de madera) es también muy notable. Por otro lado, la abundancia de recursos hídricos del país (alrededor de 58.000 MW) no ha sido suficientemente explotada.

La política energética del país tiene como objetivo garantizar la autosuficiencia energética en un entorno competitivo mediante la promoción de la inversión privada y se espera que el Sector asuma el papel de locomotora para el crecimiento sostenible de la economía. En particular, la diversificación de las fuentes de energía (a través de la reducción de la dependencia del petróleo y al mismo tiempo aumentando el uso de gas natural, gas licuado y energías renovables), la promoción del desarrollo de los recursos energéticos renovables (biomasa, eólica, la capacidad solar, geotermia, mareomotriz y la energía hidroeléctrica de menos de 20 MW), la electrificación rural, el desarrollo sostenible del sector y con mínimo impacto ambiental, la reducción de las emisiones de carbono y una mayor integración con los mercados energéticos de la región son una visión a largo plazo del Ministerio de Energía y Minas para el sector energético. En la Política Nacional de Energía del Perú 2010-2040, aprobada por Decreto Supremo (No.060-2010-EM) en noviembre de 2010, los objetivos de la política energética nacional son:

1. Disponer de diversificadas fuentes de energías, con énfasis en las energías renovables y su eficiente.
2. Hacer competitivo el suministro de energía.
3. Acceso universal al suministro de energía.
4. Tener mayor eficiencia en la cadena de producción y en el uso de energía.
5. Alcanzar autosuficiencia en la producción de energía.
6. Desarrollar el Sector Energético causando mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbón en un marco sostenible de desarrollo.
7. Desarrollar la industria del gas natural y su uso doméstico, transporte, comercio e industria como también para la eficiente generación de electricidad.
8. El reforzamiento de las instituciones del Sector.
9. La integración a largo plazo con los mercados energéticos de la región.

II-1.2 Marco Legal e Instituciones Relacionadas

II-1.2.1 Marco Legal

Las actividades del subsector electricidad son reguladas por la Ley de Concesiones Eléctricas (Ley N ° 25844) y su Reglamento, que entró en vigor en 1992. Estas normas se complementan con la Ley para asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica (Ley N ° 28832), que entró en vigor en año

2006 y con el propósito de mejora gradual y adaptación del marco legal a lo largo de la evolución del mercado eléctrico.

II-1.2.2 Instituciones relacionadas

La Figura II-1.2.1 muestra a los actores involucrados en el subsector de la electricidad y su interacción de acuerdo con la normativa vigente.



Fuente: MEM Sector Eléctrico 2010

Figura II-1.2.1 Participantes en el subsector eléctrico

II-1.3 Situación del suministro y demanda de electricidad

II-1.3.1 Generación

La capacidad instalada de generación es 7.309 MW (no se incluye 1.303 MW de la generación privada por autoconsumo) a diciembre de 2010. Las plantas de generación son propiedad de 45 Empresas.

Como se muestra en la Tabla II-1.3.1, la generación consiste principalmente de 3.345 MW (45,8%) de hidrogeneración y 3.964 MW (54,2%) generados por medios termales. La generación por gas natural (2.479 MW) abarca casi la mitad del total de la generación térmica. En 2010, la generación eólica participó en el mercado, aunque la capacidad es solamente 0,7 MW (0,01%)

Tabla II-1.3.1 Capacidad Instalada/ efectiva y tipo de generación

Fuente de energía	Capacidad Instalada (MW)	%	Capacidad Efectiva (MW)	%
Hidroeléctricas	3.345	45,8%	3.237	47,1%
Termoeléctricas	3.964	54,2%	3.637	52,9%
Gas Natural	2.479	33,9%	2.306	33,5%
Dual (Gas Natural - Diesel)	544	7,4%	509	7,4%
Diesel	500	6,8%	407	5,9%
Carbón	426	5,8%	404	5,9%
Otros	15	0,2%	11	0,2%
Eólico	0,7	0,01%	0,7	0,01%
Total	7.309	100,0%	6.875	100,0%

II-1.3.2 Líneas de Transmisión y Subestaciones

A finales de 2010, el sistema de transmisión en el Perú estaba compuesto principalmente por redes de 220 kV, 138 kV y 33/30 kV. La red está interconectada en 220 kV con una longitud de 2.200 km de norte a sur. La Figura II-1.3.1 muestra la interconexión de las líneas de transmisión a diciembre de 2010.



Figura II-1.3.1 Red de Transmisión (MEM, 2010)

II-1.4 Estructura de la Generación Eléctrica

II-1.4.1 La Generación

El mercado mayorista es libre y cuenta con la participación de las empresas de generación. En el mercado mayorista, los generadores de energía venden energía a las empresas de distribución o directamente a los grandes usuarios (consumidores de más de 2.500 kW). El centro de despacho de carga, COES-SINAC, que es una organización compuesta por todas las empresas de generación y transmisión (para cada sistema de transmisión) tiene la función del despacho comercial diarios. El despacho está previsto cada hora en orden de mérito por el principio de despacho económico óptimo.

II-1.4.2 Transmisión y Distribución

Para asegurar la liberalización de los mercados al por mayor y al por menor, la ley garantiza el libre acceso a las redes de transmisión. Los usuarios de líneas de transmisión y distribución deben pagar cargos de transmisión y distribución aprobados por el OSINERGMIN.

II-1.4.3 Pequeños usuarios del Mercado

Actualmente existen dos Mercados para la venta de electricidad: el Mercado libre para los grandes usuarios (consumidores por encima de 2.500 kW) y el Mercado regulado, para los pequeños usuarios (consumidores por debajo de 200 kW). Los consumidores de entre 200 kW y 2.500 kW pueden elegir cualquiera de ellos. Los grandes usuarios pueden hacer libremente un contrato con las empresas de generación o distribución. Actualmente hay 343 contratos libres, ocupando el 46% de ventas totales de energía en el país y que representan la transacción de 11,400 GWh. En el mercado regulado, las empresas distribuidoras están obligadas a suministrar electricidad a los usuarios pequeños en el área que les corresponda.

II-1.5 Estructura tarifaria

Las tarifas de electricidad son reguladas por el OSINERGMIN y determinadas en función de la generación, transmisión y distribución. La tarifa para los usuarios se calcula sumando la cuota en el nodo (la tasa de generación y la tarifa de transmisión hasta el nodo) y la cuota de distribución de generación de comisiones tiene dos componentes: la cuota de capacidad (USD / MW) y la cuota de energía (USD / MWh). El costo de la energía se define en función de estar dentro o fuera del espacio de horas pico respectivamente.

La Figura II-1.5.1 Muestra el precio promedio de la energía en los mercados regulado y libre respectivamente en de 1995 a 2010.

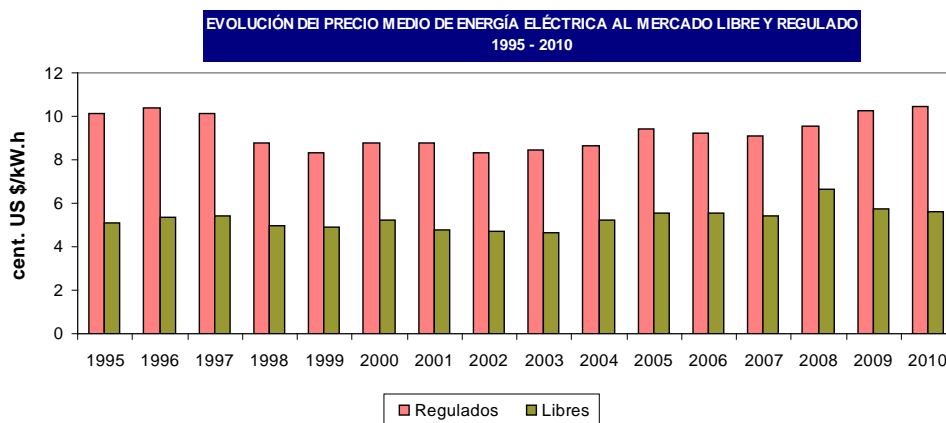
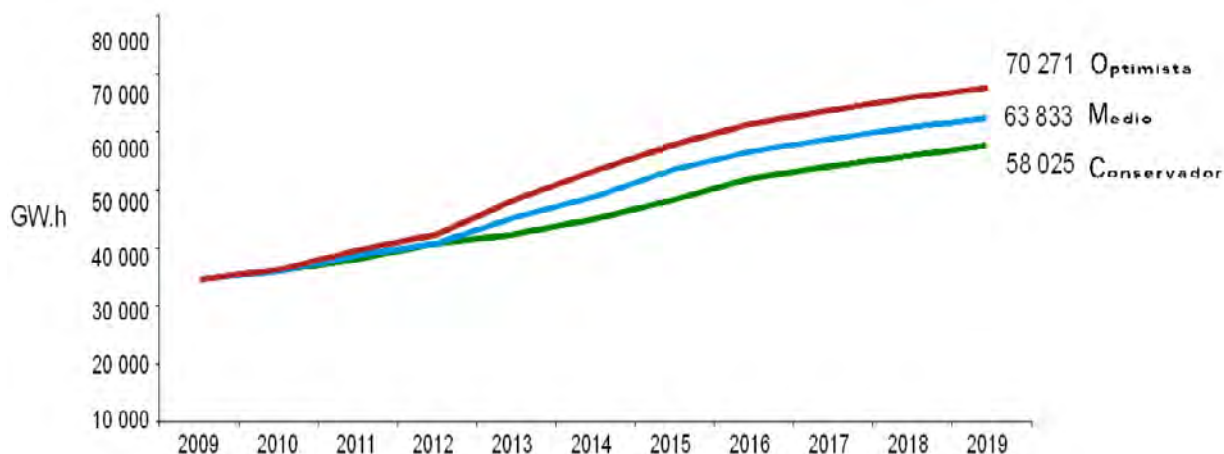


Figura II-1.5.1 Evolución del precio de la energía (1995 - 2010)

II-1.6 Políticas de Sector de Generación Eléctrica

En los últimos cinco años, la demanda de electricidad ha tenido un crecimiento anual promedio del 8%, debido al fuerte desarrollo de la minería y la industria. En la Figura II-1.6.1 se muestra la demanda proyectada hasta el año 2019 en tres diferentes escenarios: optimista (9,0%), medio (8,1%) y conservador (7,0%). A pesar de las condiciones macroeconómicas en el país este nivel de crecimiento se ha mantenido y, sin embargo que en los últimos cinco años la inversión en electricidad ha crecido a una tasa promedio anual de 23%, el país necesita acelerar la aplicación de nuevos proyectos para asegurar el suministro de energía eléctrica



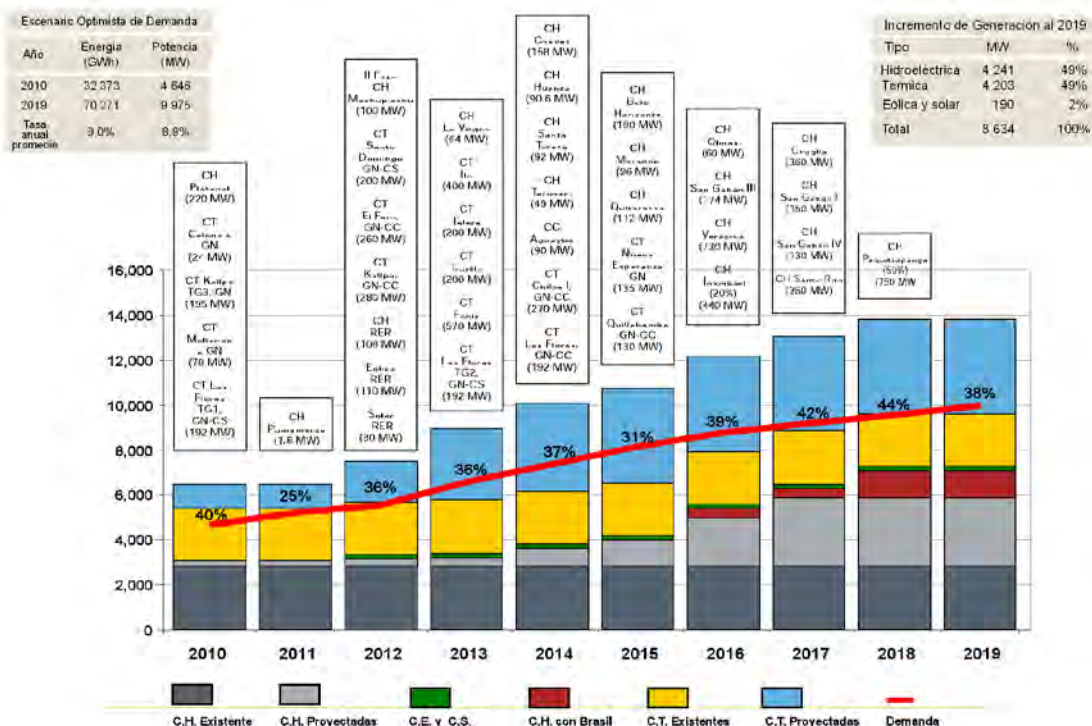
Fuente: MEM 2010

Figura II-1.6.1 Proyección 2009 a 2019 de la demanda de energía

Basado en estos hechos, el MEM está implementando políticas en los siguientes lineamientos:

- Diversificar la matriz energética.
- Mecanismos de incentivo para la inversión privada.
- Perfeccionar el marco normativo y legal del subsector para asegurar el suministro oportuno y adecuado.
- Promover el desarrollo y uso de fuentes de energía renovables para la generación de electricidad, sobre todo la hidroeléctrica.
- Uso eficiente del Gas Natural para la Generación Eléctrica.
- La seguridad y la cobertura de la transmisión eléctrica.
- Regulación de tarifas en el Mercado Regulado.
- Continuar la expansión de la cobertura eléctrica en áreas rurales y fronterizas del país.
- Promover la cultura del uso eficiente y seguro de la electricidad.
- Seguridad Energética.
- Promover las inversiones en generación y transmisión de electricidad para la integración energética regional (apuntando a convertirse en un exportador de electricidad en la región, teniendo en cuenta el enorme potencial de energía hidroeléctrica).
- La promoción de desarrollo energético tomando en cuenta la conservación del medio ambiente.

De acuerdo con publicación del MEM "Sector Eléctrico 2010", el incremento estimado de la capacidad de generación para el 2019 será a 8.634 MW. Esta potencia será de 49% en energía hidroeléctrica, 49% en centrales eléctricas a gas natural y el 2% en proveniente de recursos energéticos renovables (sin contar hidráulicos), como se muestra en la Figura II-1.6.2.



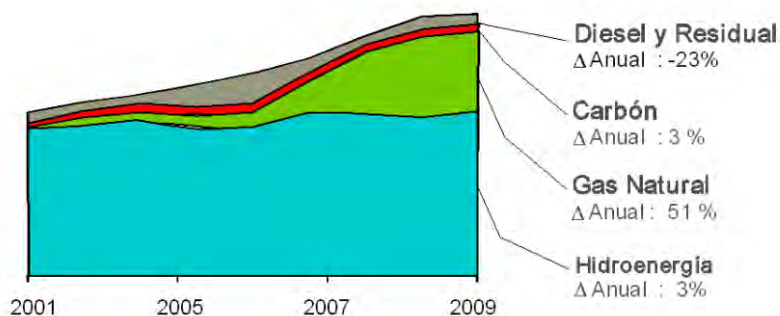
Fuente: MEM 2010

Figura II-1.6.2 Alimentación y demanda Proyectadas para el SEIN, años 2010 a 2019

II-2 Aceleración del desarrollo de Energías Renovables

II-2.1 Antecedentes

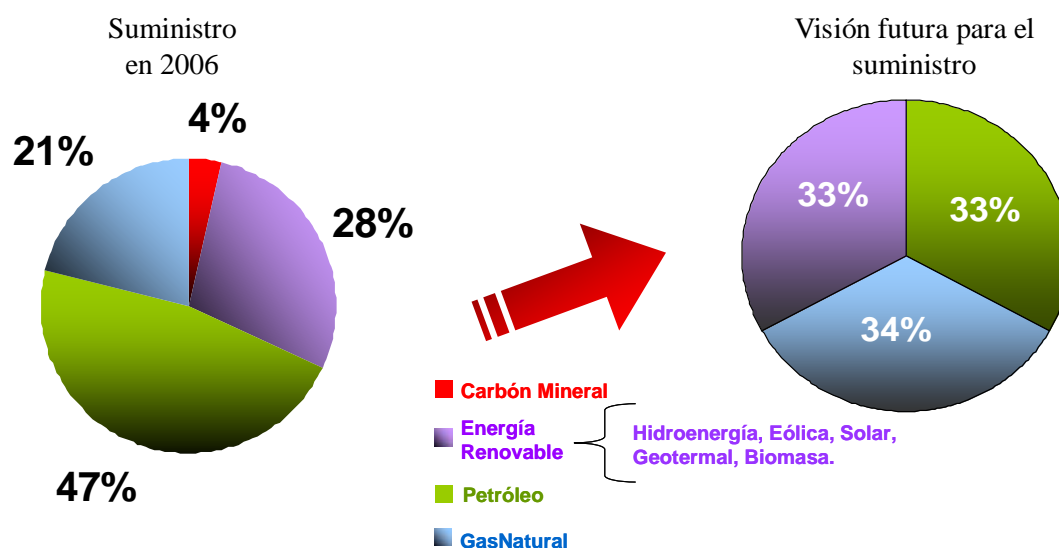
El Gobierno está implementando medidas concretas para la implementación de las políticas del sector de energía. La promoción del uso de los recursos energéticos renovables es uno de los pilares y para él es un requerimiento no sólo desde el punto de vista del medio ambiente sino también desde el que, para satisfacer la creciente demanda de electricidad en el mediano plazo, será esencial utilizar los recursos de energía renovable. Sin embargo, como se muestra en la Figura II-2.1.1, el país depende en gran medida la producción de electricidad a partir de los recursos hídricos y, por otro lado, la generación de electricidad mediante la quema de gas natural también se ha incrementado recientemente. En este sentido, la importancia de la introducción de los recursos renovables a la matriz energética del país será cada vez mayor desde el punto de vista de la seguridad energética del país.



(Fuente : MEM, 2010)

Figura II-2.1.1 Generación en función del Recurso, años 2001 a 2009

El gobierno tiene una visión para el cambio de la matriz energética del país en el futuro, en lo cual, aproximadamente una tercera parte de la oferta energética (incluye generación de electricidad) debe ocuparse con los recursos de energías renovables (Figura II-2.1.2) En Junio de 2010, el gobierno presentó oficialmente las Acciones Nacionales Adecuadas de Mitigación del Cambio Climático de acuerdo al acuerdo internacional en COP 15 bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Acuerdo de Copenhague). Dentro de las actividades que el gobierno comprometió a realizar voluntariamente se encuentra la modificación de la matriz energética actual, a fin de que al año 2020, las energías renovables (energías no convencionales, hidroenergía y biocombustibles) representen, por lo menos, el 33 % de la energía consumida en el país.



Fuente: "Normas e instalaciones para desarrollar Energía Renovable" MEM Oct. /2008

Figura II-2.1.2 Visión para el cambio de matriz energética

II-2.2 Leyes para la Promoción de la Generación de Electricidad con Recursos Renovables

El Gobierno estableció la obligación de que el 5% del consumo de energía en los próximos cinco años sea cubierto con recursos energéticos renovables (RER: biomasa, eólica, solar, geotermia, mareomotriz y de energía hidroeléctrica de capacidad hasta 20MW). El Gobierno está poniendo en práctica las reglas y los incentivos para promover el uso de recursos energéticos renovables y la promulgación en mayo de 2008 de la Ley para Promover la Generación de Electricidad con Energías Renovables (Ley No.1002) y su Reglamento (Decreto Supremo No.050-2008-EM), promulgado en octubre del mismo año, son sus más importantes acciones.

Conforme a la Ley y su Reglamento, el gobierno llevó a cabo la primera y segunda subastas del suministro de electricidad con recursos energéticos renovables en el SEIN durante el período de 20-30 años en el precio adjudicado. La subasta se realizó de la siguiente manera:

El país garantiza que el 5% del consumo anual de energía debe estar cubierto por la energía generada a partir de recursos energéticos renovables durante los próximos 5 años. Este porcentaje de participación de recursos energéticos renovables puede ser aumentado por el MEM.

- Para cumplir con el requisito, el país garantiza el pago del precio otorgado en la subasta por un período de entre veinte y treinta años (el generador a partir de recursos energéticos renovables recibe la garantía de ingresos de la venta de la energía producida en el precio de adjudicación. En caso de que el precio otorgado exceda el costo marginal del mercado al contado, la diferencia será cubierta como Premium).

- La composición de la energía por tipo de tecnología se define de acuerdo con el Plan Nacional de Energías Renovables, según los proyectos solicitados y según proyectos con concesión. Las Bases para las subastas fueron preparadas por el MEM.
- El proceso de subasta es conducido por el OSINERGMIN a pedido del SIEN.
- Para la determinación del Precio Base, EL MEM considera una tasa de retorno no menor del 12%, como está definido en el Artículo 79 de la Ley de Concesiones Eléctricas. El Precio Base será calculado por OSINERGMIN de acuerdo al tipo de tecnología de generación con recursos energéticos renovables (referirse a la Figura II-2.2.1).

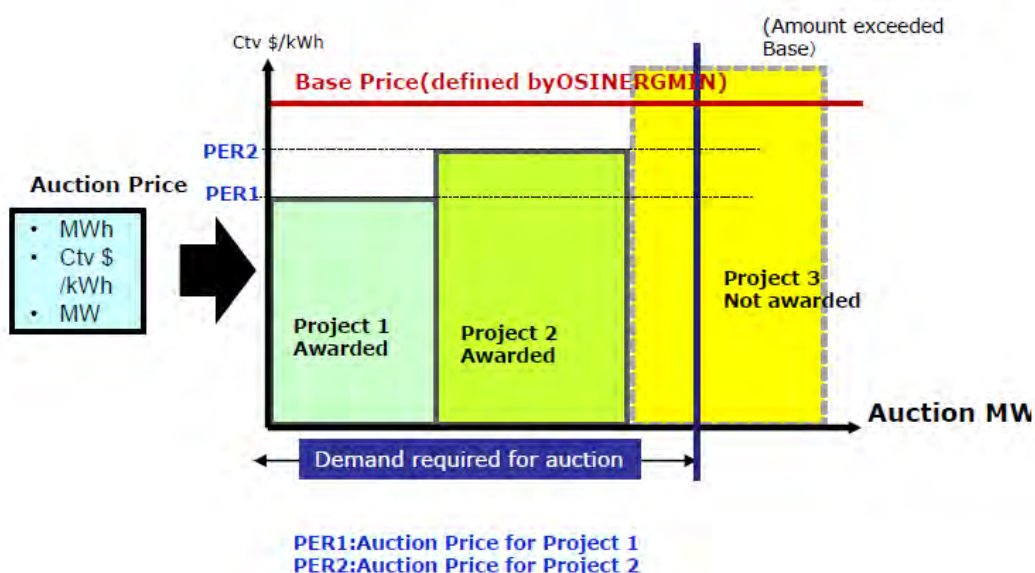


Figura II-2.2.1 Esquema de Subasta para la generación con recursos energéticos renovables

- El precio de adjudicación será garantizado a cada adjudicatario de la venta de su producción de energía, expresada en dólares EE.UU. / MWh.
- La evaluación de ofertas es independientemente hecha para tipo de tecnología de recursos energéticos renovables.
- La adjudicación se determina en función al orden de mérito dentro del Precio Base y hasta completar la cuota de cada tecnología, como se define en el documento de licitación, para cubrir el total de energía requerida.
- El término de validez es establecido en las Reglas, siendo este de no menos de veinte años ni más de treinta.
- El llamamiento a subasta se llevará a cabo con intervalo de dos años.
- La venta de energía generada con recursos energéticos renovables en el Mercado en corto plazo y a un costo marginal más una prima está garantizada en los casos en que el costo marginal es menor al de tasa correspondiente a la concesión (Ver Figura II-2.2.2). La prima se reflejará en el precio de la electricidad para los usuarios finales.

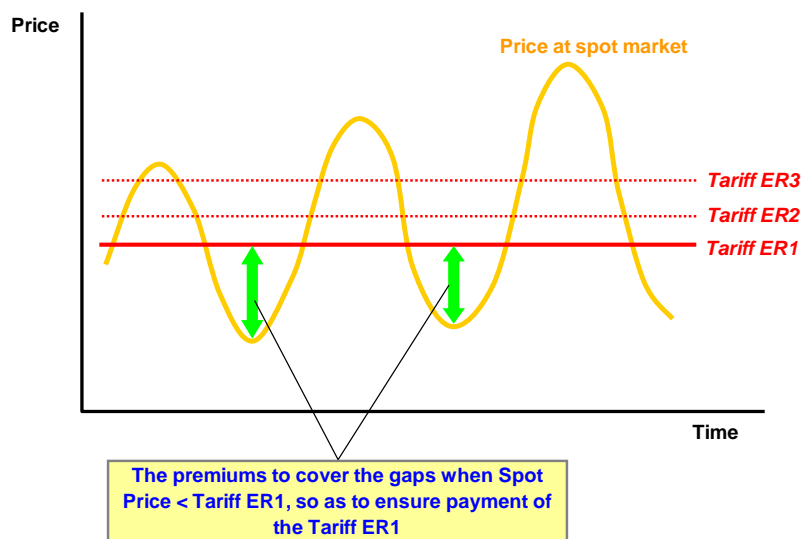


Figura I-2.2.2 Precio de venta de energía generada por recursos energéticos renovables

- Ser titular de una concesión temporal no es un requisito para ser postor.
- Se dará despacho preferencial y libre acceso para conectarse a las redes

El gobierno convocó, en octubre de 2009, la primera subasta de suministro de electricidad con recursos energéticos renovables con el objeto de tener capacidad instalada de 500 MW con recursos energéticos renovables (que fueron calculados a un factor de planta 30%, considerando que la energía requerida es de 1.134 GWh/y). La adjudicación se llevó a cabo en febrero, 2010. Calificaron 20 postores con 31 proyectos: 17 hidroeléctricos, 6 eólicos, 2 de biomasa y 6 solares. Finalmente, los proyectos adjudicados fueron 26. Los precios máximos de adjudicación previamente fijados por OSINERGMIN (en desconocimiento de los ofertantes antes de ofertar) para las tecnologías hidroeléctrica, eólica, biomasa y solar fueron 74 US\$/MWh, 110 US\$/MWh, 120 US\$/MWh, 269 US\$/MWh respectivamente. Estos precios fueron calculados por OSINERGMIN de acuerdo a su metodología, y fueron mantenidos en reserva hasta el inicio del acto público de apertura de sobres con la oferta económica y la adjudicación.

El plazo de vigencia de la Tarifa de adjudicación es 20 años y los proyectos adjudicados deberán estar en operación comercial a más tardar el 31 de diciembre de 2012. La subasta para complementar el faltante del universo inicial de 500 MW fue anunciada en Marzo de 2010 y 25 proyectos (5 de biomasa, 3 solares y 17 hidroeléctricos) participaron. Sin embargo, la mayoría de los proyectos presentaron precios arriba de la tarifa base y solamente dos proyectos hidroeléctricos resultaron adjudicados. La segunda Subasta se llevó a cabo el 4 de Abril de 2011 (adjudicada en Julio de 2011). En esta se adjudicaron un proyecto para biomasa, otro de generación eólica y uno más de energía solar. El precio base se había fijado en US\$ 65/MWh para la biomasa solamente. La Tabla II-2.2.1 muestra los resultados de la primera y segunda subasta para proyectos de Biomasa, Eólicos y Solares.

Tabla II-2.2.1 Resultados de la subasta para Generación a partir de recursos energéticos renovables

Nombre del proyecto	Capacidad (MW)	Precio (cents USD/kWh)	Factor de Capacidad (%)	Año de subasta Year	Inicio de inyección al sistema
Biomasa	29.4				
Generación Ingenio Azucarero Paramonga	23.0	5.20	57.10	2009	2010
CTB Huaycoloro	4.4	11.00	73.40	2009	2011
La Gringa V	2.0	9.999	80.00	2011	2014
Eólico	232.0				
Marcona	32.0	6.55	52.93	2009	2012
Central Eolica Talara	30.0	8.70	46.00	2009	2012
Central Eolica Cupishnique	80.0	8.50	43.00	2009	2012
Central Consorcio Tres Hermanas	90.0	6.90	52.73	2011	2014
Solar	96.0				
Panamericana Solar 20TS	20.0	21.50	28.90	2009	2012
Majes Solar	20.0	22.25	21.50	2009	2012
Tacna Solar	20.0	22.50	26.90	2009	2012
Reparticion Solar 20T	20.0	22.30	21.40	2009	2012
Solarpack Corporación Tecnológica S.L.	16.0	11.99	30.50	2011	2014
Total	357.4				

El generador recursos energéticos renovables adjudicatario y conectado al SEIN, puede vender parte o la totalidad de su energía al mercado de corto plazo. Adicionalmente obtiene un monto por prima en el caso que la tarifa de adjudicación sea mayor a un costo marginal en el mercado de corto plazo. El generador recursos energéticos renovables conectado a un sistema aislado venderá su electricidad al precio otorgado, el recursos energéticos renovables no adjudicado puede vender toda o parte de su electricidad en el mercado a corto plazo mediante contrato con una tercera parte.

Adicionalmente, se han dictado leyes que otorgan beneficios tributarios a la inversión en energías renovables; a) Decreto Ley No.1058, que dispone el beneficio de depreciación acelerada de activos, de hasta 20% cada año, para efectos del pago de Impuesto a la Renta, para las inversiones hidroeléctricas y demás energías renovables (Junio, 2008) y b) Ley No.28896, que dispone que la generación de energía eléctrica con recursos hidráulicos y otros renovables, puede acogerse al Régimen de Recuperación Anticipada del Impuesto General a las Ventas (IGV) (Junio, 2006).

II-3 MARCO LEGAL PARA EL DESARROLLO DE RECURSOS GEOTERMICOS

II-3.1 Ley Orgánica de Recursos Geotermiales

Para la promoción del desarrollo de recursos geotérmicos, se promulgó la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos (Ley No.26848) en julio de 1997 y su respectivo Reglamento en 2006. Posteriormente en abril 2010, aprobó el nuevo Reglamento de la Ley No.26848, con el objetivo de introducir las inversionistas privadas en el desarrollo de esta fuente energética y reducir el riesgo en ellas. Asimismo, con Resolución Ministerial No.191-2007-PCM, se constituyó una Comisión Técnica Multisectorial.

II-3.2 Organizaciones relacionadas con el Desarrollo Geotermal

Las entidades competentes relacionadas a desarrollo geotérmico en el país son: Viceministerio de Energía-Ministerio de Energía y Minas
Ministerio de Energía y Minas resolverá en segunda y última instancia administrativa las impugnaciones interpuestas contra las resoluciones de la Dirección General de Electricidad.

Dirección General de Electricidad (DGE)

Son atribuciones de DGE, conforme con lo dispuesto a la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento, tramitar y resolver en primera instancia, según corresponda, todos los procedimientos administrativos.

Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE)

Son atribuciones de la DGAAE, conforme con lo dispuesto a la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento, tramitar y resolver en primera instancia, según corresponda, todos los procedimientos administrativos concernientes a los Estudios Ambientales para las actividades geotérmicas.

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)

OSINERGMIN es la entidad encargada de la supervisión y fiscalización de las actividades geotérmicas. Establecerá las escalas de multas y sanciones para los titulares de derechos geotérmicos que incumplan la ley y el reglamento, conforme los dispositivos legales que establezca para tal fin. Remitirá a la DGE la relación de los derechos geotérmicos que se encuentren incursos en causal de caducidad.

II-3.3 Definición de Actividades Geotermiales

Según la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento, las actividades geotérmicas se dividen como se muestra en la Tabla II-3.3.1;

Tabla II-3.3.1 Fases para el desarrollo de recursos geotérmicos y derechos geotérmicos

Fase de Desarrollo	Actividades	Derecho Geotérmico	Plazo
i) Reconocimiento	Actividad que tiene por objeto determinar, por medio de observación de la geología del terreno y por estudios geoquímicos, si la zona observada puede ser fuente de recursos geotérmicos.	Libre	
ii) Exploración Fase 1 : Realización de estudios previos a la perforación de pozos exploratorios profundos, los cuales deberán tener una profundidad menor de 1.000 m. Fase 2: Para la realización de perforación de pozos exploratorios profundos, que implica la perforación como mínimo de 3 pozos.	Actividad que determina las dimensiones, posición, características y magnitud de recursos geotérmicos, e incluye la perforación de pozos de gradiente térmica.	Autorización	3 años Fase 1:2 años Fase 2:1 año (Una vez podrá ser prorrogada por 2 años más)
iii) Desarrollo (Explotación) →Generación Eléctrica	Actividad con fines comerciales que permite obtener energía geotérmica por medio de vapor, calor o fluidos geotérmicos de baja y alta temperatura u otros.	Concesión →En caso que se explote la energía geotérmica con fines de generación eléctrica, el contrato de concesión se extenderá automáticamente por el mismo lapso del a concesión o autorización de generación eléctrica.	30 años (Podrá ser prorrogada por 10 años cada vez)

Los recursos geotérmicos deben desarrollarse bajo la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos. Sin embargo, para la generación de electricidad con la energía geotérmica, se requiere la concesión definitiva para la generación y en cuanto a la concesión para explotación de recursos geotérmicos, el contrato se extenderá automáticamente por el mismo lapso de la concesión de generación.

Por otro lado, el desarrollo de otros recursos de energías renovables y la generación de electricidad se deben realizar bajo de la Ley de Concesión Eléctrica, en lo cual, están clasificados siguientes tres derechos.

- **Concesión Definitiva:** Derecho otorgado para la generación hidráulica mayor de 20 MW y la generación con los recursos de energías renovables (incluye la generación hidráulica menor de 20 MW)
- **Concesión Temporal:** Derecho otorgado a proyectos de generación de cualquier magnitud, incluyendo las energías renovables para la realización de estudios de factibilidad en un plazo no mayor a 2 años.
- **Autorización:** Derecho otorgado a centrales termoeléctricas mayores a 500 kW. y compromiso para la construcción en un plazo determinado en el calendario de ejecución de obras.

La Tabla II-3.3.2 muestra el requerimiento de derechos para el desarrollo de recursos y la generación con energía geotérmica y otras fuentes de generación.

Tabla II-3.3.2 Derechos requeridos para el desarrollo de recursos y la generación con la energía geotérmica y otras fuentes de generación

		Termoeléctrica (más de 500kW)	Hidroeléctrica (más de 20MW)	RER (geotermia no está incluida) (biomasa, eólica, solar, mareomotriz, hidro menos de 20 MW)	Geotermia
Ley Aplicable		Ley de Concesiones Eléctricas			Ley Orgánica de Recursos Geotermicos
Derechos	Pre F/S	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Autorización (para exploración)
	F/S	Concesión Temporal	Concesión Temporal	Concesión Temporal	Concesión (para explotación)
	Generación	Autorización	Concesión Definitiva	Concesión Definitiva	Para generación eléctrica, se requiere la concesión definitiva bajo la Ley de Concesión Eléctrica (el contrato de concesión para explotación se extenderá automáticamente por el mismo lapso de la concesión definitiva).

Para las solicitudes de autorización y de concesión, no es un requisito la presentación del Estudio de Impacto Ambiental. Sin embargo, antes de empezar las actividades de exploración y explotación, se requiere presentar el EIA y conseguir la aprobación por DGAAE.

Documentos necesarios para la solicitud de la concesión definitiva de generación de electricidad con fuentes de energía renovables se definen en la Ley de Concesiones Eléctrica y su Reglamento, en el que se establecen los requisitos en función de la capacidad de generación (<10 MW, de 10 MW a 20 MW, >20 MW).

II-3.4 Solicitud de Autorización

II-3.4.1 Procedimiento para la Solicitud de Autorización

Se requiere autorización para ejecutar de forma exclusiva actividades de exploración. Para la solicitud de autorización se requiere la presentación de;

1. Solicitud dirigida a la Dirección General de Electricidad, firmada por el representante legal, (mencionando identificación y domicilio legal).
2. Comprobante de pago por derechos de trámite de conformidad con el TUPA.

3. Copia simple de la Escritura Pública de Constitución de la empresa si el solicitante es una persona jurídica. Deberá acreditarse la inscripción de la misma en el Registro Público correspondiente.
4. a) Identificación de la cuadrícula o de la poligonal cerrada del conjunto de cuadrículas solicitadas, precisando las coordenadas UTM (PSAD56) de los vértices, el nombre de la Carta y de la Zona en que se ubica el área.
b) Plano del área respectiva (escala 1:100.000) de acuerdo al Sistema de Cuadrículas aprobado con RM N° 320-91-EM-DGE (suscrito por el titular o su representante legal y el ingeniero responsable de su elaboración).
5. a) Memoria Descriptiva (firmada por el representante legal).
b) Planos del proyecto de exploración (firmado por el ingeniero responsable de su elaboración).
6. Cronograma y Presupuesto por partidas principales con indicación precisa del número de pozos e hitos de la ruta crítica y por cada una de las Fases (firmado por el representante legal).
7. Declaración Jurada a través de la cual se establece el compromiso de contar con un Estudio Ambiental aprobado por la DGAAE, antes del inicio de los trabajos de exploración. El tipo de Estudio Ambiental estará en función a la naturaleza de la actividad (firmada por el representante legal).
8. Certificado de habilidad del ingeniero responsable de los planos.

Cuando se presenten dos o más solicitudes de derechos geotérmicos sobre una misma área, la DGE procederá a evaluarlas según el orden de presentación. En los casos que se presente solicitud de derecho geotérmico sobre un área de recursos geotérmicos con derechos anteriores inscritos, de diferente naturaleza jurídica, tales como derechos derivados de la legislación hidrocarburos, minería o electricidad, el titular de derecho anterior tendrá una única opción preferencial de sustituirse en la solicitud de derecho geotérmico sobre su área de concesión. El titular de una autorización tendrá preferencia para obtener la concesión de recursos geotérmicos hasta 2 años posteriores a la vigencia de su autorización.

II-3.4.2 Procedimiento para Solicitud de Concesión de Recursos Geotérmicos.

Se requiere concesión de recursos geotérmicos para ejecutar actividades de explotación de recursos geotérmicos. Para la solicitud de concesión se requiere la presentación de;

1. Una solicitud dirigida a la Dirección General de Electricidad, firmada por el representante legal, (mencionando identificación y domicilio legal).
2. Comprobante de pago por derechos de trámite de conformidad con el TUPA.
3. Copia simple de la Escritura Pública de Constitución de la empresa si el solicitante es una persona jurídica. Deberá acreditarse la inscripción de la misma en los Registros Públicos correspondiente.
4. Copia simple de la Resolución de otorgamiento de la Autorización, en caso de ejercer el derecho preferente.
5. a) Identificación de la cuadrícula o de la poligonal cerrada del conjunto de cuadrículas solicitadas, precisando las coordenadas UTM (PSAD56) de los vértices, el nombre de la Carta y de la Zona en que se ubica el área.
b) Plano del área respectiva (escala 1:100.000) de acuerdo al Sistema de Cuadrículas aprobado con RM N° 320-91-EM-DGE (suscrito por el titular o su representante legal y el ingeniero responsable de su elaboración).
6. Informe técnico sobre las posibilidades de producción y propuesta del solicitante respecto de ellas.
7. Fecha estimada de inicio de la producción.

8. a) Memoria Descriptiva (firmada por el representante legal).
- b) Planos del proyecto de explotación (firmado por el ingeniero responsable de su elaboración).
9. Capacidad proyectada de producción y escala de operaciones.
10. Programa de trabajo y cronograma de ejecución del mismo (firmada por el representante legal). Presupuesto del proyecto y programa de inversiones (firmado por el representante legal).
11. Declaración Jurada a través de la cual se establece el compromiso de contar con el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la DGAAE, antes del inicio de los trabajos de explotación. El Estudio de Impacto Ambiental se otorgará en función a la naturaleza de la actividad (firmada por el representante legal).
12. Garantía por un monto equivalente al uno por ciento (1%) del presupuesto, vigente hasta la suscripción del correspondiente contrato de Concesión.
13. Certificado de capacidad del ingeniero responsable de los planos.

En caso que se explote la energía geotérmica con fines de generación eléctrica, el contrato de concesión se extenderá automáticamente por el mismo lapso de la concesión definitiva requerida para la generación eléctrica.

II-3.5 Marco Legal para aspectos ambientales y sociales

II-3.5.1 Sistemas de organización relacionada con consideraciones ambientales y sociales

(1) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Ningún departamento o agencia gubernamental en el Perú tiene autoridad total sobre la evaluación de impacto ambiental (EIA). En septiembre de 2011, cuando se realizó la investigación, diferentes ministerios se encargaban de la evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la naturaleza de los proyectos. El Ministerio de Medio Ambiente (MINAM) fue creado en mayo de 2008 para hacerse cargo de la formulación de normas de gestión ambiental asegurando el desarrollo sostenible y estratégico de los recursos naturales, la gestión de áreas naturales protegidas e investigaciones de los pueblos indígenas del río Amazonas.

El MINAM no está involucrado con los procedimientos de EIA para proyectos de desarrollo de la energía El Nacional Natural Protegida Áreas de Servicio y el examen de los contenidos de estudio de EIA no se incluye en su responsabilidad. El SERNANP (Servicio Natural de Áreas Naturales Protegidas) es un órgano en el MINAM con autoridad para conceder el permiso para el desarrollo en áreas naturales protegidas y da su opinión técnica sobre la evaluación del impacto ambiental presentado.

El EIA para proyectos de desarrollo de energía es revisado y aprobado por la Dirección General de Energía relacionados con Asuntos Ambientales (DGAAE) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), mientras que las normas medioambientales y regulaciones son gestionadas por la Dirección General de Electricidad (DGE).

(2) EIA para el desarrollo de Proyectos de Generación Eléctrica

La aplicación de la EIA en el Perú está estipulada en la Ley N ° 27446 promulgada el 23 de abril de 2001. La implementación de la EIA para proyectos de desarrollo de la energía está previsto en el Decreto Ley N ° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, promulgados en 1993, y los detalles de aplicación de la EIA se establecen en el DS N ° 29-94-EM, Reglamento de Protección Ambiental para Actividades eléctricas, que entró en vigor en 1994.

La Ley N ° 25844 establece que la exigencia de una EIA para un proyecto de desarrollo de la energía depende de la capacidad de producción de energía de la central eléctrica. Se requiere una EIA para un proyecto de 20 MW o mayor capacidad. Para que un proyecto de 0.5 MW o mayor capacidad de producción, la concesión del MEM y la aprobación (de la central térmica) son obligatorios.

La relación entre la EIA y el tamaño de concesiones para proyectos de desarrollo de energía se presentan en la Tabla II-3.5.1.

Tabla II-3.5.1 Relación entre EIA y requerimiento de concesiones para los proyectos de Generación

Proyecto		Requerimiento		
		Concesión	Autorización	EIA
Proyectos de Energía Renovable	500 kW a 20 MW	O	-	-
	> 20 MW	O	-	O
Generación eléctrica termal	500 kW a 20 MW	-	O	-
	> 20 MW	-	O	O

- Notas) O : Requerido - : No requerido
- 1) Generación hidráulica, solar, eólica, geotermia y biomasa.
 - 2) Por medio de productos derivados del petróleo, gas y carbón mineral.
- Fuente: Estudio equipo JICA, 2010

II-3.5.2 Áreas protegidas

(1) Categorías de áreas protegidas

Bajo la Ley No. 26834 (Ley de Áreas Naturales Protegidas), y el decreto supremo No. 038-2001-AG, (Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas) las ANAP (Áreas Naturales Protegidas) se les clasifica en las siguientes categorías de acuerdo al nivel de protección y de áreas de amortiguamiento fuera del as áreas protegidas. Hasta 2010 se habían designado 67 áreas protegidas (Figura II-3.5.1).



Figura II-3.5.1 Áreas naturales protegidas en Perú (SERNANP)

(2) Agencia de Administración de Áreas Protegidas

La agencia que administra las áreas naturales protegidas (ANP) es el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) del MINAM. El SERNANP es el órgano encargado de la operación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINANPE: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado), y es el responsable de establecer los criterios técnicos y procedimientos de gestión para el manejo de las Áreas naturales protegidas. El SERNANP también tiene la facultad de autorizar y dar opiniones técnicas sobre el desarrollo de recursos dentro de las Áreas naturales protegidas, además, tiene el papel activo en la zonificación de las Áreas protegidas y la implementación del Plan maestro para estas.

(3) Restricciones en la utilización de Áreas Protegidas

De acuerdo con los objetivos de gestión y operación de las Áreas naturales protegidas, el uso directo o indirecto está permitido en el Estado condicionado al cumplimiento de las normas de la Ley N° 27117.

a) Uso Indirecto de Áreas Protegidas

El uso directo está permitido para los siguientes tipos de Áreas naturales protegidas. En estas áreas los recursos naturales pueden ser utilizados y desarrollados con el permiso del SERNANP y de acuerdo con un Plan de gestión.

- Parque Nacional
- Santuario Nacional
- Santuario Histórico

b) Uso Directo de Áreas Protegidas

El uso directo está permitido para los siguientes tipos de Áreas naturales protegidas. En estas áreas los recursos naturales pueden ser utilizados y desarrollados con el permiso del SERNANP y de acuerdo con un Plan de gestión.

- Reservas Nacionales (RN)
- Refugio de Vida Silvestre (RVS)
- Bosque de Protección (BP)
- Coto de Caza (CC)
- Reserva Comunales (RC)
- Reservas Paisajísticas (RP)
- Zona Reservadas (ZR)

c) Restricciones en la Zona de amortiguamiento

Se ha formulado un Plan maestro para las zonas de amortiguamiento. Las actividades y el desarrollo dentro de una zona de amortiguamiento son aprobadas con la autorización otorgada por el organismo a su cargo, de acuerdo con el mencionado Plan maestro.

Para un proyecto de desarrollo de la energía, el EIA presentado por el proponente del Proyecto es enviado al SERNANP por la DGAAE. La DGAAE decide si aprueba o no el Proyecto dentro la zona de amortiguamiento de un Área protegida sobre la base de las opiniones del SERNANP acerca del EIA.

d) Reserva Regional

Además de Reservas Nacionales, la ley del Perú estipula Reservas Regionales. Al igual que con los alrededores de una Reserva Nacional, zonas de amortiguamiento son también designadas fuera de las Reservas Regionales.

Es posible el desarrollo y el uso de los recursos naturales en las Reservas Regionales y las zonas de amortiguamiento alrededor de ellas con la aplicación de las mismas restricciones de

aquellas Áreas Protegidas Nacionales clasificadas como áreas de uso directo y sus zonas de amortiguamiento, como se han descrito anteriormente. Del mismo modo, la aprobación de un EIA para un proyecto dentro de una Reserva Regional se otorga por el SERNANP y que para un proyecto dentro de una zona de amortiguamiento por la DGAAE sobre la base de las opiniones de los SERNANP es.

e) Actividades para Permiso y Aprobación del EIA de Áreas Protegidas Nacionales

Las actividades que requieren autorización y aprobación del EIA de una ANP para Proyectos de desarrollo de la energía eléctrica se resumen en la Tabla II-3.5.2.

Tabla II-3.5.2 Actividades para Permiso y Aprobación del EIA de ANP relativas al desarrollo de generación eléctrica

Categoría de ANP	Restricción de actividades	Permiso de EIA
Uso indirecto de áreas protegidas	Actividades diferentes a la investigación científica no están permitidas.	—
Uso directo de Áreas protegidas	Actividades de desarrollo están permitidas	SERNANP (DGAAE aprueba el permiso de SERNANP)
Restricciones dentro de las zonas de amortiguamiento	Actividades de desarrollo están permitidas	DGAAE (basada en las opiniones del SERNANP)
Afuera de las ANP	No hay restricción en actividades de desarrollo	DGAAE

Fuente: Equipo de estudio de JICA

II-4 Estado del Desarrollo Geotermal

II-4.1 Evaluación de Recursos Geotermales

Durante los años 70 se efectuaron estudios y evaluaciones preliminares de los recursos geotérmicos del Perú, por diversas instituciones como Electro Perú, INGEMMET, Proyecto Especial Tacna (PET) y el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) con el apoyo y colaboración de organismos internacionales (Battocletti et al, 1999). Uno de los estudios más relevantes fue realizado por INGEMMET entre 1997 y 2003, en el cual se muestrearon más de 500 manifestaciones superficiales de más de 20 °C, en todo el país. Los resultados fueron descritos en 6 informes de INGEMMET.

Con el fin de ayudar a las decisiones de gestión que deben adoptarse para posibles inversiones en la exploración geotérmica y/o explotación, los geocientíficos de INGEMMET (Vargas y Cruz, 2010) actualizaron el mapa geotérmico del Perú (Figura II-4.1.1), basado en los trabajos anteriores (Cossio y Vargas, 1979; Huamaní y Valenzuela, 2003; Fidel et al, 1997, etc.).

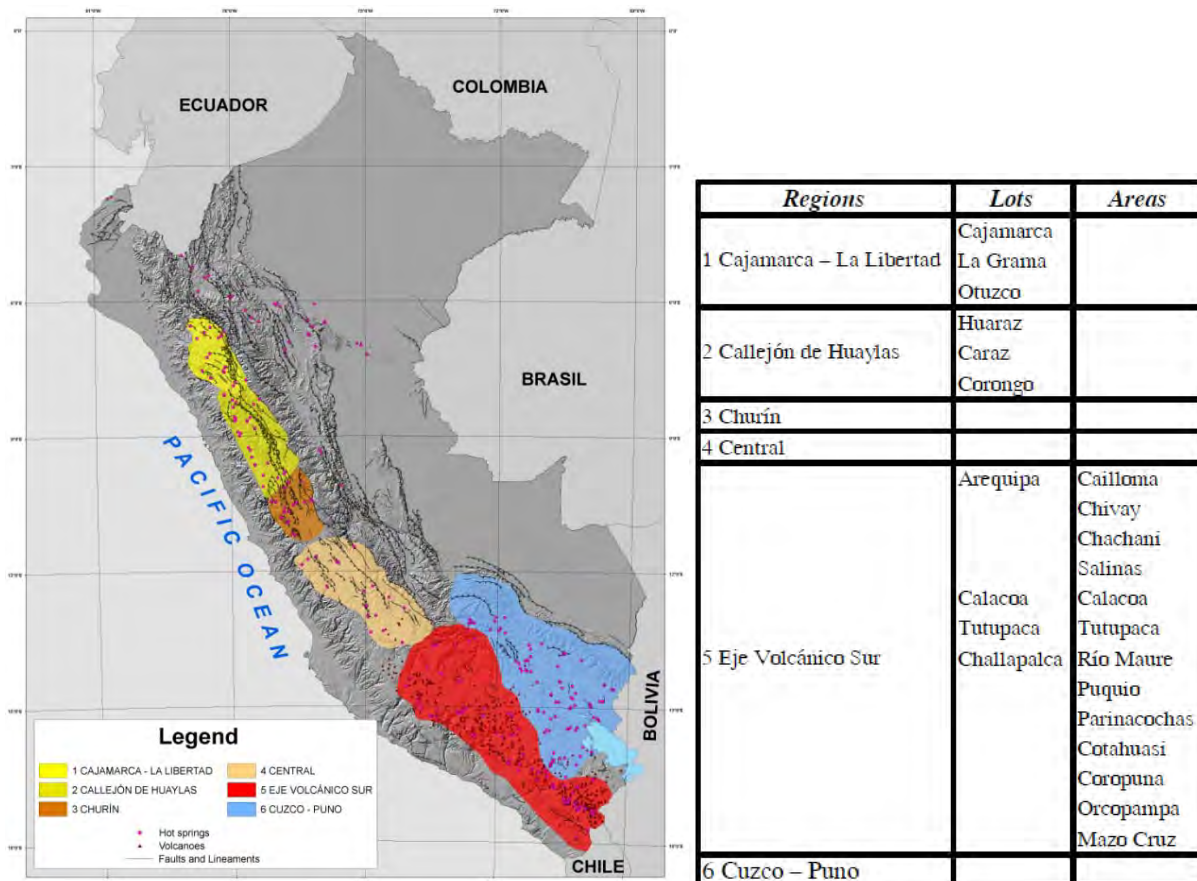


Figura II-4.1.1 Mapa geotérmico del Perú actualizado (Vargas and Cruz, 2010)

La principal herramienta para actualizar el mapa geotérmico ha sido la ubicación de las fuentes termales y manantiales de aguas minerales de todo el país. Los límites de las seis regiones geotérmicas han sido re-definidas en el mapa actualizado. Las aguas termales ubicado en el norte y centro del Perú (región 1, región 2, Región 3, y en la Región 4) tienen un origen meteórico y son producto de los gradientes geotérmicos. En el sur del Perú (Región 5 y región 6), las manifestaciones geotérmicas están relacionados con la actividad volcánica y en algunos casos son de origen mixto, cuando se infiltra el agua de las precipitaciones y es calentada por una fuente de calor en profundidad (Vargas y Cruz, 2010).

Los estudios geotérmicos que se han realizado hasta ahora en el Perú, se consideran como de reconocimiento y de nivel de prefactibilidad. No ha sido llevado a cabo Perforación de pozos exploratorios para la exploración geotérmica. Por lo tanto, los datos actuales e información disponible de los campos de energía geotérmica en el Perú no son suficientes para hacer un programa de desarrollo.

Sólo los dos campos Calientes y Borateras en la región Tacna han alcanzado a realizar un estudio de prefactibilidad incluyendo una evaluación del recurso geotérmico, aplicando la técnica de MT (JBIC, 2008; JETRO, 2008)

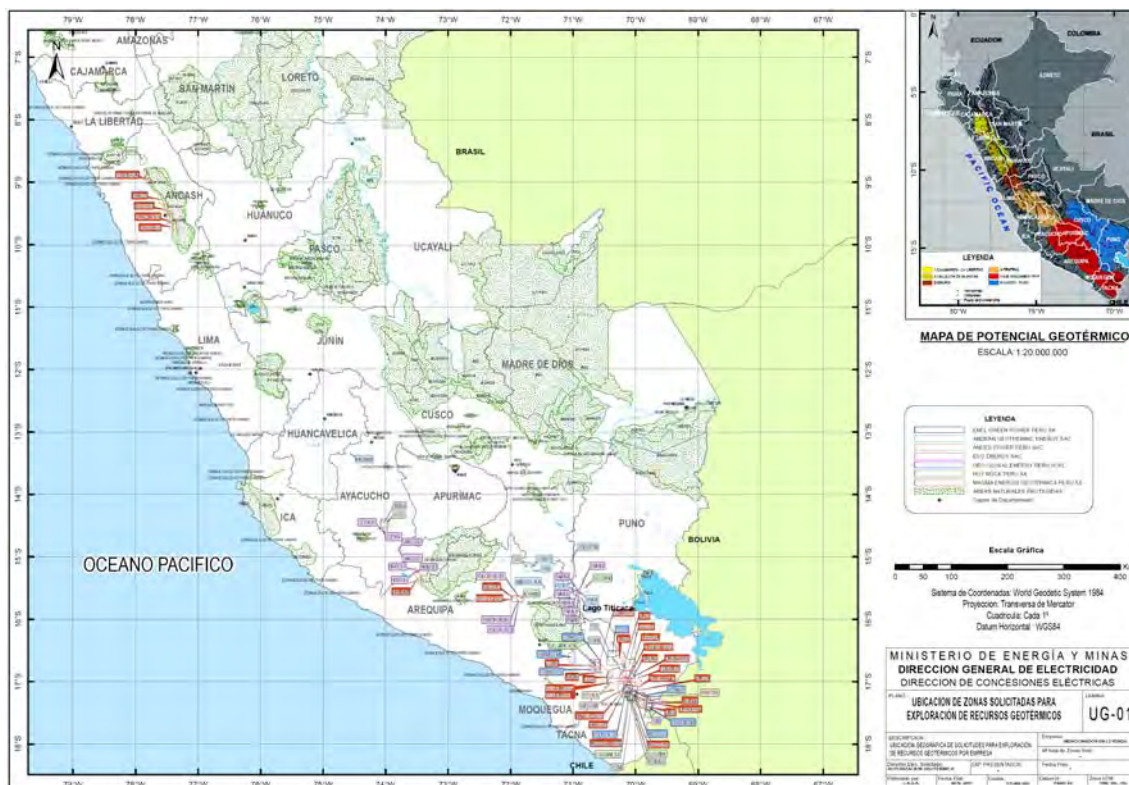
II-4.2 Estado actual de Aplicaciones de Derechos Geotérmicos

Después de la enmienda a la Ley de Recursos Geotérmicos realizada en abril de 2010, se presentaron una gran cantidad de solicitudes para derechos de exploración de las cuales, a Diciembre de 2011, 98 formularios de solicitud fueron aceptados por el MEM, como se muestra en la Tabla II-4.2.1. De ellos, ya se concedió oficialmente la exploración de un total de 20 a cuatro empresas (de Canadá, Australia, de los Estados Unidos de América y otra con sede en Perú). Los derechos de exploración se han concedido desde Febrero de 2011 sin embargo hasta el presente los derechos no han dado réditos. La Figura II-4.2.1 muestra la localización de aplicaciones hasta Diciembre de 2011.

Tabla II-4.2.1 Estado de las aplicaciones para autorización hasta Diciembre de 2011

No.	No. por Empresa	Campos	Campo del nombre en el Plan Maestro (los campos más promisorios)	Empresa Solicitante	No.	No. por Empresa	Campos	Campo del nombre en el Plan Maestro (los campos más promisorios)	Empresa Solicitante
1	1	Casiri	Chungara-Kallapuma	Magma Energía Geotérmica S.A.	55	1	Hualca Hualca	Chivay-Pinchollo	Eco Energy S.A.C.
2	2	Ticsani	Calacoa-Putina		56	2	Pinaya I	Pinaya	
3	3	San Pedro			57	3	Pinaya II	Pinaya	
4	4	Vilacota			58	4	Hualca Hualca I	Chivay-Pinchollo	
5	5	Ancocollo	Ancocollo		59	5	Hualca Hualca II	Chivay-Pinchollo	
6	6	Crucero	Crucero		60	6	Umacusiri I		
7	7	Pinchollo	Chivay-Pinchollo		61	7	Umacusiri II		
8	8	Tutupaca Norte			62	8	Geronta I	Puquio	
9	9	Suche			63	9	Geronta II	Puquio	
10	10	Cancave			64	10	Pinaya III	Pinaya	
11	11	Calientes Norte			65	11	Pinaya IV	Pinaya	
12	12	San Pedro Libre			66	12	Pinaya V	Pinaya	
13	13	Ancocollo Libre	Ancocollo		67	13	Pinaya VI	Pinaya	
14	14	Sara Sara			68	14	Rio Pararca I		
15	15	Pasto			69	15	Rio Pararca II		
16	16	Panejo			70	16	Rio Pararca III		
17	17	Loriscota			71	1	Tutupaca	Tutupaca	Andes Power Peru
18	18	Huayllatiri			72	2	Borateras	Borateras	
19	19	Antajave			73	1	No.3	Calientes	Muruguay S.A.C.
20	20	Atarani			74	2	Rio Calientes	Calientes	
21	21	Chancos	Chancos		75	3	Rio Calientes III	Calientes	
22	22	Olleros Sur			76	1	Pusa		Andean Geothermic Energy S.A.C.
23	23	Yungay			77	2	Pinaya	Pinaya	
24	24	Monterrey			78	3	Censuyo	Cailloma	
25	25	Huancarhuaz			79	4	Baños del Inca		
26	26	Olleros Norte			80	5	Pacla		
27	27	Crucero Libre			81	6	Occollo		
28	28	Tutupaca Libre			82	7	Baños del Inca		
29	29	Casiri Libre 1			83	8	Coline		
30	30	Pinchollo Libre	Chivay-Pinchollo		84	9	Condorama		
31	31	Cancave Libre			85	10	Atecata		
32	32	Vilacota 21			86	11	Niñobamba		
33	33	Vilacota 22			87	12	Condorama South		
34	34	Ticsani Libre	Calacoa-Putina		88	13	Condorama		
35	1	Achumani	Chivay-Pinchollo	89	14	Atecata		Enel Green Power Perú S.A.	
36	2	Ocururane	Ancocollo	90	15	Niñobamba			
37	3	Quellaapacheta	Calacoa-Putina	91	16	Baños del Inca			
38	4	Turu	Cailloma	92	1	Carmen	(Puquio)		
39	5	Achuco	Chungara-Kallapuma	93	2	Chilata			
40	6	Rupha		94	3	Titiri	Ccollo/Titire		
41	7	Huarajayoc		95	4	Huaylluma	Calientes		
42	8	Chocopata	(Pinaya)	96	5	Pilar	Chungara-Kallapuma		
43	9	Huisco		97	6	Río Salado	Ancocollo		
44	10	Ocururane Sur	Ancocollo	98	7	Putina			
45	1	Río Calientes	Calientes	Geo Global Energy Peru SCR Ltda					
46	2	Río Maure	Borateras						
47	3	Río Kallapuma	Chungara-Kallapuma						
48	4	Ancocollo	Ancocollo						
49	5	Tutupaca	Tutupaca						
50	6	Ticsani Oeste							
51	7	Ticsani Este	Calacoa-Putina						
52	8	Huaynaputina	Ulucan						
53	9	Ubinas							
54	10	Ccollo	Ccollo/Titire						

Aprobado por MEM para Exploración
 Aún en Evaluación por MEM (o rechazado)



Fuente: DGE, 2011

Figura II-4.2.1 Puntos de solicitud de derechos de exploración

II-4.3 Organización del sistema para la generación de energía geotérmica

II-4.3.1 Estado actual del Sistema y la Organización para el desarrollo de recursos geotérmicos

El primer estudio serio de geotermia en Perú se inició en 1975 cuando Mimer Perú llevó a cabo un estudio geoquímico en la región de Caracoa del Departamento de Moquegua. En 1978, el INGEMMET hizo un Inventario de las actividades termales conocidas en el país y las agrupó geográficamente en seis regiones. De 1979 a 1980, con el apoyo financiero de la OLADE, INGEMMET ha colaborado con Aquater de Italia para la realización del estudio de los recursos de energía geotérmica en la Región V y se identificaron posibles campos geotérmicos como Tutupaca, Calacoa, Challapalca, Salinas Laguna, Chachani y Chivay. De acuerdo con un convenio de asistencia técnica con British Geological Survey, INGEMMET puso en marcha un estudio preliminar en el Cusco-Puno, zona de la VI Región, y mostró que algunos reservorios en la zona podría tener una temperatura hasta de 160 °C.

Por otra parte, Electroperú SA envió a sus ingenieros a cursos de especialización de energía geotérmica en Italia, Japón y otros países en un esfuerzos para establecer una Unidad de Investigación Geotérmica con el fin de adquirir un permiso para explorar las zonas de Calacoa, Tutupaca y Challapalca, posiblemente con cooperación técnica. Internacional. Como resultado, se llegó a un acuerdo de Cooperación Técnica y Económica con el Centro Studi Renzo Tasselli (Cesen) de Italia e implementó un estudio geotérmico superficial incluyendo la perforación de pozos no profundos en las zonas que abarcan el Callejón de Huaylas, Otorco, La Grama y Cajamarca, en una superficie aproximada de 100.000 km² entre 1982 a 1986. El estudio concluyó que el área de mostraba reservorios de interés de media a baja temperatura. También en 1986, con la ayuda del OIEA, se llevaron a cabo investigaciones geoquímicas en la V Región y encontraron prospectivos recursos en Calacoa y Calientes.

Más tarde, en 1997, CENERGIA, con la ayuda de México, recogió datos recogidos de los estudios anteriores e hizo la evaluación de ellos. INGEMMET llevó a cabo una encuesta nacional sobre el

inventario de aguas termales. Además, en 2007, JBIC lanzó un estudio de detalle de energía geotérmica en las áreas de Calientes y Borateras.

Tal como se describe más arriba, se realizaron algunas provisiones en cuanto a la formación de expertos con la implementación de la serie inicial de los estudios geotérmicos durante los años setenta y ochenta. Desde entonces, tras una larga ausencia de proyectos de energía geotérmica a gran escala, junto con el hecho de que las organizaciones que condujeron los estudios anteriores fueron reestructuradas, la pericia en esta tecnología no ha sido bien mantenida. Aunque algunos de los ingenieros que participaron en los proyectos anteriores se mantienen activos como consultores, la mayoría de ellos ya son de edad avanzada. Por lo tanto los datos disponibles para el estudio geotérmico no han sido actualizados por mucho tiempo. En esta situación, en cuanto a expertos en la tecnología geotérmica, no podemos esperar a otros más que aquellos sirviendo en INGEMMET. Hablando sobre sus recursos, sin embargo, estos están lejos de ser suficientes, tanto en términos de personal y equipo (Tabla II-4.3.1).

Tabla II-4.3.1 Expertos en tecnologías relativas a la Geotermia disponibles en el Perú (Septiembre 2011)

Área profesional	DGE	INGEMMET	Petroperú	Universidad	Privados	Total
Geólogo	0	1	0	5	100	106
Geoquímico	0	1	0	1	30	32
Geofísico	0	1	0	1	15	17
Ingeniero de Reservorios	0	0	0	0	5	5
Ingeniero de pozos	0	0	0	0	10	10
Ingeniero de Energía	0	0	0	0	60	60
Ambientalista	0	0	0	1	100	101
Analista Financiero	0	0	0	0	100	100
Científico en GIS	1	2	0	10	200	213
Perforadores	0	0	0	0	50	50
Técnicos	0	0	0	0	1000	1000
Total	1	5	0	18	1670	

II-4.3.2 Organización del sistema para el desarrollo de generación térmica.

Los verdaderos entes cuerpos de la organización del gubernamental en el Perú responsables para el desarrollo geotérmico se describen en la Sección II-3.2. Distintos de los ahí mencionados, un comité de energía geotérmica (la Comisión Multisectorial de Geotermia) está establecida en el MEM, cuyos miembros se componen de académicos (expertos en ciencias de la tierra) e ingenieros INGEMMET. Sin embargo, ya que el comité asignado representa a una pequeña parte de los expertos geotérmica, su contribución al desarrollo de energía geotérmica es limitada. Por otra parte, pocos expertos técnicos están presentes en la organización no gubernamental en el área de tecnologías de desarrollo de recursos, incluyendo la perforación geotérmica y la tecnología de Planta de energía geotérmica, asimismo el número de programas de capacitación en esta área es casi nulo.

II-4.3.3 Organización de recursos humanos relativos al desarrollo de las industrias de Petróleo y Gas

La infraestructura para el desarrollo de la industria del Petróleo y del Gas en Perú parece estar bien establecida, incluyendo los organismos reguladores, empresas de desarrollo, contratistas de servicios, la cantidad de equipos, las instalaciones y la mano de obra. En términos generales, la construcción de una

infraestructura de desarrollo geotérmico tiene muchas cosas en común con aquellas para el Petróleo y el Gas. Por lo tanto, no debería haber muchos obstáculos para, de la misma manera, establecer en el Perú una infraestructura firme dedicada a la energía geotérmica. Esto especialmente en relación con los servicios de perforación, que son los que con frecuencia plantean problemas en el desarrollo de campos geotérmicos; Petrex, bajo la italiana ENI, y SAXON, bajo Schlumberger, ambas bajo control de capital extranjero, poseen más de 20 plataformas de perforación operando contratos de servicio de explotación de yacimientos de Petróleo y Gas. Sin embargo que sus campos de trabajo están ubicados en las tierras bajas de la Amazonia y además necesitarían adquirir conocimientos técnicos de perforación y equipos relacionados para su aplicación en las tierras altas, tales como la perforación con aire regulado para hacer frente a la pérdida de circulación o la torre de enfriamiento para el enfriamiento de barro de alta temperatura, se prevé que ninguna de ellas pondría obstáculos para trabajar en el desarrollo de Campos geotérmicos.

II-5 Estado de la utilización de uso múltiple de los recursos geotérmicos

II-5.1 Uso directo de la energía Geotermal

El uso directo de calor geotérmico en el mundo, como se informó en el 2010 el Congreso Internacional de Geotérmica, fue 438.071 TJ/ año (50.583 MWt), cantidad de la cual el acondicionamiento de espacios (bombas de calor, calefacción e invernaderos) representa la mayor proporción, seguida de la acuicultura (calefacción de estanques), el secado de productos agrícolas, usos industriales, el calentamiento de agua (baños, piscinas) y la refrigeración/ fusión de la nieve.

Con referencia a América Latina, se ha reportado el uso de 15.301,40 TJ/Yr (862,50 MWt). La Tabla II-5.1.1 muestra el desglose de esa cantidad por países:

Tabla II-5.1.1 Utilización directa del calor geotérmico en Latín-American

País	Capacidad MWt	Uso anual Use TJ/yr	Anual GWh/yr	Factor de capacidad
Argentina	307,47	3.906,74	1.085,30	40,00%
Brasil	360,10	6.622,40	1.839,70	58,00%
Islas de Caribe	0,10	2,78	0,80	85,00%
Chile	9,11	131,82	36,60	46,00%
Columbia	14,40	287,00	79,70	63,00%
Costa Rica	1,00	21,00	5,80	67,00%
Ecuador	5,16	102,40	28,40	63,00%
El Salvador	2,00	40,00	11,10	63,00%
Guatemala	2,31	56,46	15,70	78,00%
Honduras	1,93	45,00	12,50	74,00%
Mexico	155,82	4.022,80	1.117,50	82,00%
Perú	2,40	49,00	13,60	65,00%
Venezuela	0,70	14,00	3,90	63,00%
Total de América Latina	862,50	15.301,40	4.250,60	60,50%
Porcentaje del total mundial	1,71%	3,49%	3,49%	---
Total mundial	50.583,00	438.071,00	121.696,00	27,00%

II-5.2 Utilización de Uso Múltiple de Recursos Geotérmicos en el Perú

Las cifras dadas para el Perú en la Tabla II-5.1.1 son las reportadas por Luna et al., (2005) y comprenden siete balnearios de la región centro-norte.

Desde la perspectiva y los conocimientos adquiridos a través de este estudio del Plan Maestro se cree que en el Perú la aplicación de los recursos geotérmicos para usos aparte de la generación de energía es posible y que puede contribuir al desarrollo social y económico de las comunidades locales, así como para la mitigación del cambio climático mundial. Sólo como referencia, el uso directo de la energía geotérmica en el mundo contribuye al ahorro de energía equivalente a 307,8 millones de barriles (46,2 millones de toneladas) de petróleo equivalente por año, la evitando que 46,6 millones de toneladas de carbono y 148,2 millones de toneladas CO₂ sean liberados a la atmósfera, donde se incluyen el ahorro logrado por en el enfriamiento por medio de bombas de calor geotérmicas (en comparación con el uso de aceite combustible para generar electricidad).

II-6 Tareas para el aceleramiento del Desarrollo Geotermico.

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, el marco jurídico para el desarrollo de recursos geotérmicos en el Perú ha establecido un sistema que postula que el desarrollo se lleva a cabo básicamente por el sector privado. La aplicación del marco legal, sin embargo, ha comenzado recién a partir de 2010. Sin embargo, para que el desarrollo sea realmente mayor y eficaz, es necesario que el gobierno Peruano proclame la política y la estrategia para promocionar las actividades de desarrollos geotérmicos. Son necesarias políticas agresivas del Gobierno para la promoción del desarrollo geotérmico, incluyendo aplicaciones flexibles o revisiones del marco de su propuesta de acuerdo a situaciones reales y actuales que hay que resolver. Estas se podrían enumerar de la siguiente manera:

- Aunque el objetivo para la generación de electricidad mediante energías renovables en particular la geotérmica está dispuesto a ser el 5% de la demanda total de electricidad, las proporciones que debe presentar cada uno de las fuentes de energía renovables, o los planes de desarrollo concretos, no se han formulado todavía
- El riesgo de los recursos y el riesgo derivado en un alto costo inicial, que son propios de energía geotérmica, posiblemente prevengan el progreso del desarrollo por el sector privado. Por lo tanto, es necesario considerar opciones como la mejora del sistema jurídico vigente, o la participación gubernamental en los proyectos de generación de energía geotérmica.
- El único incentivo existente para la promoción de Proyectos de generación eléctrica geotérmica es actualmente el sistema de compra a precio fijo de la energía eléctrica generada y a través de la licitación para proyectos de energía renovable. El sistema no ha sido calificado como una medida eficaz en la promoción del desarrollo por el sector privado ya que el precio de compra (el precio base en la oferta) no se ha revisado todavía.
- No hay muchos expertos en la generación de energía geotérmica empleados en las instituciones gubernamentales. Además, la asociación de colaboración e intercambio de información para la promoción del desarrollo entre las instituciones relacionadas no es suficiente.

El Plan Maestro es necesario para hacer frente a los problemas enumerados anteriormente. En este proyecto, el Plan Maestro se formuló, y consiste en las recomendaciones y planes de acción, el desarrollo de una base de datos de desarrollo geotérmico, y los planes de desarrollo geotérmico, como se muestra en el siguiente Capítulo.

III PLAN MAESTRO

III-1 Recomendaciones y Plan de Acción

III-1.1 Objeto del desarrollo de la Generación Energía Eléctrica Geotermal

III-1.1.1 Potencial del desarrollo basado en Recursos Geotérmicos

(1) Descripción de los Recursos Geotérmicos en Perú

La mayoría del Perú se encuentra en el cinturón de fuego, cerca de la zona de subducción de la placa de Nazca, debajo de la placa de América del Sur, las que han generado movimientos tectónicos e intensa actividad volcánica durante millones de años hasta la fecha. La cordillera de los Andes, donde se localizan la mayoría de los campos geotérmicos y fuentes de agua caliente en Perú, es una zona montañosa, resultado de la subducción de la capa adyacente al margen continental. Los Andes, en Perú, tiene 2 franjas montañosas (ver Figura III-1.1.1). Cordillera Occidental y Cordillera Oriental. En el sur del país las cordilleras divergen y se forma el Altiplano. Las cordilleras tienen al este la zona sub Andina, que son sedimentos continentales depositados en la capa Brasileira y al oeste es la zona aislada de la corteza que forma la corteza continental en Perú (Kearey y Vine, 1996).

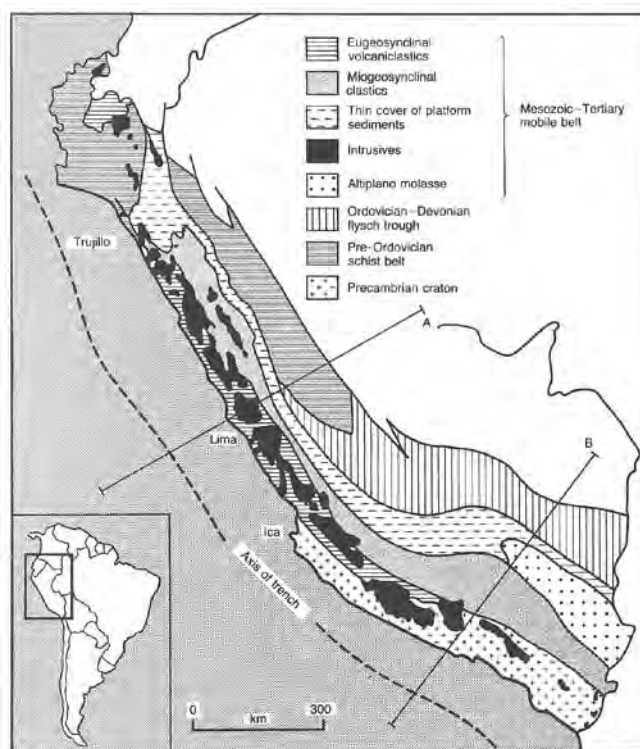


Figura III-1.1.1 Geología de los Andes en Perú (Kearey y Vine, 1996)

La Figura III-1.12) muestra la distribución de los volcanes activos y focos volcánicos jóvenes (Kono et al., 1989). Los volcanes activos forman una columna en la parte sur de Perú y el norte de Chile. Observando que la totalidad de los focos volcánicos se encuentra distribuida en toda el área del Altiplano. Se observa altos valores de transferencia de energía, por calor, cerca de la cordillera occidental y en la mayor parte del Altiplano lo cual es consistente con el área volcánica. Lo cual también indica que una zona más amplia ha estado bajo la influencia de actividad volcánica, y una gran cantidad de masa magmática ha sido introducida a la capa bajo la cordillera occidental y el Altiplano (Kono et al., 1989). El documento de Kono et al, de hace 21 años, sugiere que la actividad volcánica en el sur del Perú también cubre la mayoría del Altiplano, y que el área del Altiplano

corresponde al área magmática asociada con la subducción de la placa de Nazca, debajo de la placa Sud Americana (Figura III-1.13). Geotérmicamente se deduce y concluye que esta actividad volcánica puede resultar en campos geotérmicos de alto potencial.

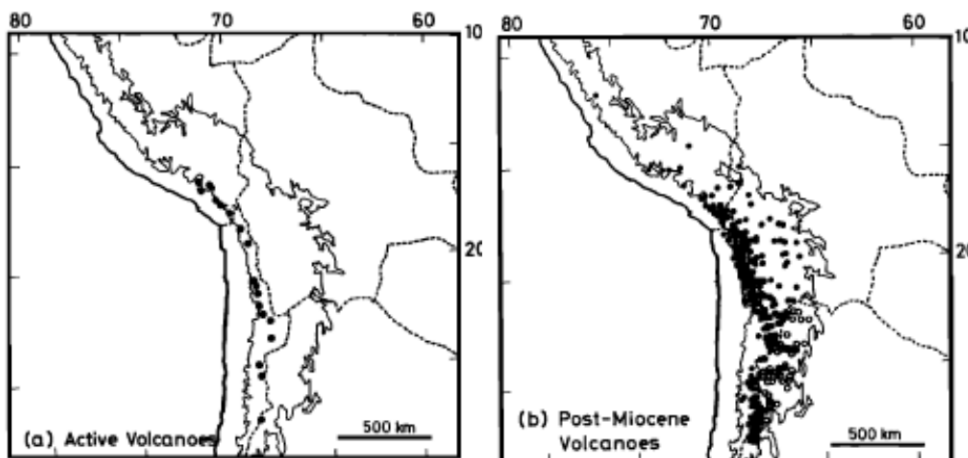


Figura III-1.1.2 Distribución de rocas volcánicas en la parte central de los Andes (Kono et al., 1989)

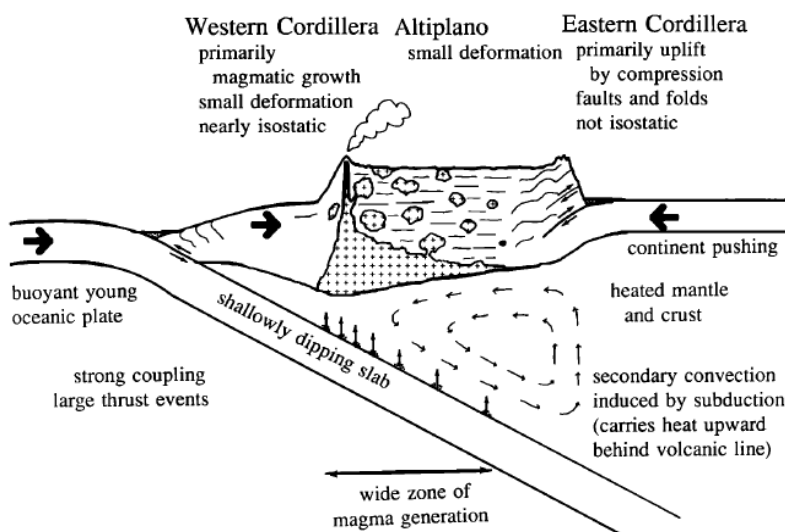


Figura III-1.1.3 Modelo del proceso de formación de la parte Central de los Andes (Kono et al., 1989)

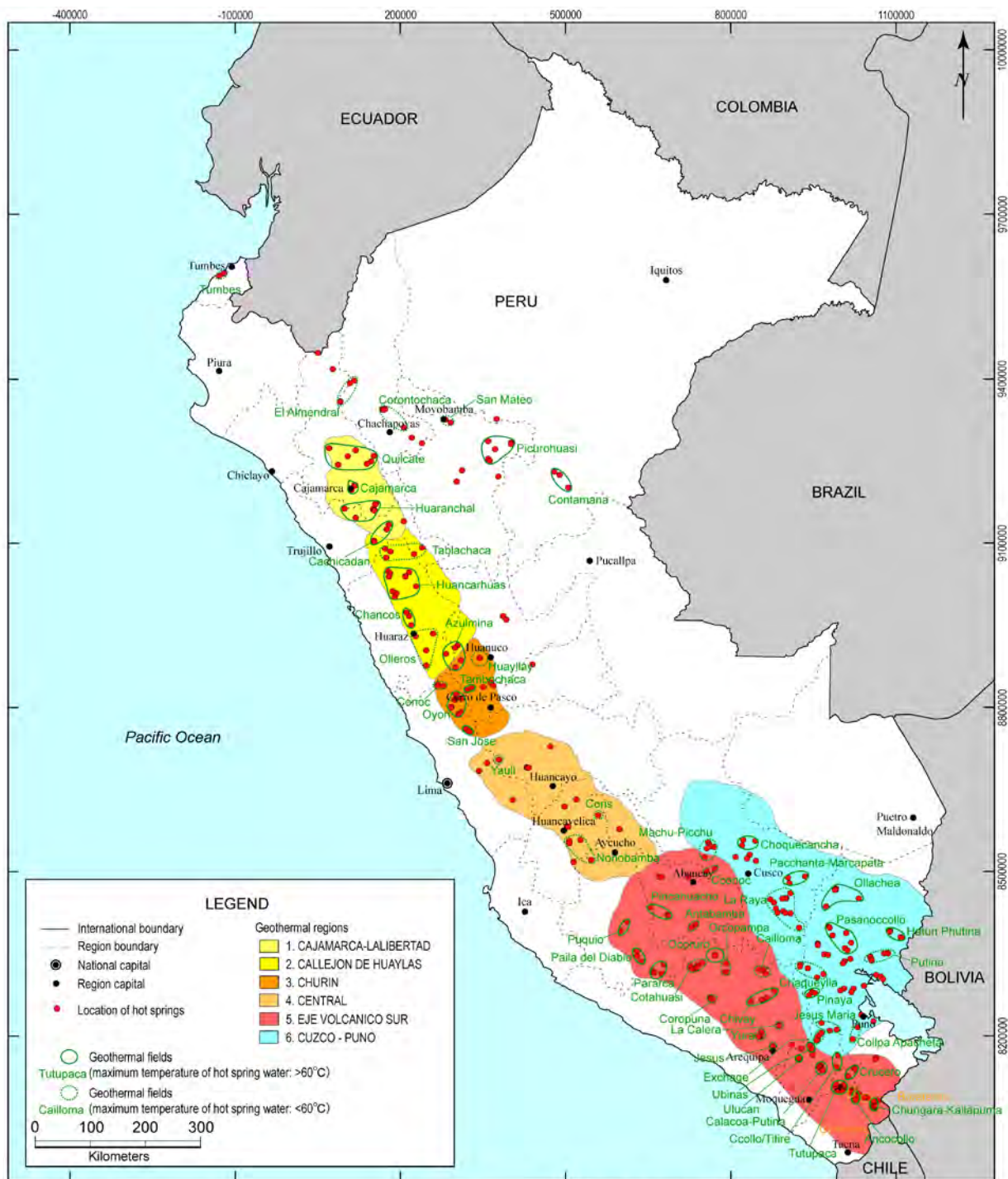
(2) Potencial de Recursos Geotérmicos en el Perú

a) Delineación de campos geotérmicos

En el mapa geotérmico del Perú actualizado por INGEMMET, se definen varias áreas geotérmicas. Sin embargo, los sistemas geotérmicos (o hidrotermales) parecen estar formados por sistemas hidrológicos individuales no han sido delineados. Para evaluar cada campo geotérmico, los sistemas geotérmicos fueron delineados sobre la base de la distribución espacial de las aguas termales o minerales y la topografía (Figura III-1.1.4).

En este trabajo de tabulación, fueron ignorados los manantiales minerales aislados y fríos. En total se tabularon a nivel nacional 61 campos geotérmicos. La mayoría de estos se encuentran

concentrados en las regiones geotérmicas 5 y 6, que cuenta con 38 campos geotérmicos. Adicionalmente se registra que de los 61 campos geotérmicos, 34 de estos tienen por lo menos un manantial mineral caliente asociado, y con temperatura de descarga en la superficie de más de 60°C.



Source: Vargas and Cruz (2010). Simplified MAPA DE REGIONES GEOTERMICAS DEL PERU (INGEMMET)

Figura III-1.1.4 Mapa de los campos geotérmicos identificados

b) Estimación del Potencial de recursos geotérmicos en Perú

El potencial de recursos de los 61 campos geotérmicos fue calculado por el método de almacenar el calor para después calcular aproximadamente todo el potencial de recursos geotérmicos en el Perú. El cálculo de los recursos potenciales se lleva a cabo con la clasificación de los 61 campos en las cuatro categorías más abajo.

- Calientes y Borateras: De acuerdo a los reportes del estudio de JBIC (2008) y JETRO (2008), en los cuales el modelo de los sistemas geotérmicos está basado en detallado trabajo de investigación de superficie incluyendo MT.
- Ancocollo y Tutupaca: Estos campos fueron seleccionados en este estudio como los más prometedores. El modelo conceptual de los campos está basado en detallados trabajos de investigación de superficie incluyendo MT.
- Campos promisorios: Once campos fueron seleccionados como los campos más promisorios. El modelo conceptual de estos campos está basado en detallados trabajos de geología y geoquímica que se llevaron a cabo.
- Otros campos (46 campos): Los campos fueron delineados solamente por su distribución de manantiales de agua caliente y su topografía. El potencial de recursos se calculó con el método de acumulación de calor a partir de la suposición de la temperatura aproximada y el volumen posible del reservorio geotérmico.

El resultado de la estimación de recursos está resumido en la Tabla II-1.1.2. El total del potencial geotérmico del Perú está estimado ser 2.860 MWe.

Tabla III-1.1.1 Resumen del potencial geotérmico del Perú para la generación eléctrica.

Región Geotérmica	No.	Región	Nombre del campo	Potencial del Recurso (MWe)		No. de Sectores **
				Campos Promisorios *	Otros campos	
(Perú Norte)	1	Tumbes	Tumbes		15	2
	2	Amazonas	El Almendral		10	2
	3	Amazonas	Corontochaca		7	5
	4	San Martín	San Mateo		14	3
	5	San Martín	Picurohuasi		58	6
	6	Loreto	Contamana		48	3
1. Cajamarca-La Libertad	7	Cajamarca	Quilcate		70	7
	8	Cajamarca	Cajamarca		29	2
	9	Cajamarca-La Libertad	Huaranchal		54	5
	10	La Libertad	Cachicadan		40	3
2. Callejón de Huaylas	11	Ancash-La Libertad	Tablachaca		29	5
	12	Ancash	Huancarhuas		89	10
	13	Ancash	Chancos	15.3	21	3
	14	Ancash	Olleros		29	4
	15	Huanuco-Ancash	Azulmina		53	5
3. Churín	16	Lima	Conoc		21	3
	17	Pasco	Huayllay		10	1
	18	Pasco	Tambochaca		24	2
	19	Lima	Oyon		45	5
	20	Lima	San José		25	2
4. Central	21	Junín	Yauli		7	1
	22	Huancavelica	Coris		10	1
	23	Huancavelica	Nonobamba		15	3
5. Eje Volcánico Sur	24	Cusco-Apurímac	Cconoc		9	2
	25	Apurímac	Pincahuacho		25	2
	26	Apurímac	Antabamba		15	2
	27	Ayacucho	Puquio	34.3	10	1
	28	Ayacucho	Paila del Diablo		54	4
	29	Ayacucho	Pararca		31	3
	30	Arequipa	Ocoruro		23	1
	31	Arequipa	Cotahuasi		65	7
	32	Arequipa	Orcopampa		29	4
	33	Arequipa	Cailloma	9.1	26	2
	34	Arequipa	Coropuna		15	3
	35	Arequipa	Chivay	162.9	136	9
	36	Arequipa	La Calera		9	2
	37	Arequipa	Yura		15	4
	38	Arequipa	Jesus		7	2
	39	Moquegua	Ubinas		24	3
	40	Moquegua	Ulucan	27.4	0	0
	41	Moquegua	Calacoa-Putina	108.2	45	4
	42	Moquegua	Collo/Titire	39.7	27	3
	43	Moquegua-Tacna	Crucero	79.4	3	1
	44	Tacna	Tutupaca	113.8	29	5
	45	Tacna	Calientes	100.0	0	0
	46	Tacna	Ancocollo	98.2	55	4
	47	Tacna	Borateras	40.0	31	3
48	Tacna	Chungara-Kallapuma	84.0	17	3	
6. Cuzco-Puno	49	Cusco	Machu-Picchu		49	6
	50	Cusco	Choquecancha		43	3
	51	Cusco	Pacchanta-Marcapata		40	3
	52	Cusco	La Raya		26	5
	53	Puno	Ollachea		45	3
	54	Puno	Pasanocollo		65	6
	55	Puno	Hatun Phutina		39	4
	56	Puno	Putina		53	6
	57	Puno	Chaquaylla		26	3
	58	Puno	Pinaya	36.8	27	2
	59	Moquegua	Jesus Maria	17.3	17	2
	60	Moquegua	Exchage		27	5
	61	Puno	Collpa Apacheta		13	2
Total				966.4	1,894	207
Grand Total				2,860		

* a 80% de nivel de confianza

** Excluyendo Borateras, Calientes y los 13 campos promisorios

En los estudios previos, el potencial de energía geotérmica en el Perú fue estimado en 2.990 MW por Battocletti et al. (1999) y 3.002,7 MW por JICA (2008 informe interino). El potencial de los recursos estimados en este estudio es 2.860 MWe, y este resultado está muy cerca de las estimaciones anteriores, aunque el método de estimación es diferente. Este hecho confirma la validez y la complementariedad mutua de todas las estimaciones.

La distribución del potencial Peruano de energía geotérmica calculado se muestra en la Figura III-1.1.5. Otros gráficos estadísticos se muestran en las Figuras. III-1.1.6 y Figura III-1.1.7. Más de la mitad del potencial total de recursos que existe en la Región 5.

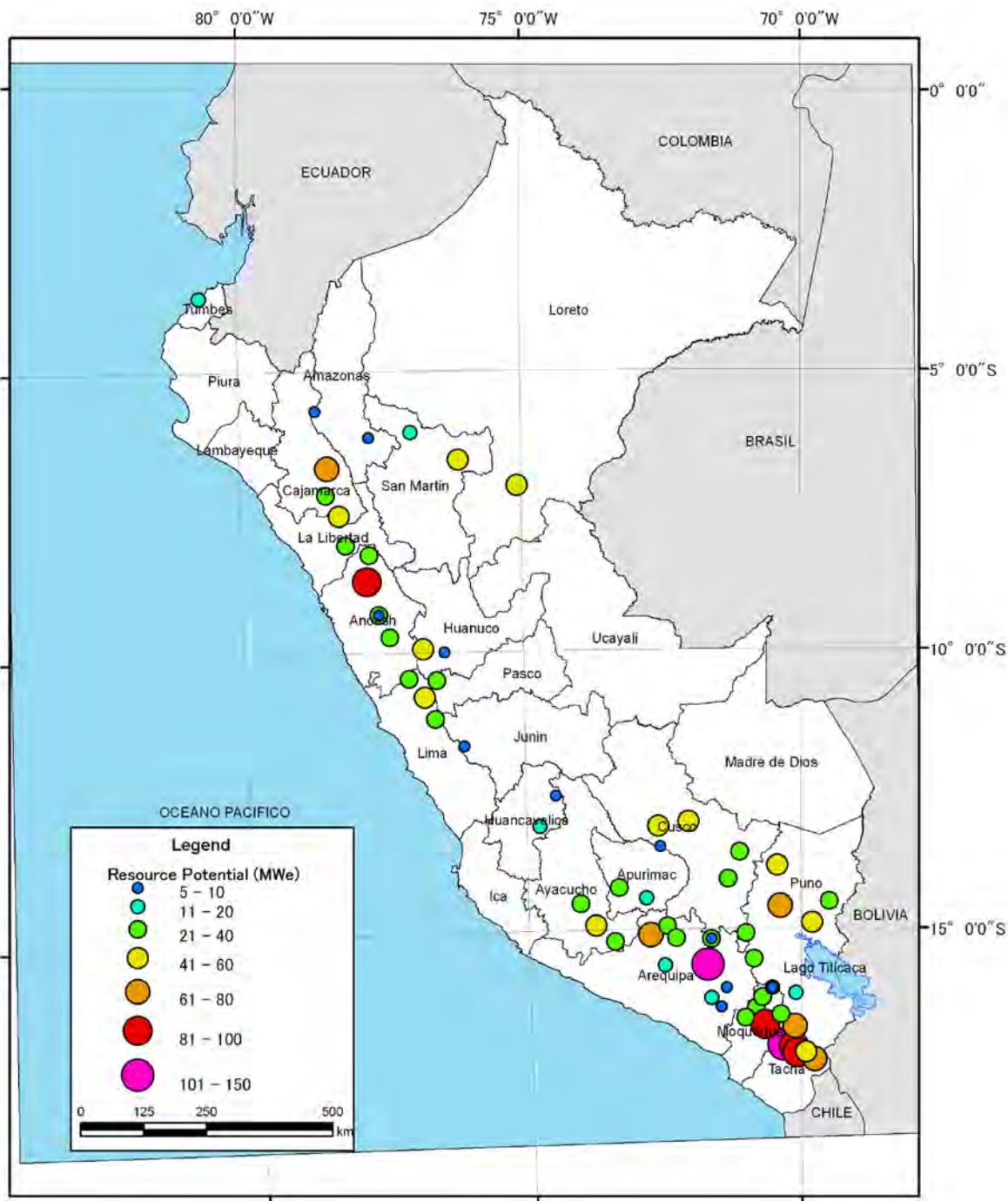


Figura III-1.1.5 Mapa del potencial geotérmico en Perú

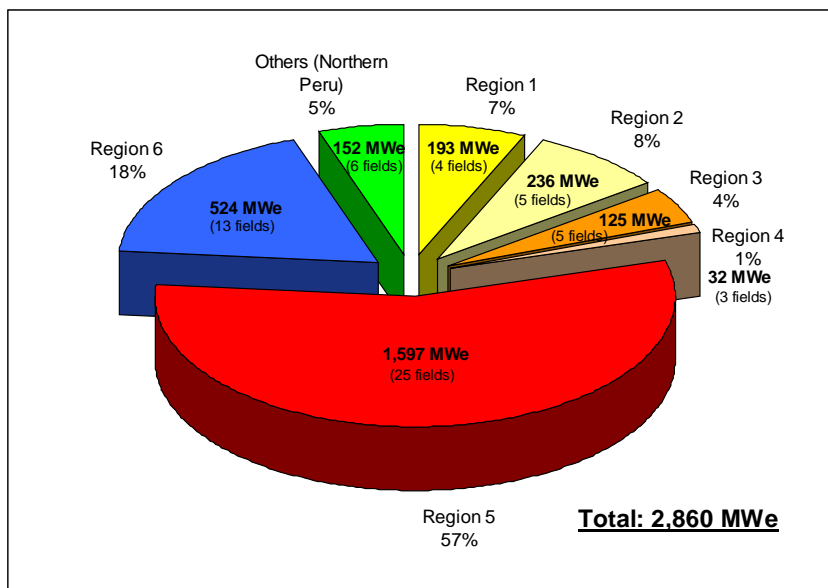


Figura III-1.1.6 Potencial de generación eléctrica geotérmica en cada región

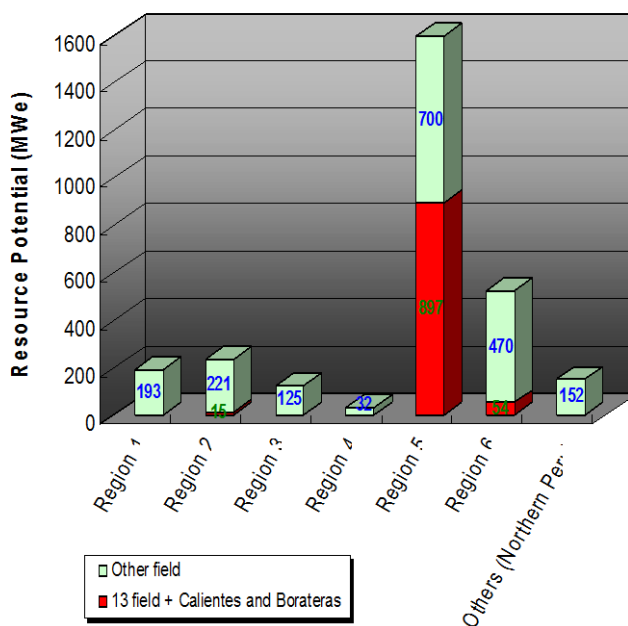


Figura III-1.1.7 Potencial de generación eléctrica geotérmica en los campos promisorios y en los otros

A pesar que en este estudio se presentan importantes estimaciones de potencial de recursos geotérmicos acumulados en los otros campos, el potencial de cada sector probablemente no sea suficiente para un único desarrollo a gran escala. Figura III-1.1.8 muestra el número de sectores en contra del potencial de los recursos estimados en forma de histograma. El potencial es inferior a 10 MW en la mayoría de los sectores como se muestra en la figura. Si el sistema de sistema geotérmico de cada sector se separa, sólo es posible el desarrollo de generación en pequeña escala en el respectivo sector. En general, el desarrollo en pequeña es costoso en comparación con desarrollos de escala grande. Dado que la conexión y la extensión del sistema de energía geotérmica en los otros campos aún no se conocen, es necesario llevar a cabo evaluaciones adicionales para actualizar la estimación del potencial de recursos.

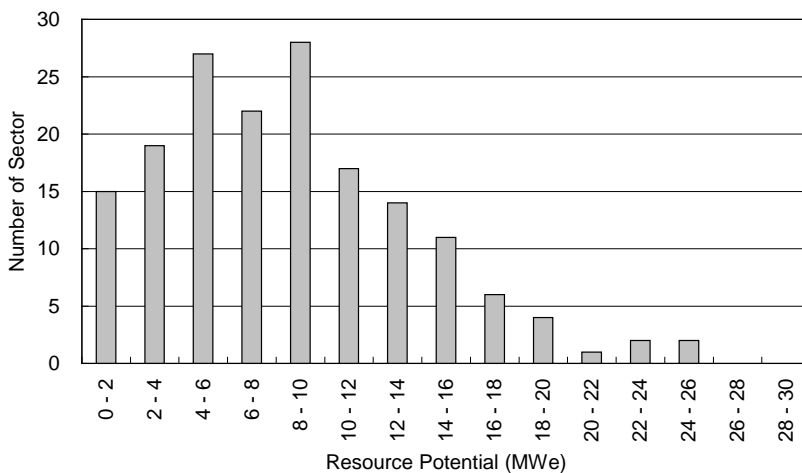


Figura III-1.1.8 Número de sectores por su potencial estimado (excluyendo los campos promisorios)

Una de las principales características de los recursos geotérmicos en el Perú es que los campos con alto potencial tienden a estar ubicados en zonas de alta elevación. La Figura III-3.1.9 muestra los histogramas de la elevación del sitio comparada con el número de campos y el potencial de los recursos estimados. Como se muestra en las Figuras, el 82% de los campos geotérmicos y el 85% del potencial de recursos estimados existen en áreas de altitud a 2.500-5.000m msnm. Por otra parte, más de la mitad (58%) del potencial de recursos estimados está ubicada en áreas de elevación muy alta de 3.500-5.000 m.

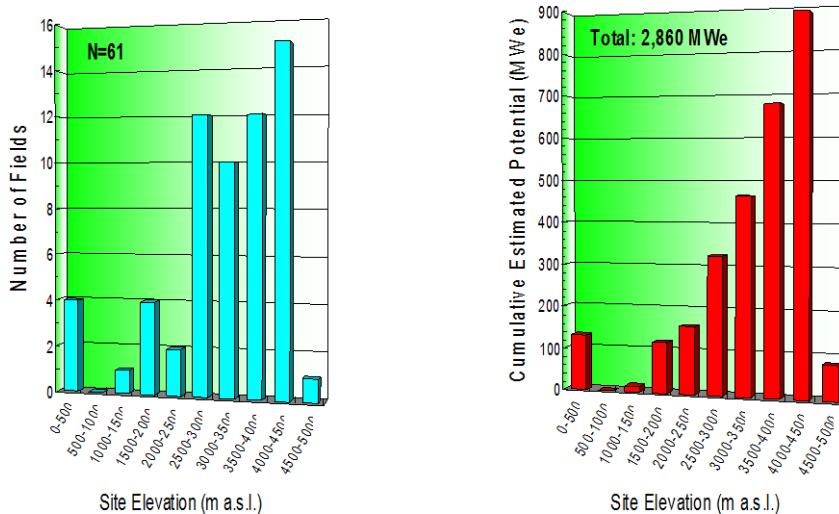


Figura III-1.1.9 Histogramas de la elevación de los sitios comparada con el número de campos y el potencial de sus recursos

III-1.1.2 Ventajas de la Energía Geotérmica como fuente de Potencia Eléctrica

(1) Ventajas de la Energía Geotérmica

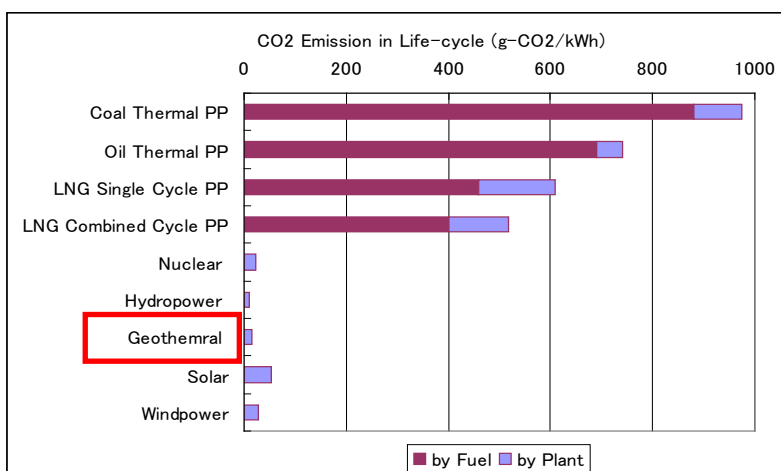
En general, la energía geotérmica es una fuente de energía renovable limpia y fiable, que ofrece beneficios significativos en comparación con otras fuentes de energía:

- Amigable al medio ambiente
- Energía confiable

- Energía autóctona
- En cierta medida, económicamente viable.
- Uso múltiple del calor

Amigable al ambiente.

La generación de energía Geotermal no emite contaminantes del aire como el óxido de azufre, óxido de nitrógeno y polvo, ya que ningún proceso de combustión se incluye. Además, la cantidad de emisiones de dióxido de carbono es mucho menor en comparación con otro tipo de generación de energía. Por lo tanto, la generación de energía geotérmica es una fuente de energía respetuosa del medio ambiente, y contribuye a un desarrollo del País sin aumentar el calentamiento global (Figura III-1.1.10).



Fuente: Instituto Central de Investigación de la Industria de Generación Eléctrica en Japón; CRIEPI Revista No.45, Nov. 2001.

Figura III-1.1.10 Emisiones de CO₂ en el ciclo de vida de las diferentes fuentes de energía

Energía confiable.

Comparada con otros recursos renovables, los puntos que mejor caracterizan a los recursos geotérmicos son un gran factor y de estabilidad, es decir, que puede ser utilizado durante todo el año sin importar las condiciones climáticas. Así, la energía geotérmica es una fuente de energía de alta fiabilidad de suministro (Figura III-1.1.11).

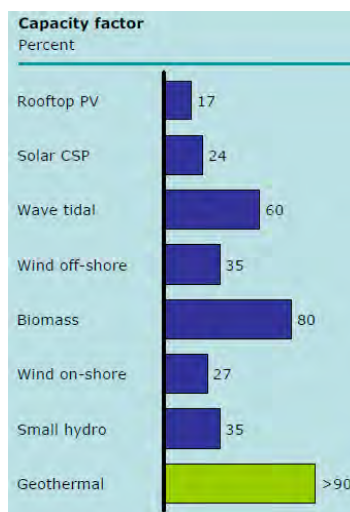


Figura III-1.1.11 Factores de capacidad de Planta para varios tipos de Energía renovable

Energía autóctona.

La energía geotérmica es una fuente puramente doméstica de la energía. Los países sin reservas de combustibles fósiles pueden reducir la cantidad de importación de los mismos. Incluso para los países con reservas de combustibles fósiles y que tengan capacidad de exportación, la energía geotérmica puede sustituir el consumo interno de esos combustibles. La cantidad ahorrada puede ser desplazada a la exportación, o puede ser reservada para uso futuro.

En cierta medida, económicamente viable.

El desarrollo de la energía geotérmica requiere una alta inversión inicial en su etapa de explotación pero, por el contrario, la generación de energía geotérmica ahorra en costos operativos, ya que esencialmente no consume combustibles. En consecuencia, el coste de energía a largo plazo por la generación de la energía geotérmica no es caro como el de generación de energía solar (Figura II-1.1.12), y tampoco se ve afectado por la fluctuación del precio internacional del petróleo o el tipo de cambio. Así, la energía geotérmica se puede suministrar a un costo de suministro estable y la utilización de los recursos geotérmicos contribuiría a estabilizar el equilibrio económico nacional.

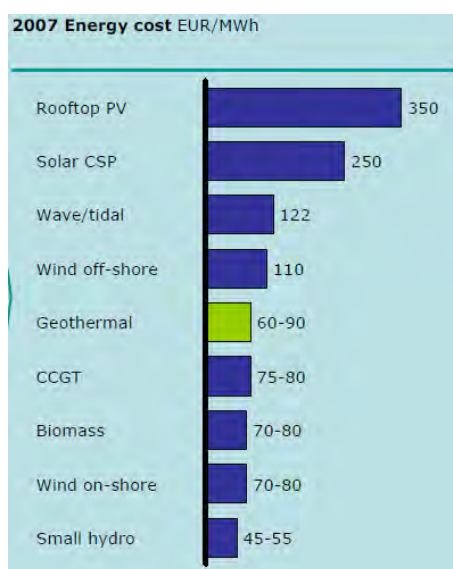


Figura III-1.1.12 Costo de Generación Eléctrica por Fuentes renovables de energía.
(Bertani, 2009)

Uso múltiple del calor.

Aguas calientes que se originan en la fuente de calor o son producidas como subproducto de la generación de energía pueden ser utilizadas para la agricultura, la cría de peces, y como fuente de calor para la industria regional. Tales usos múltiples son eficaces especialmente en regiones de clima frío, pero también el calor puede ser utilizado para el secado de madera o cereales. El vapor de agua que se origina en la generación de energía geotérmica puede ser utilizado para la agricultura, la ganadería y para consumo humano después de su condensación por enfriamiento. La energía geotérmica es una fuente de energía que puede unir el desarrollo de la energía y el desarrollo regional.

Comparaciones de las características de la Generación por Energía Geotérmica y por otras fuentes renovables de Energía Renovable se muestran en la Tabla III-1.1.2. El beneficio del desarrollo de Recursos geotérmicos no está únicamente limitado a los méritos mencionados, sino que también contribuye al crecimiento de las economías regionales.

Tabla III-1.1.2 Comparación entre la geotermia y otras Fuentes de Energía renovable.

Fuente de Energía	Ambiente	Disponibilidad	Independencia Energética	Balace Comercial	Uso Múltiple
Geotermia	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Hidro	-	-	Sí	Sí	Sí
Viento	Sí	-	Sí	Sí	-
Solar	Sí	-	Sí	Sí	-
Biomasa	-	-	Sí	Sí	-

(2) Ventajas y necesidad del desarrollo de la Energía Geotérmica en Perú

Es deseable el desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú debido a las siguientes razones:

- El desarrollo de la generación de electricidad a partir de distintos tipos de fuentes de energía es necesaria para hacer frente a su creciente demanda. Entre las distintas energías renovables, la energía geotérmica es una fuente muy prometedora, ya que con esta se puede lograr suministro estable. La Figura III-1.1.13 muestra los factores de capacidad de centrales eléctricas que han sido ofrecidos en las licitaciones de proyectos de energía renovable. Sólo unos pocos, pequeñas centrales hidráulicas y plantas de biomasa, podría lograr un factor de capacidad de más del 80%. En general, las plantas de energía geotérmica pueden lograr un factor de capacidad de 80 a 95%.

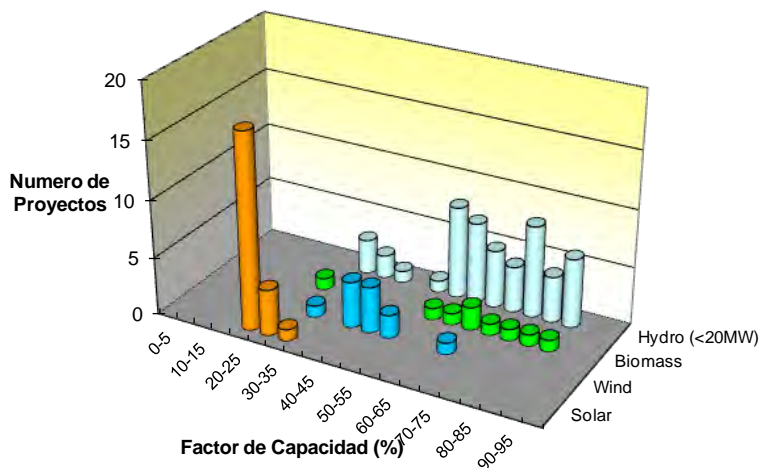


Figura III-1.1.13 Factores de capacidad para proyectos de recursos energéticos renovables ofrecidos en las licitaciones en Perú

- En la actualidad, la generación de Energía en el Perú se está incrementando por la quema a bajo costo de Gas natural. El gas natural tiene demanda no sólo para el uso de generación de energía, sino también para otros fines, por tanto su consumo interno está aumentando. Cuando se haga realidad la generación de energía geotérmica, el consumo de gas natural para el uso de generación de energía se reducirá, y la cantidad ahorrada se podrá destinar a otros fines, como la demanda de gas doméstico en las ciudades. También, como el Gas naturales es una mercancía internacional, la cantidad ahorrada puede ser vendida en el mercado internacional de GNL con la consiguiente obtención de divisas para el Perú.
- La Generación de energía a partir de una fuente geotérmica emitirá cantidades mucho menores de CO₂ en comparación con el aquella a partir de Gas natural, fuente energía cada vez más

utilizada en Perú (ver Figura III-1.1.10). La sustitución de Plantas de energía alimentadas con Gas natural las plantas de energía geotérmica contribuirá en gran medida a la reducción de las emisiones de CO₂.

- Existen abundantes recursos geotérmicos en la parte sur del Perú, donde, al contrario, la existencia de recursos hídricos es muy pobre y estos están muy diseminados. En la parte sur del Perú existe gran disponibilidad de recursos solares, sin embargo la energía eólica no está disponible, excepto en zonas limitadas de la región montañosa (Figura III-1.1.14).

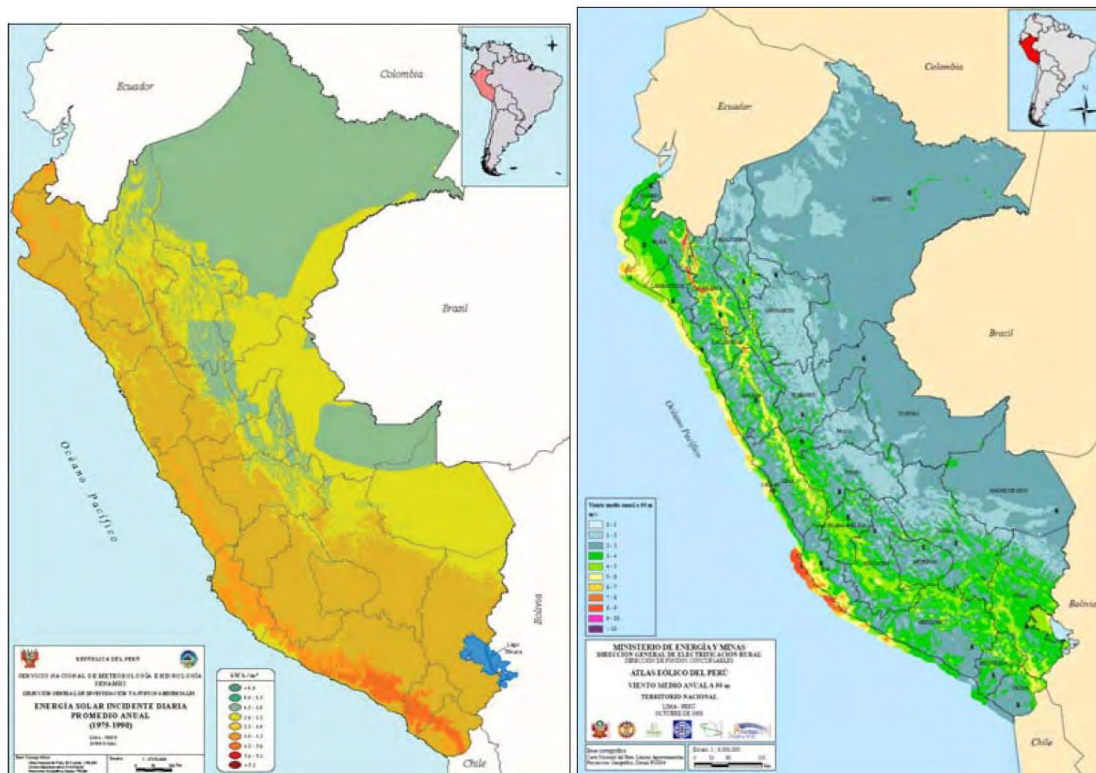
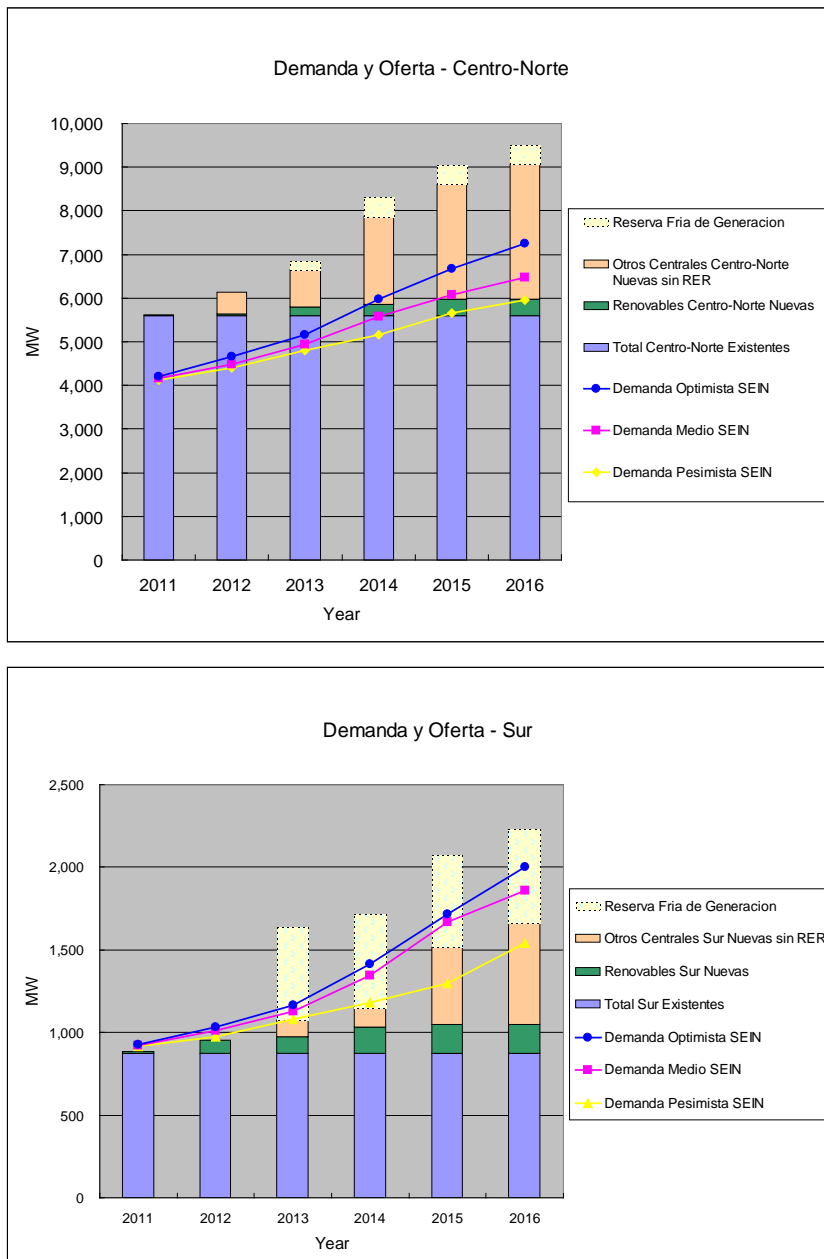


Figura III-1.1.14 Mapa de distribución de recursos solares (izquierda) y eólicos (derecha) en Perú.

- Las proyecciones de oferta y demanda de energía eléctrica (hasta 2016) para la zona sur y otras áreas (norte y centro) se muestran en la Figura III-1.1.15. En las zonas norte y central, no habrá suficiente oferta a la demanda, incluso en el escenario optimista. Por otro lado, el margen de la oferta en la zona sur será sólo por la planta de “reserva fría”, que es la prioridad más baja de la operación entre las plantas de energía en el caso de la proyección de demanda optimista y mediana. En este caso, la energía con el costo más bajo puede ser enviado desde la zona central al sur. En consecuencia, la energía geotérmica en el campo prometer en la zona sur hará la red del sur (Zona Sur: Apurímac, Cusco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna) estable y contribuirá a la mejora de las pérdidas de transmisión y también la estabilidad del sistema en general.



(Fuente: MEM y COES Website)

Fig. III-1.1.15 Proyección de Demanda y Oferta (hasta 2016)

- La mayoría de los distritos con abundancia de recursos de energía geotérmica en el Perú están localizados en regiones frías y a gran altura. Se pueden esperar otros beneficios de la energía geotérmica, como ser la calefacción de espacios.

III-1.1.3 Evaluación cuantitativa de los beneficios del desarrollo geotérmico en Perú

(1) Evaluación Económica de un Proyecto de Generación Geotérmico

En este estudio, la viabilidad económica de los proyectos de energía geotérmica posible sea evaluada para los 13 campos prometedores seleccionados y los campos Calientes y Borateras, para los cuales estudios detallados ya se han realizado anteriormente. En la evaluación económica, se calcula el precio de venta de energía eléctrica pueda alcanzar una Tasa interna de rendimiento financiero (TIRF) del 12% para las inversiones de una Planta geotérmica con vida útil 30 años. En

consecuencia, el proyecto económicamente más viable fue el proyecto para el “campo-A” con el menor precio de venta de \$US 10,5 cent/kWh.

(2) Comparación con Fuentes alternativas de Energía (Beneficio del ahorro de Gas natural)

En esta sección, la competitividad de la energía geotérmica en relación a las otras fuentes de energía. Se seleccionaron los ciclos; combinado de gas, carbón y diesel como fuentes alternas de energía, se estudian los costos de un proyecto geotérmico en relación a de las fuentes alternas.

En primer lugar, se asumen las especificaciones de una Planta de generación a partir de fuentes alternativas, como se muestra en la Tabla III-1.1.3. El precio del petróleo se asume a 120 USD / barril, mientras que el precio del carbón a 110 USD / tonelada y el precio del gas natural a 12 USD / MMBTU (Tabla III-1.1.4). Estos precios se refieren a los previstos en AIE "World Energy Outlook 2010" y, por simplicidad, se consideran constantes durante el período de evaluación. El precio actual del gas natural para uso de generación de energía en el Perú es de alrededor de 1,58 USD / MMBTU. Sin embargo, este es un precio interno, y es necesario para evaluar el valor del gas natural en términos del precio internacional, ya que este combustible es una mercancía objeto de comercio internacional. Según un informe de la AIE, el precio del gas natural licuado para 2015-2035 se prevé que sea 12 a 17 USD / MMBTU en Asia, 7,11 USD / MMBTU en los Estados Unidos y de 14,11 USD / MMBTU en Europa. Por lo tanto, se tome el nivel de 12 USD / MMBTU como el precio promedio de los tres mercados y, para el análisis de sensibilidad, se utiliza el precio de 3,15 USD / MMBTU.

Tabla III-1.1.3 Especificaciones de Planta de generación para las Fuentes alternativas

Tipo de Planta	Gas natural (Ciclo combinado)	Planta a carbón	Planta Diesel
Combustible	Gas natural	Carbón	diesel
Capacidad	300 MW	300 MW	50 MW
Costo de construcción (w/o IDC)	1.200 USD/kW	1.600 USD/kW	1.000 USD/kW
Periodo de construcción	3 años	4 años	3 años
Eficiencia de Planta	45%	38%	38%
% para uso de la Planta	3,5%	7%	4%
Factor de capacidad	82,8%	85,9%	83,2%
Costo de operación y mantenimiento	0,5 US cent/kWh	0,65 US cent/kWh	0,5 US cent/kWh
Precio del combustible	12 USD/MMBTU	110 USD/ton	120 USD/bbl
Calor específico	9.140 kcal/m ³	6.000 kcal/kg	9.800 kcal/L
Periodo de Operación	30 años	30 años	30 años

Tabla III-1.1.4 Pronóstico del precio de combustibles fósiles por la IEA (precios 2009)

Energía	Unidad	En caso de las actuales tendencias					
		2009	2015	2020	2025	2030	2035
Gas Natural							
Estados Unidos	USD/MMBTU	4,1	7,0	8,2	9,3	10,4	11,2
Europa	USD/MMBTU	7,4	10,7	12,1	12,9	13,9	14,4
Japón	USD/MMBTU	9,4	12,4	13,9	14,9	15,9	16,5
Petróleo crudo	USD/bbl	60,4	94,0	110,0	120,0	130,0	135,0
Carbón	USD/ton	97,3	97,8	105,8	109,5	112,5	115,0

Fuente: IEA, “World Energy Outlook 2010”

La competitividad de los costos de las plantas geotérmicas frente a las alternativas de centrales térmicas se calcula con base en los supuestos de arriba. La comparación se hace para calcular la diferencia del costo total para el caso que se construya una Planta geotérmica y esta sea operada durante 30 años y el caso en el que se construya una Planta de la misma capacidad y operada durante el mismo período pero operada con una energía térmica alternativa. La comparación se expresa en términos de tasa interna de rendimiento económico (TIRE). Si la TIRE es mayor que el 12%, que es el costo social del capital, la planta geotérmica es competitiva en costos frente a una planta alternativa.

De acuerdo a los resultados mostrados arriba;

- La competitividad de los costos de un Proyecto geotérmico en relación contra a uno operado a Gas natural depende del precio del gas natural. Si el precio del gas está en un rango de 10-15 USD / MMBTU, la planta de energía geotérmica es competitiva en el caso de algunos campos.
- Un Proyecto geotérmico a implementarse en cualquiera de los Campos estudiados tiene menor competitividad en cuanto a costos si es comparado en relación a un Proyecto operado por carbón. Esto se debe a que el precio del carbón es relativamente barato. Sin embargo, cabe señalar que una Planta operada a carbón produce el escape de grandes cantidades de CO₂ que, en cierta medida, impactan el Medio ambiente mundial.
- Un Proyecto geotérmico a implementarse en cualquiera de los Campos tiene mayor competitividad en cuanto a costos si es comparado en relación a un Proyecto operado por diesel. Esto demuestra la posibilidad de que Plantas geotérmicas puedan remplazar a dichas Plantas como la fuente de energía en sistemas independientes remotos.

Este cálculo muestra los beneficios de la energía geotérmica. Se estudió la diferencia del costo entre el caso de que se construya una Planta de generación por energía geotérmica de 150 MW en el Campo-A y el caso en que una Planta de generación eléctrica a Gas natural de la misma capacidad se vaya a construir en el área de la Planta geotérmica. De acuerdo con esta comparación, se entiende que la sociedad puede obtener un ahorro de costos cercano a USD 2.281 millones a través de la construcción y operación por un período de 30 años. Este ahorro se convierte en USD 151 millones en términos de valor actual neto cuando se convierte a la tasa social de descuento del 12%. Esta cantidad se puede expresar como USD 3,53 cent/ kWh cuando se divide por la cantidad total de la electricidad producida geotérmicamente¹.

(3) Incremento de Impuestos

Los Proyectos de Energía geotérmica necesitan una gran inversión inicial y largo periodo de tiempo para su desarrollo. Esta característica influye en gran medida en la cantidad del pago del impuesto derivado de la actividad de generación geotérmica. La Figura III-1.1.16 muestra la composición del precio de venta de la electricidad suministrada por una Planta de generación eléctrica por geotérmica y una Planta de generación a Gas natural (NGCC). La energía geotérmica es el caso del proyecto en el campo-A y el gas natural en el caso del Gas a un precio de USD 12/ MMBTU. De acuerdo con estos cálculos, el pago de impuestos y regalías del proyecto geotérmico sería USD 1,6 cent/kWh representando el 15,2% del precio de venta de USD cent/ kWh. Por otro lado, el pago de impuestos de Proyecto de energía a Gas natural es USD 0,5 cent/kWh y representa sólo el 3,9% del precio de venta de USD 12,9 /kWh. Existe una diferencia en el pago de impuestos de USD 1,1 cent/ kWh entre los dos Proyectos, la cual es considerable.

¹ La producción de electricidad se convierte también al valor presente neto usando la tasa de descuento de 12 %.

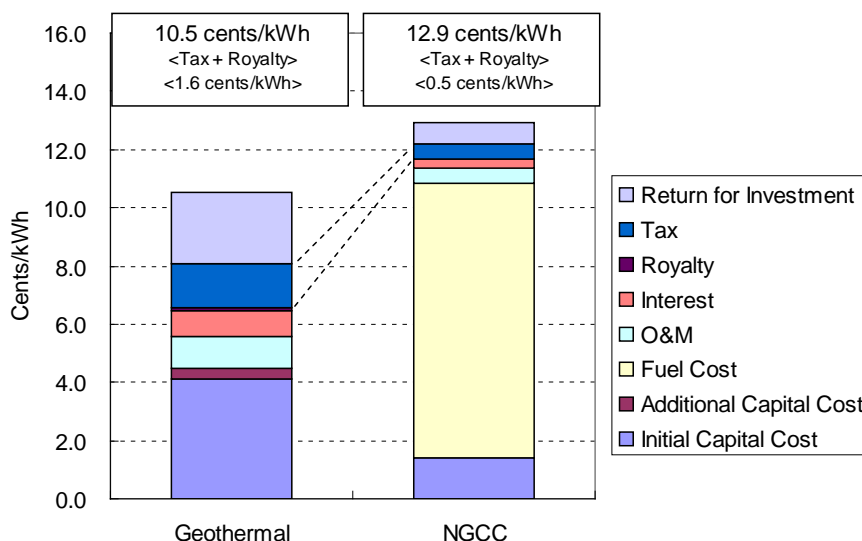


Figura III-1.1.16 Composición del precio de venta de electricidad generada por Proyectos geotérmicos y a Gas natural

La menor carga de impuestos en Proyecto de generación eléctrica a Gas natural se debe al hecho de que el gasto en combustible, el principal factor de precio, puede ser tratado como costo y, como tal, ser sustraído de las utilidades de venta. Al contrario, los Proyectos de Energía geotérmica necesitan una gran inversión inicial, que se podría corresponder con el coste del combustible de la generación a gas natural ya que es el principal factor de coste, y cuyo retorno económico es tratado como una ganancia en la operación del negocio. Por lo tanto, esta está gravada y el monto de los impuestos se hace grande para un Proyecto geotérmico en comparación con los mismos de un Proyecto a Gas natural. En este sentido, la Comisión de Energía de California (1996) también informó que la carga tributaria de los proyectos de energía geotérmica es 2,8 veces más pesada que la de Proyectos de energía térmica alternativa.

El fenómeno de que la carga tributaria a un Proyecto geotérmico sea mayor que la de Proyecto alternativo a gas natural significa que los proyectos geotérmicos pueden redundar en beneficio del aumento de impuestos para el Gobierno. Si se construye una Planta de generación eléctrica aprovechando geotermia en lugar de una Planta a gas natural, el gobierno sería capaz de obtener más ingresos fiscales. Aunque el Gobierno puede usar este impuesto a la renta para sus gastos fiscales, sería muy deseable que el Gobierno más bien reduzca la presión fiscal a los emprendimientos geotérmicos o use esos beneficios fiscales para incentivar el desarrollo de la energía geotérmica en el Perú.

Los incentivos para promover el desarrollo de energía geotérmica evidentemente tienen un costo. Sin embargo, si esos costos para los incentivos son menos que el aumento de impuestos, el beneficio neto para el Gobierno seguirá siendo positivo. Incluso si el beneficio neto del gobierno se volviese negativo, si los costos de incentivos se hacen grandes, los incentivos pueden ser justificadas cuando los beneficios sociales derivados de la generación de energía geotérmica, aparte de los beneficios de ahorro de combustible y mejora de la calidad del medio ambiente, se toman en consideración.

III-1.1.4 Objetivos del desarrollo geotérmico

Como se ha descrito en apartados anteriores, de acuerdo con los resultados del estudio del Plan Maestro el potencial total de recursos en el Perú puede ser estimado en aproximadamente 2.860 MW de reservada distribuida en 61 Campos geotérmicos. Además, del total, el desarrollo de 735 MW de potencia eléctrica podría ser posible en los 13 Campos geotérmicos que fueron seleccionados como los Campos prometedores en este estudio. Los resultados de la evaluación del potencial de recursos y las

estrategias nacionales de desarrollo demostraron que en el Perú se cuenta con abundantes recursos geotérmicos. Además, dado que los desarrollos de energía geotérmica en Perú traerán abundantes beneficios montón nacionales, incluyendo el ahorro de Gas natural y otros como se describió anteriormente, es muy deseable en la utilización exitosa de la energía geotérmica como una fuente de energía renovable.

De acuerdo a las perspectivas de suministro eléctrico por fuentes de energía geotérmica previstas por la Agencia Internacional de Energía (AIE) en 2011, se espera que en las próximas décadas se dará un crecimiento mundial del desarrollo de la energía geotérmica (referirse a la Figura III-1.1.17).

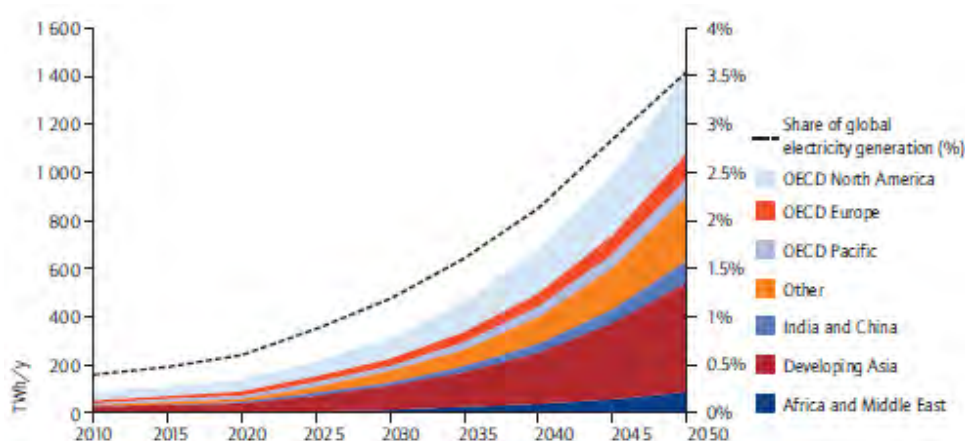


Figura III-1.1.17 Perspectiva del suministro mundial de electricidad basado en recursos geotérmicos.

El objetivo numérico concreto para la evolución de la generación por energías renovables, incluidos los recursos geotérmicos, no se ha decidido todavía en razón que el "Plan Nacional de Energías Renovables" no se ha formulado y no está abierto al público. Sin embargo, la ley para promover la generación de energía mediante energías renovables menciona que la compra de energía a precio fijo está garantizada hasta un volumen del 5% de la demanda de energía total (sin contar la generación de energía hidráulica/ micro-hidro) y este hecho podría ser considerado como el objetivo práctico para la generación eléctrica con energías renovables. Si la meta de generación de energía renovable se mantiene sin cambios en un 5% de la demanda total de energía, se puede esperar de los resultados de licitación para Proyectos de energía renovable que la generación de energía por a partir de varias fuentes energéticas renovables distintas a la geotérmica, cubran la cantidad específica de la demanda de potencia. (Figura III-1.1.18). Por lo tanto, es deseable aumentar la meta numérica para la generación de electricidad mediante energías renovables en las décadas futuras.

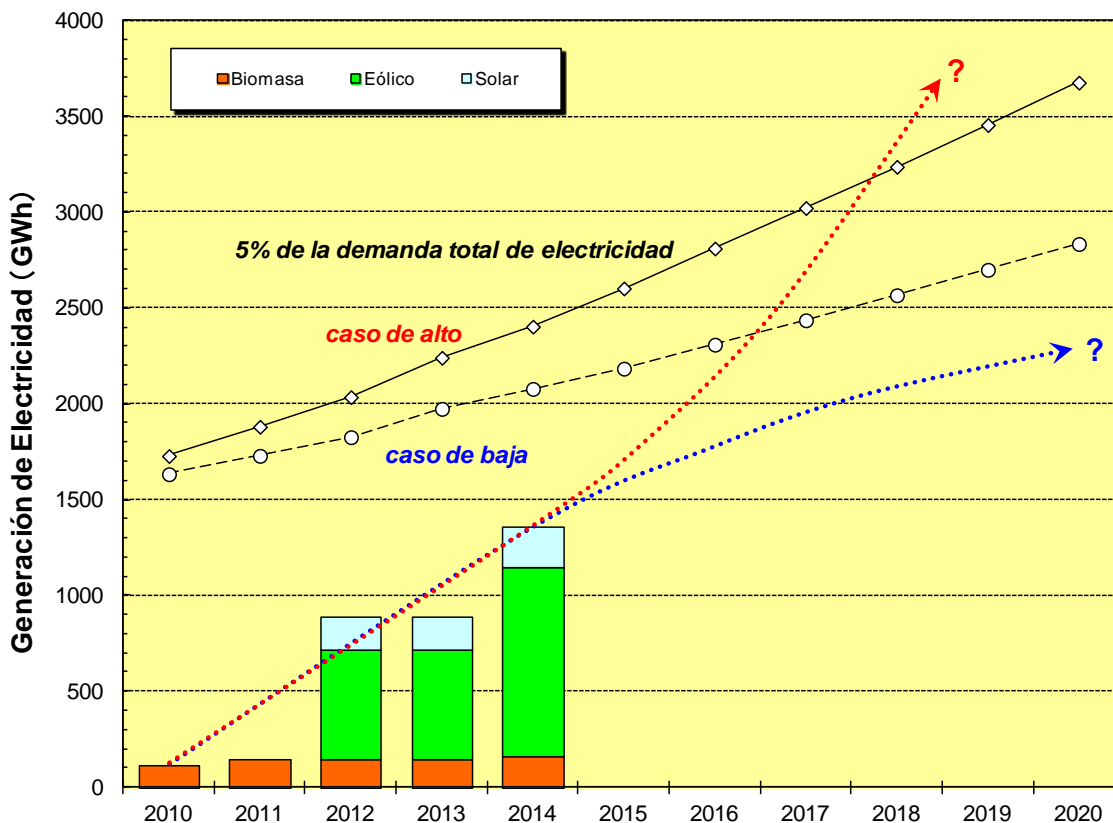


Figura III-1.1.18 Predicción del crecimiento de la generación eléctrica por medio de energías renovables distintas a la geotérmica.

Es deseable aumentar el objetivo de la generación de potencia por energías renovables hasta un 10% de la demanda total de electricidad. La cantidad meta de generación de energía debe ser revisada cada cinco años, haciéndose la próxima revisión en el año 2014. Por lo tanto, se espera que, con un eventual aumento de la cantidad meta para la generación de energía eléctrica por medios renovables, esta llegue al 10% de la demanda total de electricidad en 2014. En la República de Chile, el país vecino, la meta se determinó de manera que la cantidad de generación de energía por medios no convencionales alcance el 10% de la demanda nacional de energía en el año de 2024.

Es deseable establecer la meta objetivo para la potencia de salida por medio de energía geotérmica en un 50% de la generación de electricidad mediante energías renovables, es decir, el objetivo debe ser fijado tal de cubrir el 5% de la demanda total de energía nacional. En este caso, en la previsión de crecimiento de la demanda de acuerdo a un escenario optimista, y suponiendo que el factor de carga de una planta de energía geotérmica alcance 85%, el objetivo de capacidad de generación de energía geotérmica en el año 2030 será de 1.000 MW. Este objetivo numérico de desarrollo, es decir, desarrollar nuevos 1.000 MW en los próximos 18 años, no es impráctico, teniendo en cuenta que el potencial total de recursos en 13 campos prometedores es 735 MW, como se describió anteriormente, y teniendo en cuenta que hay otros campos que se pueden explotar en el futuro cercano.

⇒ Es deseable que los recursos geotérmicos se desarrollen tanto como sea posible para la generación de energía y otros fines de utilización del calor, como recursos energéticos autóctonos de Perú. El desarrollo debe iniciarse con la exploración de recursos evidentemente tomará tiempo. Sin embargo, el desarrollo de 1.000 MW de energía geotérmica para el año 2030 es deseable desde el punto de vista de una estrategia energética que mezcle el medio y largo plazo.

III-1.2 Marco de Organización Legal para el Desarrollo Geotérmico

III-1.2.1 Recomendaciones acerca del Marco Legal

(1) Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos

En el Perú, existe una la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento, que establecen el marco para la promoción del desarrollo geotérmico en el sector privado. En este marco, una serie de solicitudes de derecho de exploración (autorización) han sido hechas. Sin embargo, la concesión de la autorización por parte del MEM recién acaba de empezar y la mayoría de ellas todavía están en el proceso de evaluación. Por lo tanto, todavía es muy pronto para juzgar la eficacia de este marco legal para promover el desarrollo geotérmico, principalmente por el sector privado. Actualmente los titulares de la autorización pagan cada año una pequeña cuota obligatoria (derecho de vigencia) de acuerdo al artículo 62 del Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos. Y en caso de que los titulares de la autorización no realizan sus actividades como esta previsto, se ejecutará la garantía (5% del presupuesto) presentado por ellos para la fase II del periodo de la exploración según lo prescrito en el artículo 17 del Reglamento de la Ley Orgánica ley de Recursos Geotérmicos. Sin embargo, para la fase I del período de exploración, no existe algún tipo de penalidad a pesar de que los titulares de la autorización no procedan sus actividades como está previsto. Por lo tanto, si los titulares de autorizaciones, como empresas privadas, consideran difícil el desarrollo del proyecto desde punto de vista económica, pueden ocurrir los casos de que ellos no desarrollan los campos pero mantienen los derechos geotérmicos. Si esta situación ocurre en la práctica, el MEM debe fortalecer más su función de supervisión sobre si las actividades de exploración están avanzando o no según lo planeado.

Por otro lado, si los titulares de la autorización no pueden continuar sus actividades de exploración, debido a los altos riesgos de recursos, se recomienda que la institución gubernamental o algunas empresas estatales participen en las actividades de exploración. En tal caso, se debe considerar las opciones tales como la perforación por la entidad pública o la ejecución del proyecto a través de Asociación Pública-Privada.

(2) Ley para la Generación de Electricidad mediante Energías renovables.

Este estudio de Plan Maestro recomienda la realización de subastas de recursos energéticos renovables para Proyectos de generación geotérmica, de acuerdo con la ley para la generación de electricidad con energías renovables. Sin embargo, en Perú, el desarrollo geotérmico se encuentra todavía en la fase de exploración y, por lo tanto, las subastas para la generación de energía geotérmica no se han materializado todavía. En el caso de otros proyectos de recursos energéticos renovables, no es necesario obtener los derechos de concesión para participar en las subastas, ya que el período de desarrollo es corto en comparación con los proyectos de energía geotérmica. Sin embargo, en el caso de proyectos de energía geotérmica, se necesita un largo período de desarrollo, y algunas medidas deben ser consideradas para asegurar la generación de energía en el plazo de algunos años después de la adjudicación. Por ejemplo, obtener el derecho de concesión debería ser una condición previa para participar en las subastas.

Por otro lado, en las subastas de recursos energéticos renovables, el precio de la oferta debe incluir el costo de inversión para las líneas de transmisión necesarias para la conexión con el SEIN. Sin embargo, en el caso de la generación de energía geotérmica, la capacidad instalada es generalmente mucho mayor que la de generación por otros recursos energéticos renovables y la mayoría del potencial geotérmico se concentra en la misma zona del sur del país. Por lo tanto, no es ni económica ni técnicamente realista para cada desarrollador de energía geotérmica el tener que construir una línea de transmisión para conectarse a los sistemas. Por lo tanto, en el caso de los Proyectos de generación geotérmica, la inversión en líneas de transmisión se debe considerar por separado en precio de oferta en subastas de recursos energéticos renovables, y la ley para la generación de electricidad con energías renovables debe ser modificada en consecuencia.

Finalmente, de acuerdo con el artículo 11 de la ley, el MEM se encargaría de la elaboración del Plan Nacional de Energías Renovables. Sin embargo, no se ha anunciado hasta ahora. La elaboración de

este Plan es fundamental para que el país pueda lograr la mejor combinación de fuentes de generación de electricidad. Además, la composición de las fuentes de recursos energéticos renovables en las subastas en el futuro deberá tener en cuenta este plan. En este sentido, es muy importante incorporar el resultado de este Plan Maestro en el Plan Nacional de Energías renovables.

⇒ No han sido identificados problemas de fondo en el actual marco jurídico y normativo para el desarrollo geotérmico. Sin embargo, si se revela que el desarrollo de recursos geotérmicos por el sector privado sólo es difícil, se recomienda revisar y modificar en consecuencia las leyes relacionadas. La posibilidad de la participación del gobierno o de la empresa pública para la etapa de exploración y la fase de construcción deben ser evaluados con el fin de reducir el riesgo de los recursos de inversión y la carga de las inversión para el sector privado.

III-1.2.2 Organización y desarrollo de sistema

Se espera que la empresa de servicios públicos de energía en el Perú se desarrolle principalmente bajo la iniciativa privada. En principio, por lo mismo sucederá con el desarrollo geotérmico, una vez que este adquiera cierto impulso. A pesar de que puede seguir ese camino de desarrollo, los órganos de gobierno bajo la DGE, que son responsables de la política del sector de energía y la supervisión de la IPP, deben conservar y desarrollar gran variedad de expertos técnicos relacionados con la tecnología geotérmica, incluyendo las cuestiones jurídicas y económicas, de modo de ser capaces de poner en marcha políticas adecuadas en las concesiones geotérmicas; por ejemplo, para determinar el nivel de precios adecuado en el sistema de ajuste o para proporcionar supervisión adecuada y orientación sobre los promotores privados en cada etapa de sus actividades, como ser en el estudio de exploración, construcción de la Planta y su funcionamiento. La creación de la capacidad adecuada no se hará realidad simplemente él envió de brillantes ingenieros jóvenes a campos de entrenamiento en el extranjero, tiene que realizarse a través de Proyectos reales con el fin de acumular experiencias. Ellos, como expertos de la organización de supervisión, adquirirán más experiencia y conocimiento en la tecnología geotérmica, traerán más beneficios para el país ya que son capaces de aplicar con mejor juicio la política y el control sobre el desarrollo y uso del recurso geotérmico, que es uno de los activos valiosos de este País.

En el pasado, ha habido algunos intentos iniciados por varias agencias gubernamentales mientras trataban de intercambio de información con otras, incluso intentos de formar alianzas entre ellas mediante la creación de comités de energía geotérmica o de alguna otra manera. Sin embargo, con el fin de abordar los problemas reales que se enfrentan durante el desarrollo geotérmico, será necesario reforzar la coordinación mutua y la de la red entre las organizaciones. Además, la aplicación de las políticas propuestas en este Plan Maestro geotérmica requieren un amplio uso de la base de datos desarrollada en este estudio, que por lo tanto se pide el establecimiento de una estructura adecuada en términos de operación de las bases de datos, para su utilización efectiva, así como para la rigurosa implementación de la actualización de datos con el fin de mantener su utilidad.

Como que cuestiones más fundamentales deben abordarse antes de hablar de las perspectivas a futuro, se hace notar que los promotores privados deben hacer frente a decisiones empresariales difíciles cuando se emprende un Proyecto geotérmico, ya que este requiere altos costos de inversión inicial, como para la perforación de pozos geotérmicos y la construcción de sistemas de fluidos, superiores a los de la construcción de la Planta de en sí, sin eliminar el riesgo de recursos. En consecuencia, el desarrollo tiende a ser más largo ya que se tiene que acumular conocimientos de detalle del campo con el fin de mitigar el riesgo del proyecto. No será fácil atraer a inversionistas privados para Proyecto geotérmico, aunque se ofrezcan rendimientos lucrativos a sus inversiones con el propósito de promover su apetito.

Bajo tales circunstancias, en los países en desarrollo que han introducido exitosamente la generación por energía geotérmica y por lo menos durante las etapas iniciales, se optó el desarrollo de los recursos geotérmicos por la iniciativa pública, ya que de esta manera se pueden absorber mayores riesgos de

recursos y se podría utilizar la ayuda financiera de fuentes bilaterales y multilaterales. Por lo tanto se puede reducir el costo de desarrollo (Ver Tabla III-1.2.1). Durante la etapa inicial del desarrollo de la energía geotérmica, aunque haya sido un desarrollo dirigido por el sector público, aún estos países se enfrentaron problemas para evaluar los recursos geotérmicos y para crear personal capacitado. Incluso después de la construcción de la primera Planta piloto, se enfrentaron problemas de operación y mantenimiento. Estas experiencias mostraron la dificultad de desarrollo geotérmico aún con la iniciativa pública. Por lo tanto, podría ser aún más difícil un desarrollo geotérmico desde la etapa inicial solo con la iniciativa privada. En cambio, demuestra la necesidad de la participación de los instrumentos públicos. En el caso del Perú, dado el hecho que las entidades públicas que podrían emprender el desarrollo de energía geotérmica son las empresas de propiedad estatal, tales como, 1) INGMMET, que se ha acumulado una larga experiencia en el estudio geotérmico, 2) Petroperú SA, que tiene conocimientos sobre el sector de la perforación jugando también un papel importante en el desarrollo geotérmico y, 3) Electroperú SA, que participaba en los estudios geotérmicos en el pasado y que puede asumir un rol para las actividades de generación. Ellos podrían ser reforzados con la ayuda de la Universidad Nacional de Ingeniería en lo que respecta a la tecnología perteneciente a las Plantas de energía geotérmica.

Tabla II-1.2.1 Ejemplos de desarrollo geotérmico promovido por las entidades públicas

País	Exploración de recursos / Suministro de vapor	Generación	Ejemplos de proyectos/ Referencia
Indonesia	PGE (PERTAMINA Geothermal Energy)	PLN	Kamojang: 200MW, Lahendong: 60MW En cuanto a la Unidad 4 de Kamojang, PGE se compromete tanto al desarrollo de recursos y como a la operación de la Planta de energía.
Philippines	PNOC-EDC (Philippines National Oil Company-Energy Development Company)	NAPCOR	Bac-Man : 150MW, Mindanao : 106MW Northern Negros : 49MW Southern Negros : 192,5MW Leyte : 700,9MW PNOC-EDC fue privatizada y vendida en 2007. NPC ha estado vendiendo sus activos después de la promulgación de la Ley de Reforma de la Industria Energía Eléctrica en 2001.
Turkey	MTA (General Directorate of Mineral Research & Exploration)	TEAS (Turkey's Electricity Generating & Transmission Corporation)	Kizildere : 20MW Kizildere GPP fue vendida más tarde a una empresa privada. Las actividades de generación están ahora en el mercado IPP. Los desarrolladores de energía geotérmica privada han sido muy activos en los últimos años. Sin embargo, MTA conserva una fuerte influencia a medida que se le concedió un estatus especial en el derecho de concesión, así como emprender la exploración geotérmica para promotores privados.
Mexico	CFE (La Comisión Federal de Electricidad)	CFE	Cerro Prieto: 720MW Los Azufres: 188MW Los Humeros: 35MW Las Tres Vírgenes: 10MW
Costa Rica	ICE (Instituto Costarricense de Electricidad)	ICE	Miravalles : 133MW Las Pailas : 35MW ICE-la empresa de propiedad estatal cubre el 80% de la generación y el monopolio en transmisión / distribución del país.
El Salvador	LaGeo	LaGeo	Berlín : 100MW, Ahuachapan : 95MW Cuando se desarrolló Berlín III, la empresa italiana

			ENEL adquirió el 20% de los activos de La Geo.
Kenia	KENGEN	KENGEN	Olkaria I, II y IV, 127MW totales En Kenia, se considera que la geotermia tiene menor costo de desarrollo, la prioridad dada al desarrollo de energía geotérmica está alimentando su rápido crecimiento. Fue creada GDC, de propiedad del Estado, que es responsable del desarrollo de los recursos y el suministro de vapor con la intención de que el Estado se haga cargo de la exploración de recursos y del suministro de vapor, mientras que los promotores privados se responsabiliza en la parte de la generación. Mientras tanto, la privatización de KenGen está en curso, ya que tenía OPI (Oferta Pública Inicial) en 2006.

En el Perú se espera que el desarrollo geotérmico alcance el éxito a través de la iniciativa pública, acumulando los conocimientos y las experiencias relacionadas a las condiciones naturales particulares del país (baja presión atmosférica y baja temperatura por la altitud de los campos geotérmicos). De esta manera, se espera que se fortalezca la capacidad de las organizaciones gubernamentales con un grupo de expertos en esta tecnología, que se encargue de supervisar, controlar y asesorar a los promotores privados, así como de establecer las políticas de desarrollo.

⇒ Es deseable que, mientras organizaciones no gubernamentales como la DGE y el INGEMMET agilizan su organización promoviendo la creación de capacidades con el fin de promover la energía geotérmica, otras organizaciones envueltas y de participación directa, como Electroperú SA, establezcan Equipos de trabajo en relación a la energía geotérmica dentro su organización.

III-1.3 Recomendaciones para la asistencia e incentivos en la promoción de recursos geotérmicos

III-1.3.1 Esquema de Primas en la Tarifa

La legislación vigente en el Perú ofrece el incentivo llamado Primas en la Tarifa (Feed-In-Tariff, o FIT por sus siglas en inglés) a las empresas privadas adjudicadas a través de las subastas para generación con energías renovables, incluyendo la energía geotérmica. Bajo este sistema, es importante para el Gobierno determinar el Precio Base en nivel lo suficientemente alto para motivar a las empresas privadas a invertir en los proyectos de generación con energías renovables.

La Figura III-1.3.1 muestra el nivel de precios del FIT para la generación de energía geotérmica en otros países. En muchos casos es alrededor de USD 10 cent/kWh. Sin embargo, hay algunos países en donde se establece el precio de la generación de energía geotérmica por encima de USD 15 cent/kWh.

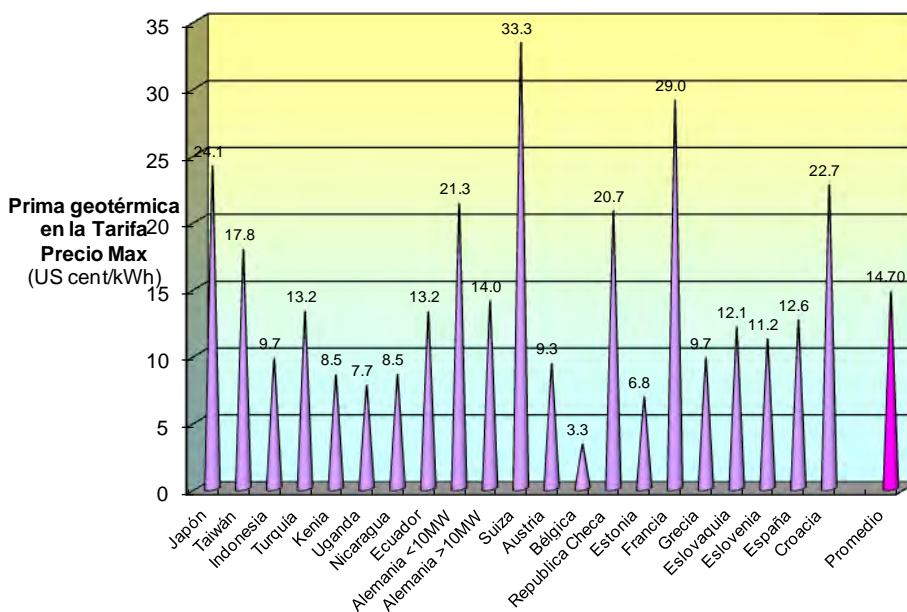


Figura III-1.3.1 Nivel del FIT para la generación de energía geotérmica en el mundo (precio máximo)

Sin embargo, el costo para sostener el sistema FIT (prima para cubrir la diferencia entre el precio fijo y el precio de mercado) es soportado por los usuarios como las tarifas de consumo de electricidad. Por lo tanto, cuanto mayor sea el nivel de precios de la FIT se convierte más grande la carga a los consumidores.

Por lo tanto, es deseable que el gobierno proporcione un apoyo adicional para la promoción del desarrollo geotérmico que no sea el sistema actual, de modo que el impacto directo en la tarifa eléctrica para los consumidores puede ser relativamente pequeño.

⇒ Para promover el desarrollo geotérmico a través del sistema FIT actual inducida por la inversión privada, es conveniente establecer el precio base suficientemente alto. Sin embargo, esto significa que el impacto en la tarifa eléctrica para los consumidores puede ser significativo. Para evitar esto, es conveniente aplicar otros medios de ayuda e incentivos.

III-1.3.2 Apoyo Financiero, Incentivo Tributario y asistencia Fiscal

(1) Apoyo financiero (Préstamos concesionales para construcción)

Las principales características de la generación de energía eléctrica por geotermia son su costo de inversión inicial relativamente grande en comparación con el costo de generación de energía térmica y su largo tiempo de desarrollo. Por lo tanto, los intereses del préstamo para la inversión inicial tienen un impacto significativo en el precio de venta de electricidad.

En la evaluación económica realizada por los proyectos geotérmicos promisorios, las condiciones estimadas son las siguientes: el 70% del costo de construcción es financiado con un préstamo en condiciones de 4,5% de tasa de interés, con 3 años de período de gracia, y 12 años de plazo de amortización (un total de 15 años de período para el préstamo). Se calculó en estas condiciones el precio de la electricidad de USD 10,5 cent/ kWh. Se realizó los cálculos del precio de la electricidad en las diferentes condiciones financieras para el mismo campo y la tasa de interés se reduce hasta el

1,0% con 3 años de gracia y 17 años de amortización (un total de 20 años de duración del préstamo). La Tabla III-1.3.1 y la Figura III-1.3.2 muestran los resultados de estos cálculos.

Tabla III-1.3.1 Efecto de financiamiento a bajo interés para costos de construcción en la reducción del precio de electricidad

Case	Steam Dev. Section		Power Plant Section		Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
	Interest Rate (%)	Loan Period (yrs)	Interest Rate (%)	Loan Period (yrs)				
Base Case	4.5%	12	4.5%	12	3,940	10.5	-	-
IPP-1	4.0%	12	4.0%	12	3,920	10.3	▲ 0.2	0.14
IPP-2	3.5%	12	3.5%	12	3,900	10.1	▲ 0.4	0.28
IPP-3	3.0%	12	3.0%	12	3,880	9.9	▲ 0.6	0.41
IPP-4	2.5%	12	2.5%	12	3,860	9.7	▲ 0.8	0.54
IPP-5	2.0%	12	2.0%	12	3,840	9.5	▲ 1.0	0.68
IPP-6	1.5%	12	1.5%	12	3,820	9.3	▲ 1.2	0.80
IPP-7	1.0%	12	1.0%	12	3,800	9.1	▲ 1.4	0.93
IPP-8	4.5%	17	4.5%	17	3,940	10.5	▲ 0.0	▲ 0.17
IPP-9	4.0%	17	4.0%	17	3,920	10.3	▲ 0.3	▲ 0.01
IPP-10	3.5%	17	3.5%	17	3,900	10.1	▲ 0.5	0.15
IPP-11	3.0%	17	3.0%	17	3,880	9.9	▲ 0.7	0.30
IPP-12	2.5%	17	2.5%	17	3,860	9.7	▲ 0.9	0.45
IPP-13	2.0%	17	2.0%	17	3,840	9.5	▲ 1.1	0.60
IPP-14	1.5%	17	1.5%	17	3,820	9.3	▲ 1.2	0.75
IPP-15	1.0%	17	1.0%	17	3,800	9.1	▲ 1.4	0.90

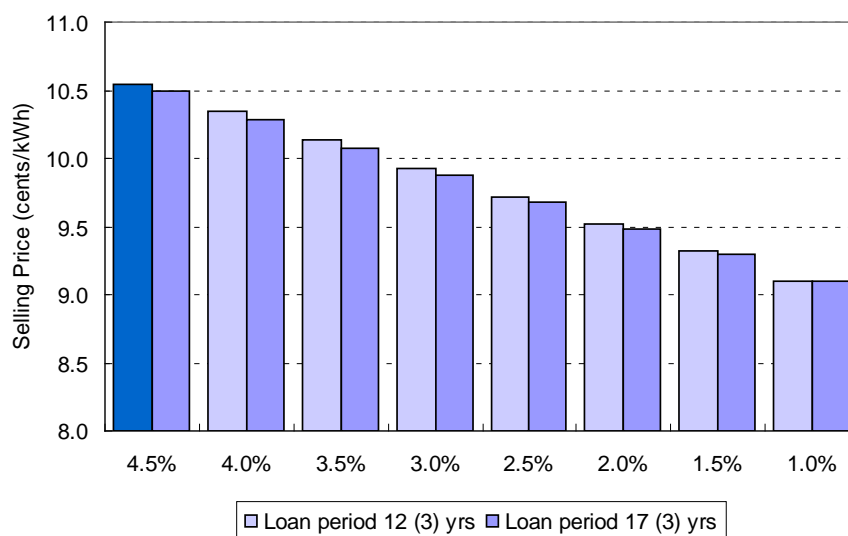


Figura III-1.3.2 Efecto de financiamiento a bajo interés para la construcción en la reducción del precio de electricidad

De acuerdo a los resultados de estos cálculos, el efecto de financiamiento a bajo interés para la construcción en el precio de la electricidad es muy grande. Por ejemplo, cuando se proporciona un préstamo con la tasa de interés del 2,0%, el precio de la electricidad se reduce en 1,0 US cent / kWh (9,7% de reducción). Además, la extensión del período de préstamo puede, aunque sea ligeramente, contribuir más aún a la reducción del precio de la electricidad.

Cuando el préstamo con interés preferencial se proporciona a las empresas privadas, su costo será sufragado por las instituciones financieras (el Gobierno). Aquí asumimos dos² valores, (A) el valor actual de los intereses a ser pagado por la entidad financiada con un préstamo sin tasa de interés

² Convertido al valor presente neto, usando la tasa de descuento de 12%

preferencial, y (B) el valor actual de intereses a ser pagado por la entidad financiada por un préstamo con una tasa de interés preferencial. Cuando la diferencia (A menos B) se divide por la cantidad de energía generada durante 30 años, este valor se puede considerar como el costo por kWh de este apoyo financiero³. La Tabla III-1.3.1 muestra el costo del apoyo en cada caso. En el caso de la tasa de interés del 2,0% con el plazo de amortización de 17 años (caso del IPP-13), el precio de la electricidad puede reducir en USD 1,1 cent/ kWh (10,1% de reducción), mientras que el costo financiero para este permanecerá en USD 0,6 cent/ kWh

En consecuencia, cuando se implementa un apoyo financiero para la generación de energía geotérmica en el Perú, se recomienda establecer un esquema en el que la institución financiera Gubernamental, como COFIDE (Corporación Financiera de Desarrollo, SA) ofrece el Préstamo de Segundo Piso (TSL: Two Step Loan en inglés), etc. al sector privado, utilizando el financiamiento de bajo interés, tales como son los préstamos AOD.

(2) Incentivos Tributarios

Debido al hecho de que la generación de energía geotérmica no requiere gastos de combustible, pero requiere una inversión inicial grande, la carga tributaria aplicada a la generación de energía geotérmica es mayor en comparación con aquella para la generación de energía térmica. Por lo tanto, la reducción de esta carga para la generación eléctrica geotérmica a través de incentivos tributarios podría traer un efecto grande en promoción de desarrollo geotérmico.

Por ejemplo, el impacto sobre el precio venta de la electricidad requerida para un Proyecto en el campo A se calcula mediante la aplicación de diversos incentivos fiscales en lugar de la tasa vigente de impuestos del 30%. Los resultados se muestran en la Tabla III-1.3.2 y la Fig. III-1.3.3. En el caso de la exención de impuestos, un periodo de exoneración de impuestos durante 5 años hace poco efecto en la reducción del precio venta. Esto se debe a que en la mayor parte de este período (5 años), el proyecto se encuentra en déficit, por lo que el monto del impuesto es pequeño. En el caso que la exoneración alcance 10 años, el precio de venta se reduce a USD al 9,9 cent/ kWh (reducción de USD 0,7 cent/ kWh o 6,3%).

Tabla III-1.3.2 Impacto de los incentivos tributarios en la reducción del precio de electricidad

Case	Tax Rate (%)	Tax Holidays (yrs)	Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Tax (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
Base Case	30%	0	3,940	10.5	-	1.9	-
T-1	30%	5	3,940	10.5	0.0	1.6	0.00
T-2	30%	7	3,940	10.2	▲ 0.3	1.3	0.23
T-3	30%	10	3,940	9.9	▲ 0.7	1.0	0.51
T-4	30%	12	3,940	9.7	▲ 0.8	0.8	0.65
T-5	30%	15	3,940	9.5	▲ 1.0	0.6	0.80
T-6	25%	0	3,940	10.3	▲ 0.3	1.3	0.21
T-7	20%	0	3,940	10.0	▲ 0.5	1.1	0.41
T-8	15%	0	3,940	9.8	▲ 0.7	0.9	0.60
T-9	10%	0	3,940	9.6	▲ 1.0	0.6	0.77
T-10	5%	0	3,940	9.4	▲ 1.2	0.4	0.94
T-11	0%	0	3,940	9.2	▲ 1.4	0.2	1.10

³ La generación de electricidad también se convierte al valor presente neto, usando la tasa de descuento de 12%

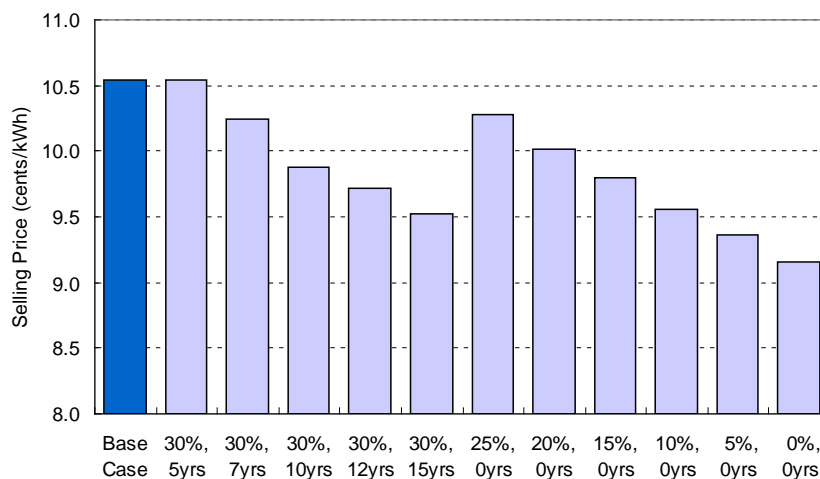


Figura III-1.3.3 Impacto de los incentivos tributarios en la reducción del precio de electricidad

Para la generación de energía con gas natural, la cantidad de impuestos es de aproximadamente USD 0,6 cent/kWh. Con el fin de que la carga fiscal de la generación de energía geotérmica pueda ser igual a la de la generación de energía con Gas natural, es necesario aplicar exoneración de impuestos durante 15 años, manteniendo la tasa actual de impuestos (caso T-5) o reducir la tasa impositiva al 10% sin exoneración de impuestos (caso T-9). En este caso, los precios de venta de electricidad resultan USD 9,5 cent/kWh (el caso T-5) o USD 9,6 cent/kWh (el caso T-9) respectivamente, lo que significa la reducción del precio alrededor de USD 1,0 cent/kWh. .

Además, es posible combinar el apoyo financiero descrito anteriormente con incentivos tributarios. La Tabla III-1.3.3 y la Figura III-1.3.4 muestran el resultado del cálculo del impacto en el precio de la electricidad de un proyecto geotérmico en el campo-A por la aplicación simultánea de la asistencia financiera a través del préstamo a 2,0% de interés para la construcción, 3 años de período de gracia y 17 años del período de amortización (préstamo de 20 años de duración) y exoneración temporal de impuestos durante 10 años. Según este cálculo, el precio de electricidad se reduce a USD 8,9 cent/ kWh (reducción de USD 1,7 cent/ kWh o 15,7%).

Tabla III-1.3.3 Impacto de la aplicación simultánea de la asistencia financiera e el incentivo tributario en el precio de electricidad

Case	Financial Incentive		Tax Holiday (years)	Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
	Interest Rate (%)	Loan Period (yrs)					
Base Case	4.5%	12	0	3,940	10.5	-	-
Financial Incentive (r=2%)	2.0%	17	0	3,840	9.5	▲ 1.1	0.60
Tax Incentive (T.H=10yrs)	2.0%	17	10	3,840	8.9	▲ 1.7	1.08

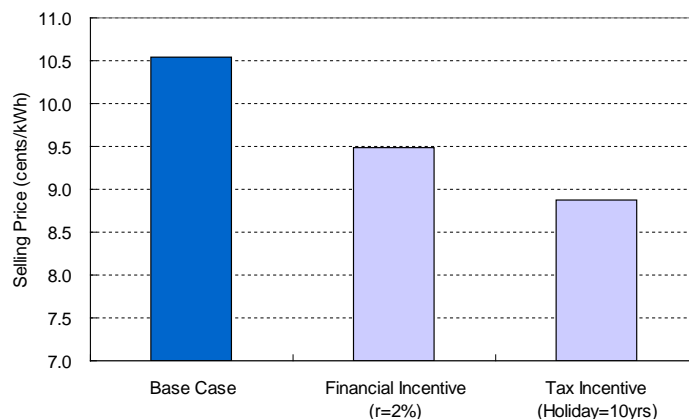


Figura III-1.3.4 Impacto de la aplicación simultánea de la asistencia financiera y el incentivo tributario en el precio de electricidad

De lo de arriba, para promover el desarrollo geotérmico, se recomienda la aplicación de medidas combinadas de apoyo financiero, tal como un préstamo concesional al mismo tiempo que un incentivo tributario, tal como exoneración de impuestos durante 10 años.

(3) Asistencia Fiscal

El término "asistencia fiscal" se utiliza en un sentido estricto y se refiere a los gastos directos del gobierno. En otras palabras, el gobierno, con el fin de promover el desarrollo de energías renovables, puede proveer subsidios para las entidades que desarrollan recursos renovables puedan reducir su carga en las inversiones. También el propio gobierno puede llevar a cabo algunas actividades de desarrollo de las energías renovables, tales como un estudio a nivel nacional de recursos geotérmicos. Muchos países ofrecen este tipo de ayuda fiscal.

En el caso de Perú, una manera de ofrecer ayuda fiscal puede ser la construcción de la línea de transmisión por parte del Gobierno. Si cada desarrollador geotérmico privado tiene que construir la línea de transmisión de forma independiente para conectar su Planta de energía geotérmica a la red nacional, puede incurrir en duplicar su inversión o causar congestión en la transmisión, lo cual, desde el punto de vista de la economía nacional en su conjunto, no es eficiente. Para evitar este tipo de ineficiencia económica, se recomienda que el gobierno se encargue de la construcción de la línea de transmisión en el área de potencial geotérmico, que en caso de Perú, están concentradas en la parte sur del país, en base a los planes de desarrollo geotérmico de iniciativa privada. De esta manera, el gobierno puede facilitar y promover la generación de energía geotérmica en el sector privado.

La Tabla III-1.3.4 muestra el efecto de la ayuda fiscal para el proyecto en el campo-A, por el cual la línea de transmisión es construida por el gobierno. Ya que la inversión en líneas de transmisión no es grande en comparación con la inversión en el desarrollo de los recursos, el efecto de incentivo, es limitado. Sin embargo, la construcción de líneas de transmisión por parte del gobierno es importante en términos de poder evitar la superposición de la inversión. Sin embargo, en la ley actual de la generación de electricidad con energías renovables se establece que la construcción de la línea de transmisión para la conexión con la red existente es una responsabilidad de cada generador. Por lo tanto, la ley debe ser modificada en consecuencia para que la construcción de la línea de transmisión para los proyectos de generación geotérmica sea realizada por el Gobierno.

Tabla III-1.3.4 Impacto de la construcción de líneas de transmisión por el gobierno en el precio de electricidad

Case	Land costs (M\$)	T/L costs (M\$)	Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
Base Case	0.28	9.31	3,940	10.5	-	-
Without T/L	0.0	0.0	3,870	10.4	▲ 0.2	0.10

La otra forma de incentivo fiscal, que requiere el mayor compromiso del gobierno, es la participación directa de las empresas públicas (empresas estatales) en los proyectos de desarrollo geotérmico. Existen principalmente dos ventajas derivadas de la participación de la empresa pública: una es el acceso a los préstamos en condiciones blandas proporcionados por el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, JICA, etc.; como se ha mencionado anteriormente, la ayuda financiera a bajo interés trae un efecto relativamente grande. La otra ventaja es la acumulación y la integración de los conocimientos y experiencias en el desarrollo de energía geotérmica en el sector público. En lugar de depender de empresas extranjeras para el desarrollo geotérmico, la creación de una entidad pública, que tengan acumulados los conocimientos y las experiencias del desarrollo geotérmico, puede ayudar a desarrollar los recursos geotérmicos cada vez de manera más económica y eficiente

En la actualidad, en el Perú no existe una entidad pública que es capaz de poner en práctica el desarrollo de recursos geotérmicos en sí. Sin embargo, asumimos que la empresa de generación de propiedad estatal Electroperú puede convertirse en la entidad encargada del desarrollo geotérmico a través de dos posibles formas de participación;

(a) Desarrollo conjunto entre el sector privado y Electroperú en (Asociación Pública Privada)

Desarrollo a través de asociaciones público-privada (APP), Electroperú sería responsable para el desarrollo subterráneo (desarrollo de recursos) y el sector privado sería responsable de las instalaciones de superficie (construcción de Planta)

(b) Desarrollo consistente por Electroperú

Electroperú se encargará de todas las etapas del Proyecto, desde exploración de recursos hasta la generación eléctrica.

La participación de la entidad pública en el desarrollo de la energía geotérmica puede reducir el riesgo de los recursos geotérmicos. Sin embargo, es difícil cuantificar dicha reducción. En cambio, el efecto de la participación de la entidad pública en el desarrollo de energía geotérmica se puede evaluar, en el supuesto de que dicha entidad pueda acceder a los préstamos de condiciones blandas. La Tabla III-1.3.5 se muestra el impacto en el precio de electricidad de dos casos, (a) Electroperú desarrolla los recursos geotérmicos, con el préstamo en condiciones blandas, esto es, 0,6% de interés, 10 años de período de gracia, 30 años de plazo de amortización (40 años de período total de préstamo) y la empresa privada genera la electricidad (Caso APP), y (b) Electroperú está a cargo de todas las etapas del proyecto, desde el desarrollo de los recursos hasta la generación, utilizando el préstamo en condiciones blandas (Caso Todo público). El proyecto que se supone es el proyecto en el campo-A. Figura III-1.3.5 muestra el efecto de la participación directa del sector público en el desarrollo geotérmico

De acuerdo con los resultados, en el caso de "APP" (a), el precio de electricidad sería de USD 9,9 cent / kWh, lo que significa reducción de USD 0,7 cent/kWh (6,5% de reducción), en comparación al caso de que una empresa privada está a cargo de todas las etapas. En el caso de "Todo público" (b), el precio de la electricidad es de USD 8,9 cent/kWh, lo que significa una reducción de USD 1,6 US cent/kWh (el 15,5% de reducción), en comparación con el caso que una empresa privada se encargue de todas las etapas. Este es el efecto del uso de financiamiento a bajo interés

Tabla III-1.3.5 Efecto de la participación de la empresa pública en el desarrollo de energía geotérmica

Case	Steam Dev. Section		Power Plant Section		Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
	Interest Rate (%)	Loan Period (yrs)	Interest Rate (%)	Loan Period (yrs)				
Base Case	4.5%	12	4.5%	12	3,940	10.5	-	-
PPP	0.6%	30	4.5%	12	3,870	9.9	▲ 0.7	0.42
All Public	0.6%	30	0.6%	30	3,790	8.9	▲ 1.6	0.95

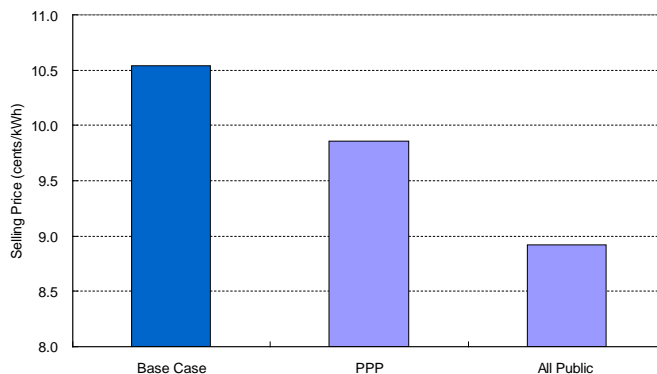


Figura III-1.3.5 Efecto de la participación de la empresa pública en el desarrollo de energía geotérmica en el precio de electricidad

Un modelo ejemplar de APP es el caso de Filipinas. En Filipinas, a finales de 1990s la empresa pública PNOC-EDC desarrolló los recursos geotérmicos y luego los entregó a las empresas privadas para la generación de electricidad. En este caso, ya que no había riesgo asumido por el sector privado en el desarrollo de recursos, muchas empresas participaron en la generación, por lo que el país ha hecho un progreso significativo en el uso de la energía geotérmica.

Finalmente, se evaluó el efecto de la participación pública en la exploración de recursos geotérmicos (incluida la perforación de pozos exploratorios profundos). Esta medida no sólo proporciona el incentivo fiscal, sino que también contribuye mucho a reducir el riesgo de los recursos para las empresas privadas. Como se muestra en la Figura II-1.3.6, esta medida no solamente reduce el riesgo para el sector privado, sino también contribuye a (i) la reducción del costo para la exploración (perforación de pozos) y (ii) la reducción del tiempo de desarrollo. Por lo tanto, también es eficaz en la reducción del precio de electricidad.

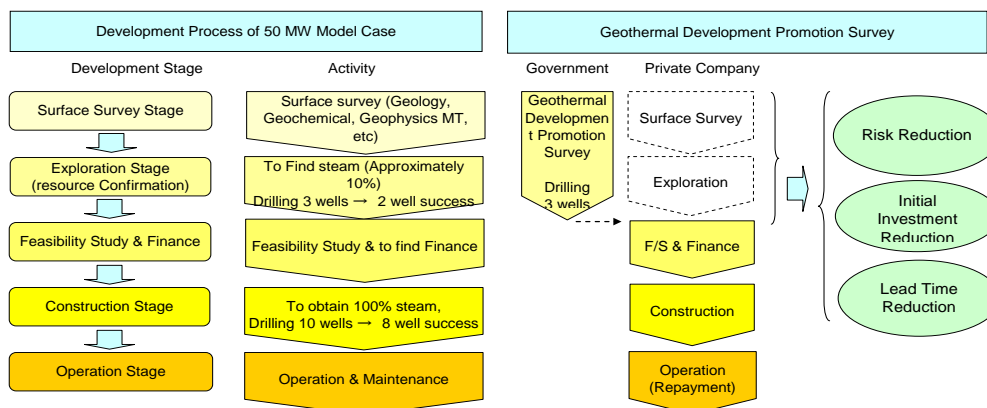


Figura II-1.3.6 Efecto de la ejecución de la exploración de recursos por parte del gobierno en el precio de electricidad

El resultado del cálculo de este efecto en el campo-A se muestra en la Tabla III-1.3.6. Si el gobierno lleva a cabo el estudio de exploración y perforación de tres pozos exploratorios, el precio de electricidad se convierte en USD 9,7 cent/kWh, lo que significa reducción de USD 0,8 cent/kWh (7,8% de reducción), en comparación con el caso del desarrollo sólo por el sector privado. El costo de esta medida es suficientemente pequeño como de USD 0,25 cent/kWh, que se calcula dividiendo el costo inicial de inversión por la cantidad de energía generada durante 30 años.

Tabla III-1.3.6 Efecto de la ejecución de la exploración de recursos por parte del gobierno

Case	Initial Survey Support (%)	Const. Cost (\$/kW)	Selling Price (cents/kWh)	Effect (cents/kWh)	Incentive Cost (cents/kWh)
Base Case	0%	3,940	10.5	-	-
Gov't Survey	100%	3,770	9.7	▲ 0.8	0.25

- ⇒ En el caso del desarrollo geotérmico solamente por la iniciativa privada, se recomienda proporcionar la asistencia financiera como un préstamo “de segundo piso” a través de COFIDE, por ejemplo, en condiciones concesionales. Además, los incentivos tributarios, tales como exoneración de impuestos pueden traer efectos positivos para promover el desarrollo geotérmico, principalmente por el sector privado.
- ⇒ Sin embargo, en muchos casos, el desarrollo geotérmico solamente por la iniciativa privada es difícil. En tales casos, se recomienda evaluar desde la etapa inicial la posibilidad de Asociación Público-Privado que utiliza los préstamos en condiciones blandas para la porción de la inversión pública.
- ⇒ Es deseable que el gobierno lleve a cabo la exploración de recursos como parte de la asistencia fiscal. Esto contribuye a la reducción de los riesgos de los recursos, del costo de desarrollo y tiempo de desarrollo para las empresas privadas.

III-1.4 Consideraciones para la Conservación del Ambiente y la Sociedad en Proyectos de desarrollo de Generación eléctrica Geotérmica

III-1.4.1 Problemas de capacidad organizativa y las Leyes para el cumplimiento de las consideraciones Ambientales y Sociales con respecto a los Proyectos de desarrollo de Energía Geotérmica

(1) Estructura de implementación de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Sin antecedentes de desarrollo de la energía geotérmica en el Perú, la Dirección General de Energía de Asuntos Ambientales relacionados (Dirección General de Asuntos Ambientales y Energía: DGAAE), que se encarga de revisar y aprobar los EIA para el desarrollo geotérmico, no tiene experiencia en EIA de proyectos geotérmicos. De hecho, nadie en la DGAAE tiene experiencia de primera mano con EIAs en proyectos de generación de energía geotérmica. Por tanto, es esencial para educar y desarrollar un conjunto de recursos humanos en la DGAAE que estén capacitados para evaluar y revisar los EIA de Proyectos de generación de energía Geotérmica.

(2) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

Bajo la ley peruana de Concesiones Eléctricas y su Reglamento (Ley N ° 25844), se requiere un EIA para Proyectos de desarrollo de la energía, con 20 MW o mayor capacidad de energía de salida. Además, aunque se requiere una EIA conforme a la Ley de Recursos Geotérmicos (Ley N ° 26848) para el desarrollo de recursos geotérmicos, la ley no establece normas ni detalles. Dado que el desarrollo de recursos geotérmicos precede a la planificación de Plantas de energía, la situación requiere con urgencia la preparación de directrices para el desarrollo de recursos geotérmicos, la definición de las escalas de los Proyectos que requieren un EIA, los detalles del alcance que se tratarán en el EIA y el proceso detallado, contenidos y métodos de ejecución de los proyectos de generación EIA.

III-1.4.2 Asuntos para el EIA de un Proyecto de Generación Eléctrica Geotermal

Según la experiencia pasada y los problemas en el proceso de EIA para el desarrollo hidroeléctrico, se debe prestar especial atención a los siguientes puntos en la aplicación de un EIA para el desarrollo de energía Geotérmica en el Perú.

(1) Asuntos:

- La mayoría de las posibles áreas de desarrollo de energía Geotérmica en el Perú se encuentran en regiones de alta montaña con industria limitada. La charla sobre y la ejecución de este proyecto van a generar grandes expectativas con los residentes locales para oportunidades de trabajo y mejoras en su forma de vida.
- El sitio del Proyecto posiblemente estará situado cerca de una reserva o área natural sin intervención humana. En tal caso, puede haber preocupación por el impacto sobre el medio ambiente natural en los residentes locales y grupos no gubernamentales.
- Dado que los lugares de manifestación geotérmica son a menudo lugares de interés turístico, los residentes locales y los interesados pueden tener preocupación por el impacto en el turismo.

(2) Medidas para la mejora

- Proporcionar información a los residentes locales en cada etapa antes, durante y después de la encuesta de evaluación del impacto ambiental, incorporar sus peticiones y presentar la información precisa y veraz.
- Preparar la documentación detallada y para dar explicaciones a los residentes locales, en términos que puedan entender.
- Preparar documentos y hacer contactos con los residentes locales antes de iniciar el estudio de campo de la EIA para notificarles de antemano.
- Para comprobar el contenido de toda la documentación para garantizar su precisión y sin errores.
- Para construir una relación buena y sólida con los residentes locales y ganarse su confianza.
- Dar empleo a los residentes locales.
- Llevar a cabo el Proyecto a la realización final, y no para poner en práctica fines especulativos.

III-1.4.3 Desarrollo de Energía Geotérmica en Área de Conservación Regional Vilacota Maure en Tacna

En 2009 se estableció Área de Conservación Regional Vilacota-Maure (ACRVM) alrededor de la parte norte de la provincia de Tacna, en el sur de Perú, donde se concentran los campos geotérmicos prometedores. Hasta ahora, aunque algunas solicitudes para los derechos de exploración de recursos geotérmicos han sido presentados para los campos geotérmicos dentro del ACRVM, la SERNANP se concluye que las actividades de exploración no son compatibles en relación con los objetivos de la creación de ACRVM. Sin embargo, se puede asumir que si las medidas adecuadas de las consideraciones ambientales y sociales se toman, en algunos campos geotérmicos las actividades de desarrollo se podrán implementar sin ignorar los objetivos de ACRVM. En esta sección, los impactos ambientales que podrán ser causados por las actividades de desarrollo geotérmico en ACRVM son evaluados en base a la matriz de las amenazas críticas en ACRVM determinado en el Plan Maestro de ACRVM (2009-2014) elaborado por el Gobierno Regional de Tacna.

III-1.4.4 Efecto de mejoramiento ambiental de los proyectos geotérmicos

Cuando el programa de energía geotérmica (735 MW) se ha completado, se espera que las emisiones de CO₂ se reduzcan en 4.493.000 toneladas de CO₂ por año.

III-1.5 Sugerencias para el uso de Energía Geotérmica en propósitos Múltiples

III-1.5.1 Uso múltiple de la energía geotérmica

El uso de fluidos geotérmicos ha sido usualmente considerado útil solo para la generación de electricidad. sin embargo, dependiendo de la temperatura del recurso en la superficie o después delo proceso de generar electricidas, los fluídos geotérmicos pueden ser utilizados de múltiple manera. La Figura III-1.5.1 lista las posibles utilizaciones de fluídos geotérmicos dependiendo de su temperatura.

Figura III-1.5.1 Aplicaciones de los recursos geotérmicos dependiendo de su temperatura

Es de sentido común que los recursos geotérmicos de baja temperatura están más extendidos que los recursos geotérmicos de alta temperatura. Estos recursos pueden proporcionar energía útil para calentar edificios y espacios que se utilizarán en la cría de animales o plantas o en procesos industriales. El calor también puede estar disponible como un producto secundario proyectos de generación de energía geotérmica o como un subproducto de otro proceso industrial asociado con el uso de recursos geotérmicos a alta temperatura para ser utilizado posteriormente en forma de cascada (referirse a la Figura III-1.5.2).

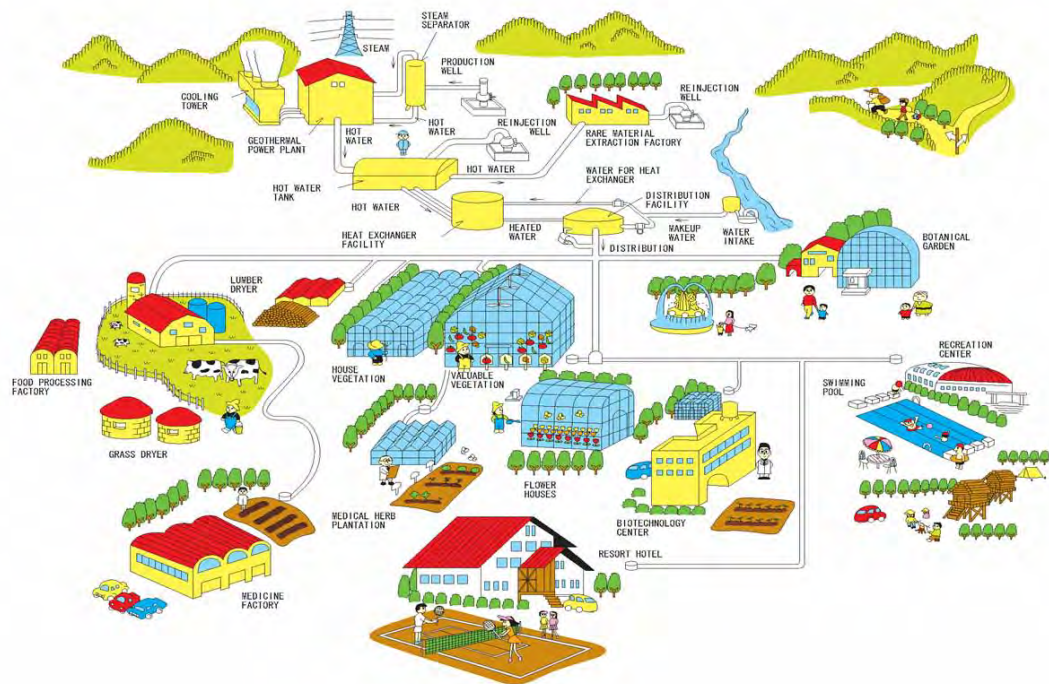


Figura III-1.5.2 Representación esquemática de utilización en cascada de recursos geotérmicos

III-1.5.2 Clases de aplicaciones multiuso para áreas en el Perú

El uso directo de del calor geotermal puede ser diferente del de las aplicaciones que pueden estar disponibles para el caso de Perú. En el caso de Perú, debido a que la ubicación de la mayoría de los recursos de energía geotérmica es en tierras muy altas de clima seco o muy seco, y donde la temperatura ambiente diaria varía de 20 °C a -20 °C, la aplicación sería más bien en la forma de uso de líquidos calientes en combinación con otra forma de explotación, tal como la generación de energía. Por lo tanto, entre las aplicaciones mencionadas anteriormente, la calefacción, la agricultura, la acuicultura, el esparcimiento, la recuperación de minerales, serían las más apropiadas.

La aplicación que se adaptaría mejor depende del tipo de actividad económica actual de la zona, que a su vez dependerá de los usos de la tierra, de los tipos de industrias existentes, el suelo, el tipo de ganadería y la población humana. Sin embargo, una vez que se inicia un polo de desarrollo socio-económico, otras aplicaciones pueden ser implementadas con la necesidad de los cambios en la región.

Debido a las características edáficas y climáticas de las áreas de estudio de Ancocollo, Chungará - Kallapuma, Tutupaca, Crucero, Pinaya, Titire Collo y Caylloma, las tierras se utilizan sólo con fines de pastoreo. En los campos de Calacoa Putina, Ululan, Pinchollo Chivay y Chancos los suelos se utilizan para fines agrícolas y en menor medida para la cría de ganado. La población está mayoritariamente dispersa (baja densidad de población), con excepción de Chivay-Pinchollo, Chancos y Ulucan.

La cría de animales: La principal actividad económica de Ancocollo, Tutupaca, Crucero, Pinaya, María Jesús, Titire Collo, Caylloma y Puquio, es la ganadería extensiva de camélidos sudamericanos, así como de ovejas y ganado.

Agricultura: Cerca de los campos de Chivay-Pinchollo, Putina Calacoa y Ullucan Chancos la principal actividad económica es la agricultura y, en menor medida, la ganadería. Hay que hacer notar que en Chivay-Pinchollo (Cañón del Colca) las actividades turísticas están también en práctica, como en Chancos (Callejón de Huaylas), pero en estas en menor medida.

Comercio: En la mayoría de las áreas de interés geotérmico esta actividad es complementaria a la agricultura y a la ganadería para la comercialización de sus materias primas.

Minería: En Tutupaca hay posibilidad de explotar pasivos ambientales de azufre y en Collo-Titire hay oro y explotación de minas de plata.

Sin embargo, en términos generales las áreas geotérmicas cubiertas en este estudio tienen como elemento común la ganadería de camélidos sudamericanos: vicuñas, alpacas, llamas y guanacos. Estos animales se alimentan de hierba Brown, alfalfa o ensilaje de maíz, que es un producto natural. La llama y la alpaca se conocen como camélidos domésticos. El guanaco y la vicuña son salvajes, el primero en peligro de extinción. La vicuña habita en manadas en partes desoladas y elevadas de la cordillera, vecinas a la región de nieves perpetuas, y en medio de rocas y precipicios, comunes en diversas localidades en todo el Perú, algunos de los cuales son contienen recursos geotérmicos. La fibra de su pelo es muy fino y suave, muy apreciado para actividades de tejido, aunque la cantidad que cada animal produce es mínima. El camélido de mayor valor comercial es la alpaca.

Por lo tanto, una aplicación de tipo cascada puede ser aplicada para el desarrollo social y económico de las comunidades que viven alrededor de las áreas cercanas y de desarrollo geotérmico. En términos genéricos, lo que la energía geotérmica se puede hacer desde aguas arriba a aguas abajo de estos polos de desarrollo social se resume en la Figura III-1.5.3. Electricidad a partir del recurso geotérmico se puede aplicar para el bombeo de agua, conservación de alimentos, la iluminación y la pequeña industria que mejorarán la calidad de los recursos humanos de las comunidades, mejorar su salud, las posibilidades de la educación y la seguridad de sus pueblos. Estos elementos constituyen un recurso humano con capacidad de utilizar más eficientemente sus recursos naturales de las plantas y la cría de animales para producir materias primas para su industria o la industria de procesamiento de otros y, básicamente, para producir la seguridad alimentaria para el consumo humano y animal. A continuación, estas materias primas, a su vez puede ser la fuente de la propia comunidad pequeña y mediana industria o ser preservado (utilización del calor de los recursos geotérmicos para la refrigeración o la calefacción) para ser enviados a los mercados externos para la procesión. Todo este proceso termina con el ingreso a la comunidad local y la mejora de sus estándares de vida.

En el Perú, ya que la mayoría del terreno está en tierras de muy alta altitud y seca, el agua es un elemento esencial. La calidad del suelo tiende a ser buena debido a su origen volcánico, lo que hace este lleno de nutrientes para la vegetación que puede co-existir con arreglo a las condiciones climáticas y expuestas a los vientos y la radiación solar de los altos Andes. Si agua estaría disponible, se puede poner en práctica una agricultura próspera y, en especial, el tipo de agricultura que puede dar como resultado otro tipo de la industria, como la ganadería. Por lo tanto, la producción de agua que podría ser utilizada tanto para el consumo humano y animal, así como para el riego es de alta prioridad. El agua de los fluidos geotérmicos después de haber sido utilizados en la generación de energía es de dos tipos: uno, es una salmuera resultante de la separación de vapor de los fluidos geotermales y la otra es el agua resultante de la condensación del vapor después de pasar por las instalaciones de generación de energía. La salmuera, antes de su reinyección, y el vapor condensado en agua pueden suministrar calor antes de su tratamiento para su uso en agricultura, ganadería, o consumo humano. Un ejemplo de un ciclo de producción de agua para el caso de la generación de energía con plantas de ciclo binario de energía se presenta en la Figura III-1.5.4. El agua también puede ser producida en instalaciones de generación eléctrica operando ciclos de vapor (de agua recogida en la piscina de la torre de enfriamiento). Ya que en Perú hay muchos recursos geotérmicos de baja temperatura, se aplicara un ciclo binario para este proyecto de pequeña potencia.

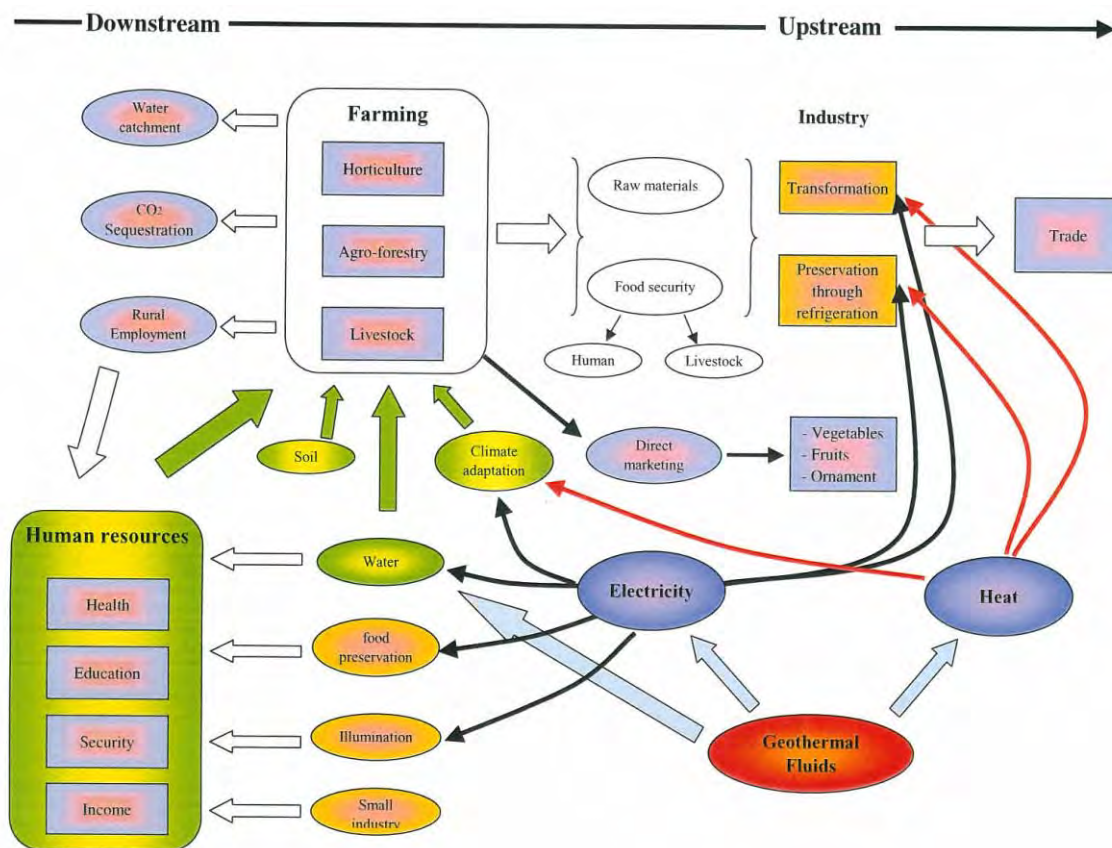


Figura III-1.5.3 Participación hipotética en la socio-economía de la región

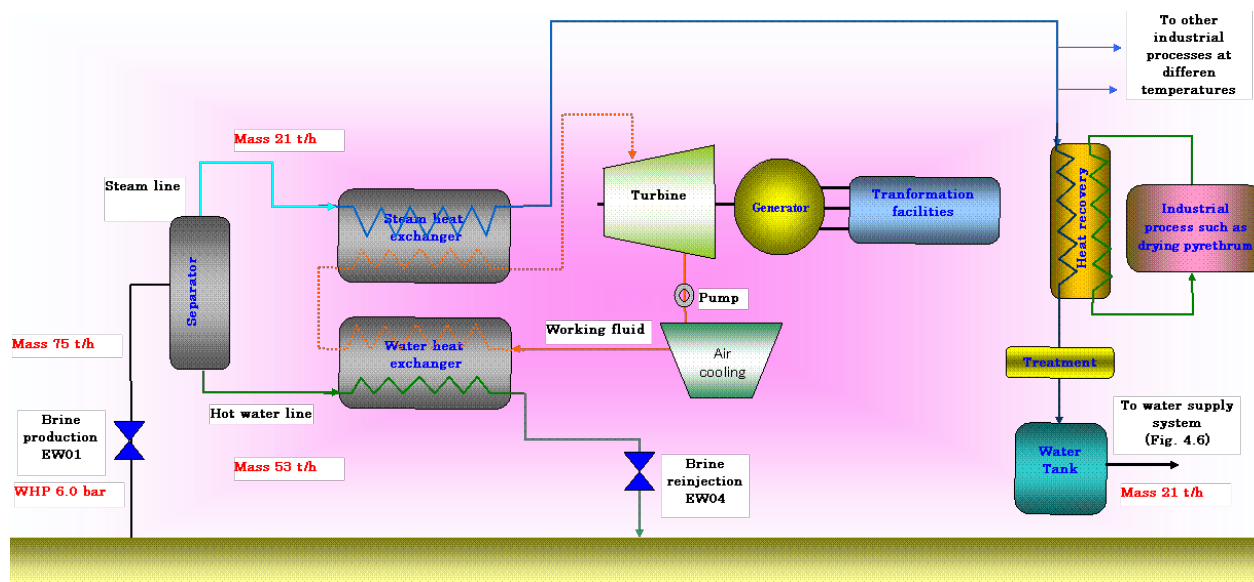


Figura III-1.5.4 Utilización de subproductos de agua en una aplicación de energía geotérmica (caso binario)

III-1.5.3 Proyecto piloto sugerido de aplicaciones múltiples de la energía geotérmica en Perú

(1) Objetivo

El Proyecto piloto debería server para el propósito de demostrar:

- La vialidad de la utilización de recursos geotérmicos
- Aplicabilidad en la promoción de desarrollo socio-económico.

(2) Lugar

Ancocollo para un Proyecto piloto de desarrollo de un Proyecto socio-económico base.

(3) Producto a desarrollar

Se sugiere el desarrollo de la crianza de alpacas como producto a desarrollar. No hay en la zona extensiva agricultura por encontrarse esta por sobre los 4.300 m.s.n.m. y por la deficiencia de suministro de agua. Existen aproximadamente 1.800 cabezas de alpaca y 400 de llamas. La ganadería está destinada en 30% al autoconsumo y el 70% para al comercio. El precio de los animales en pie un (alpaca o llama) varía entre S/. 80 y S/. 150 según el tamaño y peso, y el precio de la carne varía entre S/. 5,00 y S/. 8,00. El precio de la fibra de lana oscila entre S/. 4,00 y S/. 6,00 por libra (lana blanca) y entre S/. 2,00 y S/. 4,00 (lana de color). La ganadería es extensiva y se practica en base familiar. Sólo tecnología tradicional se utiliza siendo la asistencia técnica limitada.

(4) Problemas a resolver

a) Pobreza

Existen dos barreras a superar para enfrentar la pobreza, uno es el intermediario que el cual compra los productos a precio bajo y lo eleva en el Mercado. La manera de eliminar al intermediario es proveer a los agricultores con el medio par pre-procesar la lana para vender hilo o incluso prendas de vestir finalizadas. El principal elemento geotérmico para ayudar a la solución es electricidad proveniente de una planta generadora para operar las máquinas de hilar y las fábricas de ropa.

b) Reducir la mortalidad de crías o animales jóvenes

Este problema se debe a las bajas temperaturas del ambiente que reduce la tasa de supervivencia las crías y animales jóvenes. El principal elemento geotérmico para ayudar a la solución es calor, ya sea de la salmuera geotérmica o del vapor condensado. Refugios deberán ser construidos y convirtiéndose en un espacio acondicionado para que los animales puedan pasar la noche en temperaturas más suaves.

c) Mejoramiento de la calidad de la fibra de lana animal

La calidad y es el precio de la fibra dependen del color y la suavidad (suavidad). Estos a su vez depende del tipo y la calidad de los nutrientes en el pasto que los animales comen. Éstos a su vez, a su vez dependen de la calidad del suelo y la cantidad de agua. El elemento principal de la energía geotérmica para ayudar a la solución es el calor y el agua que se pueden proporcionar de la condensación de vapor y del calor extraído de la salmuera antes de su reinyección. Sales y minerales pueden ser extraídos de las salmueras para mejorar el contenido nutricional de los pastos.

(5) El proyecto piloto contiene:

- Planta de energía geotérmica para suministrar electricidad a la red y para alimentar a las comunidades locales, su iluminación y electricidad para hacer funcionar sus negocios de

procesamiento de lana.

- Tratamiento del vapor condensado y tubería al acondicionamiento de espacios.
- El tratamiento de condensado de vapor para mejorar el contenido nutricional.
- Red de tuberías para el suministro de agua y de riego.

(6) Organización del Proyecto y barreras a superar

Para el éxito del Proyecto se requiere la coordinación de las siguientes diversas instituciones del Gobierno.

- MEM y la DGE, actualmente a cargo o de la planificación y la supervisión de la ejecución de la generación de energía. Estas instituciones serán el centro en la promoción de la coordinación con las respectivas instituciones públicas de la legislación adecuada y la aplicación de las reglas para el aprovechamiento diversificado de los recursos geotérmicos.
- INGEMMET: Estará a cargo de la creación y el mantenimiento de la base de datos de recursos geotérmicos; otorgará asistencia tecnológica a los desarrolladores de sitios geotérmicos y de proyectos multi-uso.
- MDA-ANA (Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua, ANA): A cargo de la explotación y disposición de los recursos hídricos subterráneos. Este organismo deberá establecer la forma en el agua tiene que ser explotados y utilizados en la superficie antes de su eliminación.
- MEM-DGAAE: A cargo de la reglamentación y aplicación de las disposiciones para proteger el medio ambiente afectado por actividades por Proyectos de desarrollo de energía.
- MINAM-SERNANP: A cargo de la reglamentación y aplicación de disposiciones para proteger el medio ambiente afectado por actividades para el aprovechamiento diversificado de los recursos geotérmicos.
- MINCENTUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo): A cargo de la promoción comercial de productos locales y para promover el turismo.
- MEF-Pro inversión-Cofide: que se encargará de la promoción de las inversiones futuras en la utilización múltiple de los recursos geotérmicos.
- Universidades: Se encargarán de la preparación de los recursos humanos necesarios para supervisar y ejecutar los proyectos geotérmicos y su utilización múltiple.
- Comisión Geotérmica Multi-sectorial: Para estar a cargo de la asistencia del MEM-DGE en la coordinación de todos los ministerios e instituciones.

⇒ En cuanto al uso múltiple de la energía geotérmica, es requerido el desarrollo de un sistema legal para el desarrollo de recursos geotérmicos y su explotación considerando su uso combinado con otros objetivos. Además, se requiere el apoyo gubernamental, como ser subsidios, un sistema tributario preferencial, etc para el uso múltiple del proyecto. Para validar la viabilidad de un proyecto de multi-uso, se recomienda la implementación de un proyecto piloto dirigido por el Gobierno.

III-1.6 Plan de acción para el Desarrollo Geotérmico

En esta sección, el equipo de trabajo propone un plan de acción en relación con todas las áreas (marco legal del sistema / organización, apoyo / ayuda del gobierno y de uso múltiple) para la promoción de desarrollos de energía geotérmica en el Perú y basado en las recomendaciones que se describen en las

secciones anteriores. El calendario anual del plan de acción se muestra en la Tabla III-1.6.1, y los planes de acción que podrían ser ejecutado por organizaciones relacionadas se muestra en la Tabla III-1.6.2.

En el calendario anual que se muestra en la Tabla III-1.6.1, las acciones a tomarse se clasifica en dos grupos, uno de ellos comprende aquellas acciones con objetivos que se desean lograr en un corto plazo, y, el otro, aquellas acciones a tomarse en forma continúa para lograr objetivos en el mediano o largo plazo. En cuanto a los objetivos a corto plazo, en primer lugar, la política básica para promover el desarrollo geotérmico debe ser claramente proclamada. En segundo lugar, se debe de manera constante, dar adecuado manejo y e instrucciones apropiadas durante las actividades de exploración y explotación geotérmica llevadas a cabo por el sector privado. Los temas relacionados con la gestión o dirección de las actividades de desarrollo por el sector privado se enumeran en los objetivos a corto plazo. Además, los elementos necesarios para preparar la participación gubernamental directa en los Proyectos de generación de energía geotérmica (por ejemplo, una empresa de propiedad estatal) también figuran en los objetivos a corto plazo. Se supone que los objetivos a corto plazo se llevarán a cabo dentro de los tres próximos años, ya que las actividades de exploración de recursos en el ámbito de los derechos de exploración concedidos en el año 2011 deberán básicamente completados en el año 2014 (período de exploración de tres años). Objetivos tales como las acciones para hacer realidad desarrollos geotérmicos por medio de empresas estatales, capacitación continúa para varias organizaciones, el estudio de potencial adicional de recursos en áreas inexploradas, etc., figuran entre los objetivos a mediano o a largo plazo.

Tabla III-1.6.1 Planes de acción para cada área y programa anual

	Objetivos de corto plazo		Objetivos de largo plazo							Comentarios
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020-	
Revisión de la participación objetivo de ER			▼					▼		Estado presente: 5% de la demanda total de energía
Licitación de proyectos ER		▼		▼		▼		▼		Cada dos años
Marco Legal										
- Establecimiento de política	■									Plan Nacional de ER etc.
- Revisión de la Ley de Geotermia (tanto sea necesario)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Manejo de los Desarrollos por el Sector Privado, etc.
- Revisión de la Ley de ER (tanto sea necesario)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Guías para las consideraciones ambientales naturales y sociales	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Organización y Sistema										
- Refuerzo en capacidades en desarrollo y manejo geotérmico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	DGE • INGEMMET
- Red para la promoción geotérmica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	MEM, Comité Geotérmico
- Actualización del sistema de base de datos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Organización para geotermia de la empresa pública	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Electroperú, etc.
- Refuerzo de capacidades para el sector público en la participación en proyectos geotérmicos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Apoyo gubernamental										
- Financiamiento para el desarrollo (Préstamo de segundo piso, etc.)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	COFIDE, etc.
- Esquema APP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Financiación con intereses bajos, etc
- Exploración a cargo del sector público	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Actualizar el conocimiento del potencial geotérmico	■	■	■	■	■	■	■	■	■	INGEMMET
Utilización de propósito múltiple										
- Manejo del recurso del agua caliente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Marco legal para el uso de propósito múltiple	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Establecimiento de sistema de subsidio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- Proyecto público demostrativo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Tabla III-1.6.2 Planes de acción para cada organización

	Marco Legal	Sistema/Organización	Apoyo Gubernamental	Uso multipropósito
MEM-DGE	- Establecimiento de políticas - Revisión de la Ley de Geotermia - Revisión de la Ley de ER - Guías para las consideraciones ambientales naturales y sociales	- Refuerzo de capacidades para el manejo del desarrollo - Red de promoción de la geotermia - Actualización del sistema de base de datos - Organización para geotermia de la empresa pública	- Desarrollo del sistema financiero (Préstamo de segundo piso) - Establecimiento del esquema APP - Exploración por el sector público	- Manejo del recurso de agua caliente - Marco legal para uso de propósito múltiple - Establecimiento del sistema de subsidio - Proyecto piloto a cargo del sector público
MEM-DGAAE	- Guías para las consideraciones ambientales naturales y sociales	- Refuerzo de capacidades para el manejo del desarrollo - Red de promoción de la geotermia - Actualización del sistema de base de datos		- Manejo del recurso de agua caliente (Contaminación de aguas)
MEM-Multisectorial Committee of Geothermal	- Establecimiento de políticas	- Red de promoción de la geotermia (como elemento pivote de la red)	- Exploración por el sector público - Continuar estudios en campos sin exploración	- Manejo del recurso de agua caliente - Proyecto piloto a cargo del sector público
MEM-INGEMMET		- Refuerzo de capacidades para el manejo del desarrollo - Red de promoción de la geotermia - Actualización del sistema de base de datos - Organización para geotermia de la empresa pública - Reforzamiento de capacidades del sector público para la participación en proyectos geotérmicos	- Exploración by public sector - Continuar estudios en campos sin exploración	- Manejo del recurso de agua caliente - Proyecto piloto a cargo del sector público
OSINERGIMIN	- Revisión de la Ley de ER	- Red de promoción de la geotermia	- Establecimiento del esquema APP	
COES-SINAC		- Red de promoción de la geotermia		
University, etc.		- Red de promoción de la geotermia	- Continuar estudios en campos sin exploración	- Pilot project by public sector
State-owned Companies (Electroperu, etc.)		- Red de promoción de la geotermia - Organización para geotermia de la empresa pública - Reforzamiento de capacidades del sector público para la participación en proyectos geotérmicos	- Desarrollo del sistema financiero (Préstamo de segundo piso) - Establecimiento del esquema APP - Exploración por el sector público	- Proyecto piloto a cargo del sector público
Ministry of Environment	- Guías para las consideraciones ambientales naturales y sociales	- Red de promoción de la geotermia		
Ministry of Agriculture, Ministry of Exterior Commercial Trade and Tourism		- Red de promoción de la geotermia		- Manejo del recurso de agua caliente
Ministry of Economy and Finance		- Red de promoción de la geotermia	- Desarrollo del sistema financiero (Préstamo de segundo piso) - Establecimiento del esquema APP - Exploración por el sector público	- Establecimiento del sistema de subsidio

- El MEM-DGE debe formular el "Plan Nacional de Energías Renovables" tan pronto como sea posible. Concretos objetivos y políticas del Gobierno deben estar claramente establecidas en el plan nacional.
- El actual marco legal compuesto por la Ley de recursos geotérmicos y La ley para la promoción de Proyectos de generación eléctrica con energías renovables, no parece contener los problemas fundamentales. Sin embargo, cuando surgen problemas en la aplicación del marco, o cuando se produzcan retrasos frecuentes en el desarrollo llevado a cabo por el sector privado, debe ser revisado o actualizado el sistema legal en materia de gestión del desarrollo por el sector privado y la participación directa de las empresas estatales.
- Es deseable que el MEM-DGAAE aumente sus conocimientos sobre los impactos ambientales relacionados con la energía geotérmica través de trabajos de colaboración con el Ministerio de Ambientes, y formular las directrices para las consideraciones ambientales naturales y sociales para

el desarrollo geotérmico. Esto especialmente para el desarrollo en las áreas protegidas, para las cuales se debe tener cuidado en la formulación de las directrices que puedan permitir el desarrollo geotérmico complementado con medidas de mitigación adecuadas para los impactos ambientales, teniendo en cuenta que la generación de energía geotérmica es una fuente de baja carga ambiental.

- MEM-DGE y INGEMMET debe adecuarse para profundizar sus conocimientos sobre la exploración / explotación de recursos geotérmicos, y para fortalecer su capacidad de manera que bien podrían gestionar y dirigir las actividades de desarrollo hechas por las empresas privadas.
- Es conveniente impulsar una red de trabajo entre las organizaciones gubernamentales con el fin de observar y vigilar la evolución del desarrollo geotérmico hecho por la Empresa privada, además para hacer frente a los problemas en la promoción de desarrollos geotérmicos. Es necesario intensificar el sistema y la administración del comité de energía geotérmica, que es la organización adecuada para asumir el papel central de la red.
- Un sistema de actualización debe ser establecido en el MEM-DGE y el INGEMMET, para la utilización continua de la "Base de Datos de Desarrollo Geotérmico", desarrollado en este estudio de Plan Maestro.
- Desde la perspectiva de medio/ largo plazo, es conveniente establecer un sistema de organizaciones gubernamentales (por ejemplo, empresas de propiedad estatal) para participar en proyectos de generación de energía geotérmica, y para continuamente intensificar la capacidad de la empresa.
- Como parte del plan de apoyo al sector privado, es conveniente establecer un sistema de desarrollo financiación para incluyendo los préstamos de "dos pasos", tal que una empresa privada puedan adquirir financiamiento a bajo interés Además, se debe considerar algún tipo de sistema de tributación preferencial.
- Es necesario el rápido establecimiento de un régimen de asociación como un proyecto gubernamental de generación de energía geotérmica para hacer frente a las posibles situaciones en las que el desarrollo por el sector privado no crece como se esperaba. Además, desde un punto vista a medio / largo plazo, debe establecerse un esquema concentrado en la perforación exploratoria por medio de una organización gubernamental.
- Es necesario un continuo estudio y trabajo de exploración cuyo objetivo será clarificar el potencial de energía geotérmica en áreas inexploradas para determinar nuevos Campos candidatos para el desarrollo geotérmico. INGEMMET debe estar a cargo de los trabajos de exploración, tal como lo solía hacer hasta el presente. Se requiere la expansión de la organización de INGEMMET y la intensificación de su capacidad.
- Para promover el los usos múltiples de la energía geotérmica, el MEM debe colaborar con el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Exterior de Comercio y Turismo, las actuales autoridades competentes para los recursos y su utilización, con el fin de establecer un sistema legal y un sistema de subsidios para las Empresas para utilización del calor geotérmico, incluyendo la utilización simultánea de calor con la generación de energía. A raíz de la creación, es deseable se lleve a cabo un proyecto piloto por organizaciones no gubernamentales, tal así que el proyecto pueda convertirse en un modelo de la aplicación del sistema legal y de subsidios establecido.

III-2 Base de Datos para el desarrollo Geotérmico

III-2.1 Objetivos del Construcción de una Base de Datos

La recolección y el análisis de los datos relacionados con los campos promisorios de energía geotérmica en Perú se llevaron a cabo para este estudio. La información está contenida en la base de datos de recursos geotérmicos que se construyó recientemente para el estudio. La base de datos para desarrollo geotérmico se construye sobre la base de la Base de datos de recursos geotérmicos mediante la adición de otra información sobre la oferta y la demanda eléctrica, la red de energía, el medio ambiente natural y social, y así sucesivamente. Por lo tanto, la base de datos no se centra en el campo específico de energía geotérmica para proporcionar información detallada del campo, sino también que es integral para brindar información general de desarrollo de energía geotérmica en el Perú y la información básica para cada campo geotérmico en el país. La base de datos de desarrollo de energía geotérmica se puede utilizar para buscar y actualizar la información necesaria sobre el desarrollo de energía geotérmica en el Perú. La base de datos se espera que ayude a acelerar el desarrollo de energía geotérmica en el Perú.

III-2.2 Especiación de la Base de Datos

La base de datos del Plan Maestro Geotérmico Perú ha sido creada utilizando el sistema de MS-Access base de datos relacional. En una base de datos relacional diferentes categorías de datos y de información se almacenan en tablas diferentes que están unidos uno a uno y también relaciones uno-a-varios, lo que permite el almacenamiento de datos en forma eficiente y flexible, con un mínimo de duplicación y flexibilidad de recuperación de datos.

Hay un menú desplegable para elegir la zona de recursos de la pantalla de inicio. La información del campo seleccionado se puede navegar y editar desde esta pantalla. Un ejemplo de la pantalla se muestra en la Figura III-2.2.1.

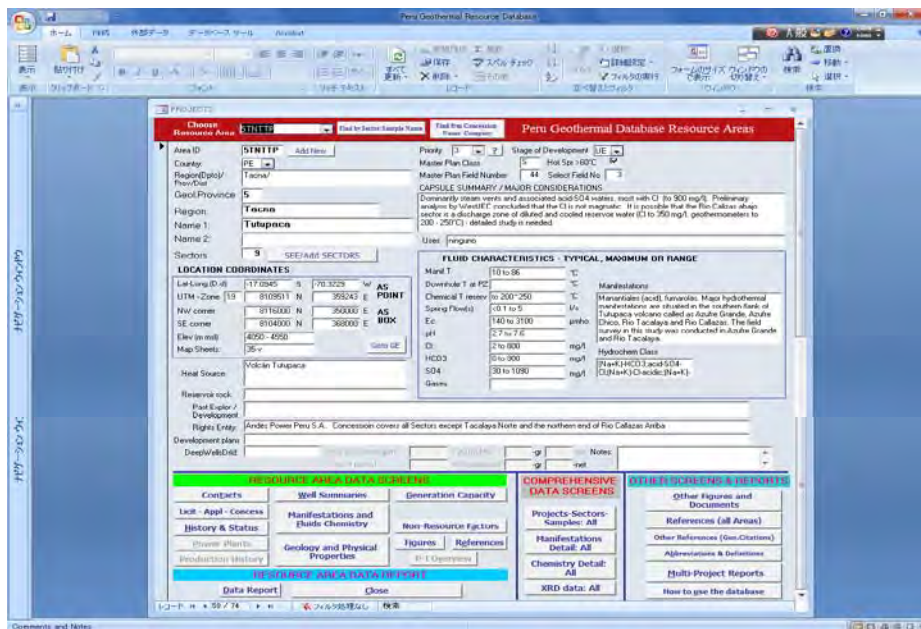


Figura III-2.2.1 Ejemplo de la pantalla principal para selección de campos en la base de datos geotérmica

La organización de datos acomoda los campos que se muestra en la Tabla II-2.2.1. Como se mencionó anteriormente, las manifestaciones geotérmicas en el Perú fueron clasificadas en 61 campos. Con el fin de incluir la información de fuentes termales aisladas, dispersas en todo el país y que no se encuentran en uno de los ya reconocidos "campos", fueron preparados doce grupos adicionales, que se combinan con

los 61 campos ya existentes para formar las 73 diferentes áreas de recursos. También existe un registro de información para todo el Perú.

Cada campo geotérmico se caracteriza por un código de identificación de 6 caracteres denominado PROJID.

- El primer carácter es el número de la Región (por ejemplo, Eje Volcánico Sur)
- El Segundo carácter indica el nombre de la Región.
- Los tres últimos caracteres indican el campo. La mayoría de los campos geotérmicos incluyen numerosas zonas de aguas termales esparcidas por el campo, por lo que cada campo se ha subdividido en una serie de "sectores" separados. Algunas de las 73 áreas de recursos tienen un solo sector (es decir, sólo hay una zona de aguas termales, ya sea pequeña o muy grande). Algunos tienen más de 10 sectores diferentes (es decir, hay más de 10 áreas diferentes de aguas termales que pueden o no estar relacionadas entre sí).

III-2.3 Datos e información en la base de datos

Los datos e información contenidos en la base de datos se muestran en la Tabla II-2.3.1. En cuanto a todo el Perú, el mapa de recursos geotérmicos, mapa nacional de sistema de red, etc. se encuentran contenidos. En cuanto a cada campo geotérmico, se guardan datos e información sobre los recursos geotérmicos, balance del suministro y la demanda eléctrica, los problemas del medio ambiente natural y social, y otra información. La descripción de los datos y la información para cada campo geotérmico se detalla a continuación:

Tabla II-2.3.1 Datos e información en la Base de Datos

Área	Categoría	➤ Datos e información
Todo el Perú	Recursos Geotérmicos	➤ Mapa de recursos Geotérmicos ➤ Coordinadas de cada Campo
	Sector Eléctrico	➤ Mapa del sistema de Red Nacional
	Natural y social	➤ Mapa de áreas ambientales protegidas
	Otros	➤ Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos
Cada Campo	Recursos Geotérmicos	➤ Datos Geológicos ➤ Datos Geoquímicos ➤ Modelo Geotérmico ➤ Condiciones y resultados de la estimación de recursos
	Sector Eléctrico	➤ Plan de desarrollo de Planta de generación y línea de transmisión. ➤ Acceso a la línea principal de la red.
	Natural y social	➤ Resultados IEE para campos promisorios, de GHG estado, emisión reducida, etc.
	Otros	➤ Estado de aplicación

III-2.4 Gestión y actualización de la Base de Datos

Es necesario gestionar de forma adecuada y actualizar la base de datos esto cuando haya nueva información disponible u ocurran cambios en los datos de la Base de Datos. La DGE se encargaría de la gestión de la base de datos y también se espera que el INGEMMET asista a la DGE, en términos de información de recursos geotérmicos. Es preferible que organizaciones relacionadas coordinen a la gestión y actualización de la base de datos con el fin de su eficaz utilización.

III-3 Plan de desarrollo Geotérmico

III-3.1 Criterio de Evaluación para la Priorización del desarrollo Geotérmico

Al establecer el plan de desarrollo de la energía geotérmica en toda la República del Perú, fueron investigados los criterios de evaluación para establecer las prioridades de desarrollo de campos geotérmicos (61 campos). Para determinar las ponderaciones de cada criterio, se puso mayor énfasis en el potencial de recursos geotérmicos existente en cada campo geotérmico. También se priorizaron las relaciones de cada campo geotérmico con áreas protegidas. La eficiencia económica de la energía geotérmica también se tuvo en cuenta entre las consideraciones para aquellas zonas donde, de acuerdo a sus recursos geotérmicos, se evaluaron son prometedoras y cuya detallada investigación se ha hecho en el estudio del Plan Maestro. El segundo más alto énfasis se lo otorgó a la situación actual en la adquisición de la autorización para la exploración, ya que la concesión de una autorización afectaría en gran medida la posibilidad de temprano desarrollo de la energía geotérmica.

Cada campo geotérmico se clasifica como de Rango A, Rango B, Rango C y otros, sobre la base de los resultados de la evaluación de cada criterio de evaluación. Los criterios de evaluación y clasificación de las categorías se muestran en la Tabla III-3.1.1.

Tabla III-3.1.1 Clasificación y Criterio de Evaluación para la Priorización en el Desarrollo

Prioridad	Descripción	Potencial del Recurso	Autorización para Exploración	Topografía and Access	Áreas Protegidas
Prioridad A	Se espera un desarrollo a corto tiempo (los desarrollos se harán aun sin el apoyo del gobierno)	Se espera un alto potencial geotérmico	Aprobados	No hay mayor problema.	No existe
Prioridad B	Siguientes en importancia a los de prioridad A (Se espera solamente la autorización para exploración.)		Se ha aplicado pero aun no se ha aprobado		No existe (por ser confirmado)
Prioridad C	Se espera in desarrollo mas o menos a corto plazo, pero el potencial del recurso esta por ser confirmado.	Se prevé un alto potencial del recurso.	Aprobados	Se requiere topografía de detalle.	No existe (necesidad de confirmar para algunos campos)
Prioridad D-1	El potencial del recurso esta por ser confirmado. (Sin embargo en base a la información disponible se espera un alto potencial.)		No aprobados		
Prioridad D-2	El potencial del recurso esta por confirmar (in embargo en base a la información existente no se espera un alto potencial.)		No es posible la evaluación del potencial del recurso		
Otros	El impacto ambiental de estos proyectos debe evaluarse detenidamente. Si el impacto puede ser evitado o mitigado adecuadamente, debería permitirse el desarrollo geotérmico.	—	—	—	Existencia de áreas protegidas altamente reguladas

- El Potencial de recursos geotérmicos: Todos los campos geotérmicos se clasificaron en los siguientes tres niveles de acuerdo a los resultados de las evaluaciones y los estudios realizados hasta el momento. Potencial de recursos geotérmicos: Todos los campos geotérmicos se clasificaron en los siguientes tres niveles de acuerdo a los resultados de las evaluaciones y los estudios realizados hasta el momento.

- Estudios de recursos y exploraciones han sido suficientemente realizadas y se prevé la existencia de recurso térmico a alta temperatura (Rango-A, Rango-B).
- Los estudios de recursos no son suficientes pero los resultados ya muestran relativamente alta posibilidad de la existencia de recursos geotérmicos a alta temperatura (Fila C, Rango D-1).
- Solo se han realizado unos pocos estudios y el potencial de recursos no se ha aclarado (Fila D-2)

Para la clasificación de rango D-1 y la fila de D-2, fueron investigados los datos sobre los recursos que están disponibles actualmente (temperatura y composición química del agua de manantial) y se evaluó la prospectiva de los recursos geotérmicos alrededor de cada campo. Los criterios en la evaluación fueron: 1) si la temperatura del manantial caliente es superior a 80°C, o, 2) si la temperatura del agua termal es superior a 50°C y se obtuvieron altas temperaturas geoquímicas (Na-K-Ca tiene temperatura superior a los 140°C, si la temperatura K/Mg; supera los 80°C). Los campos que cumplen estos dos criterios se han clasificado dentro del Rango D-1, por la relativamente alta prospectiva de recursos geotérmicos se puede esperar.

- Autorización para la Exploración de Recursos: De entre los campos cuya concesión de autorización para la exploración de recursos ha sido publicada por el MEM (en noviembre de 2011), los campos donde los recursos se espera estén a alta temperatura, fueron clasificados dentro del Rango A. Otros fueron clasificados dentro del Rango C.
- Topografía y accesibilidad: los siguientes dos criterios fueron adoptados.
 - El resultado del trabajo de campo no mostró problemas para convertirse en un Proyecto de generación (Rango A, Rango B ó Rango C)
 - La evaluación de campo no ha sido hecha todavía, y la actual situación no ha sido clarificada. (Rango D-1, Rango D-2)
- Áreas Protegidas: Los campos en o cerca de algunas de las áreas protegidas requerirán estudios detallados de impacto ambiental. Por lo tanto estos campos fueron excluidos de la evaluación prioritaria. Las áreas donde se aplican las "limitaciones en el uso indirecto" (como Parques Nacionales) fueron los ejemplos de tales regiones fuertemente reguladas. Además, el área protegida en la Región Tacna (Vilacota-Maure Área de Conservación Regional) fue, por el momento, excluida de la evaluación prioritaria, ya que en Julio de 2011 SERNANP ya ha concluido que el desarrollo de energía geotérmica en la zona es desfavorable.

La accesibilidad a los sistemas de transmisión existentes, es decir, la distancia de cada campo a las subestaciones, se excluye del criterio de evaluación. La razón de esa exclusión es el hecho que los costos de las líneas de transmisión representarían sólo un pequeño porcentaje del coste total de desarrollo en caso de la mayoría de los campos. Los costos de las líneas de transmisión podrían reducirse debido a la escasa vegetación y también debido a la gran altitud, especialmente en la región sur del Perú.

III-3.2 Priorización del Desarrollo Geotérmico

Para la evaluación de prioridades para el desarrollo geotérmico, la evaluación detallada en base a los planes de desarrollo previstos ha sido aplicada a los campos prometedores que fueron seleccionados en el estudio del Plan Maestro. Evaluaciones simplificadas se aplican a los otros campos geotérmicos.

III-3.2.1 Planes para el Desarrollo de Campos Promisorios

En el estudio del Plan Maestro, fueron elegidos trece (13) Campos geotérmicos como campos prometedores en consideración la investigación de los datos existentes de sus recursos, tomando en cuenta la prospectiva de los recursos geotérmicos y diversas condiciones concernientes al desarrollo energético. En los campos prometedores, se llevaron a cabo estudios incluyendo los recursos geológicos / geoquímicos, y los planes de desarrollo posible para los campos prometedores han sido concebidos sobre la base de los resultados de los estudios de recursos.

Los resultados de los estudios de los recursos y los detalles de los planes de desarrollo se muestran en el Apéndice. La escala de desarrollo previsto y las especificaciones principales para el desarrollo de la energía posible en los campos prometedores se resumen en la Tabla III-3.2.1.

Tabla III-3.2.1 Especificaciones principales para el posible desarrollo de Generación Eléctrica en los Campos promisorios

Nombre del campo	Potencial de Recursos P80 (MWe)	Capacidad posible de desarrollo (MWe)	Unidades	Número de pozos de producción	Número de pozos de reinyección
Chungara-Kallapuma	84,0	75	25MW x 3	19	9
Ancocollo	98,2	90	30MW x 3	18	9
Tutupaca	113,8	105	35MW x 3	15	9
Crucero	79,4	70	35MW x 2	13	7
Pinaya	36,8	35	35MW x 1	13	6
Calacoa-Putina	108,2	100	25MW x 4	25	13
Ulucan	27,4	25	25MW x 1	5	4
Jesus Maria	17,3	10	10MW x 1	7	3
Ccollo/Titire	39,7	35	35MW x 1	10	5
Cailloma	9,1	5	5MW x 1	5	2
Chivay - Pinchollo	162,9	150	25MW x 6	22	13
Puquio	34,3	30	30MW x 1	12	5
Chancos	15,3	5	5MW x 1	5	2
Total	826,4	735	-	-	-

Además, los costos de desarrollo del proyecto de energía geotérmica en los campos prometedores y el precio de venta de electricidad (USD cent / kWh) para el mantenimiento de la TRFI superior a el 12% fueron examinados. Los resultados de las evaluaciones económicas se muestran en el Apéndice.

III-3.2.2 Desarrollo Prioritario

Los resultados de las evaluaciones de desarrollo prioritario para 61 campos geotérmicos, incluyendo los campos prometedores, se muestran en la Tabla III-3.2.2. En la tabla, varios datos e información, incluyendo los recursos prospectivos (temperatura del agua caliente y su composición química), estimación del potencial de los recursos, las relaciones con áreas protegidas y la concesión de derechos de exploración se muestran junto con los resultados de la clasificación.

Tabla III-3.2.2 Clasificación por prioridades para el desarrollo de los 61 campos geotérmicos del Perú

Región Geotérmica	No.	Región	Nombre del Campo	Elevación (m a.s.l.)	Manantiales Calientes			Potencial (MWe)			No. de Sector	Posible Capacidad a Desarrollar (MWe)	Red Connection		Autorización para Exploración (a Diciembre 2011)			Importancia de Desarrollo				
					Manantiales calientes	T Na/KCa-max (°C)	T K/Mg-max (°C)	CI max (ppm)	Campos Promisorios *	Otros Campos			Total	Posible Subestación	Distancia (km)	Área Protegida	Aplicación		Autorización	Nombre del Área en la Aplicación		
(Perú Norte)	1	Tumbes	Tumbes	64	48	72	117	8,400			15	15	2	Tumbes S/S	11				D-2			
	2	Amazonas	El Almendral	449	45	72	107	565			10	10	2	Nueva Jaen S/S	33				D-2			
	3	Amazonas	Corontochaca	1583	28	39	56	183,000			7	7	5	Caclic S/S (2015)	36				D-2			
	4	San Martín	San Mateo	1048	41	87	44	2,450			14	14	3	Moyobamba Nueva S/S (2015)	36				D-2			
	5	San Martín	Picurohuasi	238	63	176	125	396,000			58	58	6	Tarapoto S/S	36	Area Conservation Regional / Parque Nacional b.z.			-			
1. Cajamarca-La Libertad	6	Loreto	Contamana	98	64	140	52	15,200			48	48	3	Pucallpa S/S	143	Zona Reservada (direct use)			D-1			
	7	Cajamarca	Quilcate	2087	63	218	161	1,240			70	70	7	Cerro Corona S/S	47				D-1			
	8	Cajamarca	Cajamarca	2696	71	71	77	101			29	29	2	Cajamarca S/S	8	Coto de Caza (direct use)			D-2			
	9	Cajamarca-La Libertad	Huaranchal	1941	74	221	123	220			54	54	5	Cajamarca S/S	43	Coto de Caza (direct use)			D-2			
2. Callejón de Huaylas	10	La Libertad	Cachicadan	2855	70	204	83	841			40	40	3	Alto Chikama S/S	22				D-1			
	11	Ancash-La Libertad	Tablachaca	2586	50	220	76	353			29	29	5	Sihuas S/S	29				D-2			
	12	Ancash	Huancarhuas	2487	89	224	159	1,840			89	89	10	Kimán Ayllu S/S	36		V	V	Rupha / Yungay / Huancarhuaz	C		
	13	Ancash	Chancos	2943	72	231	143	1,670	15.3	21	36.3	4	5	Huaraz S/S	30		V		Chancos	D-1		
	14	Ancash	Olleros	3388	41	146	110	432			29	29	4	Conococha S/S	25	Parque Nacional (indirect use)	V		Olleros Sur / Olleros Norte	-		
3. Churin	15	Huanuco-Ancash	Azulmina	3437	70	69	45	170			53	53	5	Conococha S/S	22				D-2			
	16	Lima	Conoc	2538	49	93	55	290			21	21	3	Cahua S/S	11				D-2			
	17	Pasco	Huayllay	4220	50	-	-	21			10	10	1	Huanuco S/S	22				D-2			
	18	Pasco	Tambochaca	3408	60	226	118	673			24	24	2	Uchucacua S/S	8				D-1			
	19	Lima	Oyon	3003	61	190	53	354			45	45	5	Paragsha 2 S/S	47				D-2			
4. Central	20	Lima	San Jose	3500	73	189	102	772			25	25	2	Carhuamayo S/S	47				D-1			
	21	Junin	Yauli	4100	41	206	108	623			7	7	1	Pomacocha S/S	11				D-2			
	22	Huancavelica	Coris	2000	50	221	128	1,880			10	10	1	Cobriza I S/S	18				D-1			
5. Eje Volcánico Sur	23	Huancavelica	Nonobamba	3754	44	235	128	1,880			15	15	3	Ingenio S/S	22		V		Ninobamba	D-2		
	24	Cusco-Apurímac	Cconoc	2538	41	80	58	45,800			43	43.3	3	Abancay S/S	18	Santuario Historico b.z. (indirect use)				-		
	25	Apurímac	Pincahuacho	3098	62	192	103	638			25	25	2	Cotaruse S/S	29				D-1			
	26	Apurímac	Antabamba	3628	43	223	136	498			15	15	2	Cotaruse S/S	36				D-2			
	27	Ayacucho	Puquio	4053	80	369	210	2,110	34.3	10	44.3	1	30	Cotaruse S/S	113		V	V	Geronta	A		
	28	Ayacucho	Paila del Diablo	3814	81	169	119	1,400			54	54	4	Cotaruse S/S via Pararca and Cotahuasi	36		V	V	Umacusiri	C		
	29	Ayacucho	Pararca	2775	60	202	127	1,020			31	31	3	Cotaruse S/S via Cotahuasi	72		V	V	Sara Sara / Rio Pararca	C		
	30	Arequipa	Ocoruro	4475	85	-	-	-			23	23	1	Cotaruse S/S via Antabamba	61	Reserva Paisajistica (direct use)				D-1		
	31	Arequipa	Cotahuasi	2856	56	174	89	209			65	65	7	T-branch between Cotaruse S/S & Pararca	65	Reserva Paisajistica (direct use)				D-1		
	32	Arequipa	Orcopampa	4029	55	54	32	66			29	29	4	Cotaruse S/S via Ocoruro and Antabamba	33	Reserva Paisajistica b.z. (direct use)				D-2		
	33	Arequipa	Cailloma	4278	58	148	87	1,280	9.1	26	35.1	3	5	Cailloma S/S	11		V	V	Turu	C		
	34	Arequipa	Coropuna	2986	51	235	70	237			15	15	3	Chuquibamba S/S	8					D-2		
	35	Arequipa	Chivay-Pinchollo	3776	93	208	132	2,740	162.9	136	298.9	10	150	10	150	Callalli S/S	70		V		Pinchollo / Achumani / Hualca Hualca	B
	36	Arequipa	La Calera	3943	35	186	56	734			9	9	2	Santuario S/S	8	Reserva Nacional (direct use)				D-2		
	37	Arequipa	Yura	2504	33	183	38	340			15	15	4	Yura S/S	8					D-2		
	38	Arequipa	Jesus	2655	37	209	50	1,330			7	7	2	Cerro Verde S/S	8					D-2		
	39	Moquegua	Ubinas	3077	62	91	56	704			24	24	3	Socabaya S/S	43		V		Ubinas	D-2		
	40	Moquegua	Ullucan	2734	80	243	145	7,260	27.4	0	27.4	1	25	Socabaya S/S	127		V		Huaynaputina	B		
	41	Moquegua	Calacoa-Putina	3300	91	186	118	1,340	108.2	45	153.2	5	100	Moquegua S/S			V	V	Quellaapacheta / Tiscani	A		
	42	Moquegua	Ccollo/Titire	4330	83	217	167	11,400	39.7	27	66.7	4	35		117		V		Collo / Titiri	B		
43	Moquegua-Tacna	Crucero	4567	73	357	216	7,090	79.4	3	82.4	2	70				V	V	Crucero / Pasto	A			
44	Tacna	Tutupaca	4268	86	215	112	897	113.8	29	142.8	6	105				V	V	Tutupaca	A			
45	Tacna	Calientes	4341	90	219	195	3,340	100	0	100	1	100				V	rejected		Rio Carientes	-		
46	Tacna	Ancocollo	4216	87	219	206	2,380	98.2	55	153.2	5	90				V			Ancocollo / Ocururane	B		
47	Tacna	Borateras	4397	87	223	198	2,390	40	31	71	4	50				V	rejected		Borateras / Rio Maure	-		
48	Tacna	Chungara-Kallapuma	4349	85	210	170	2,950	84	17	101	4	75				V			Casiri / Achuco / Rio Kallapuma	-		
6. Cuzco-Puno	49	Cusco	Machu-Picchu	1924	52	211	129	2,260			49	49	6	Sururay S/S	22	Santuario Historico (indirect use)				-		
	50	Cusco	Choquecancha	3010	88	220	124	1,340			43	43	3	Dolorespata S/S	36					D-1		
	51	Cusco	Pacchantarcapata	3529	64	192	105	565			40	40	3	Combapata S/S	54					D-1		
	52	Cusco	La Raya	3754	52	189	109	4,090			26	26	5	Onocora S/S (2011)	29					D-1		
	53	Puno	Ollachea	3313	70	191	113	576			45	45	3	San Rafael S/S	29					D-1		
	54	Puno	Pasanocollo	3906	75	172	106	982			65	65	6	Puno S/S	36					D-1		
	55	Puno	Hatun Phutina	3724	71	179	109	139			39	39	4	Puno S/S via Putina	50					D-1		
	56	Puno	Putina	3986	55	188	79	13,200			53	53	6	Puno S/S	43					D-2		
	57	Puno	Chaqueylla	4100	57	119	70	11,300			26	26	3	Tintaya S/S	54		V		Condorama	D-2		
	58	Puno	Pinaya	4387	83	193	135	13,400	36.8	27	63.8	3	35	Callalli S/S	70		V	V	Pinaya / Chocopata	A		
	59	Moquegua	Jesus Maria	3943	52	152	112	14,300	17.3	17	34.3	3	10	Puno S/S	67					D-1		
	60	Moquegua	Exchage	3561	42	176	116	6,360			27	27	5	Socabaya S/S via Ubinas	22					D-2		
	61	Puno	Collpa Apacheta	4013	54	153	61	48,600			13	13	2	Puno S/S	40					D-2		

Los resultados de la evaluación de prioridad se resumen en la Tabla III-3.2.3. Se esperara un total de 640 MW de generación de energía se lograría en los campos clasificados en prioridad de relativamente alta (rango de A y la fila B).

Tabla III-3.2.3 Resultado del Desarrollo de Evaluación de Prioridades

Prioridad	Descripción	Campo Geotermico	Posible potencia (MW)	Posible potencia en total (MW)
Prioridad A	Se espera un desarrollo a corto tiempo (los desarrollos se harían aun sin el apoyo del gobierno)	Tutupaca	105	340
		Crucero	70	
		Calacoa-Putina	100	
		Pinaya	35	
		Puquio	30	
Prioridad B	Siguietes en importancia a los de prioridad A (Se espera solamente la autorización para exploración.)	Chivay-Pinchollo	150	300
		Ancocollo	90	
		Ccollo/Titire	35	
		Ulucan	25	
Prioridad C	Se espera in desarrollo mas o menos a corto plazo, pero el potencial del recurso esta por ser confirmado.	Cailloma	5	(60)
		Huancarhuas	(30)	
		Paila del Diablo	(15)	
		Pararca	(10)	
Prioridad D-1	El potencial del recurso esta por ser confirmado. (Sin embargo en base a la información disponible se espera un alto potencial.)	17 campos (including Chancos and Jesus Maria)	—	Unknown
Prioridad D-2	El potencial del recurso esta por confirmar (in embargo en base a la información existente no se espera un alto potencial.)	24 campos	—	Unknown
Otros	El impacto ambiental de estos proyectos debe evaluarse detenidamente. Si el impacto puede ser evitado o mitigado adecuadamente, debería permitirse el desarrollo geotérmico.	7 campos (including Borateras, Calientes and Chungara-Kallapuma)	—	>225

Note: Number of the evaluated geothermal fields is 61 in total.

- Rango A: Entre los prometedores campos elegidos, se clasifican en esta clase cinco (5) campos en los que la autorización del derecho de exploración ha sido ya otorgada. Temprano desarrollo de la energía se puede esperar en estos campos ya que las compañías privadas que ganaron la subasta están obligadas a cumplir con sus actividades de exploración en un término de tres años.
- Rango B: Cuatro (4) campos en que la autorización del derecho de exploración no se ha concedido aun se clasifican en esta clase. Los campos están al lado de los campos de Rango A, y se puede esperar el desarrollo relativamente temprano de los recursos geotérmicos de estos campos.
- Se clasifican en esta clase. cuatro (4) campos en los que la economía del proyecto es relativamente baja, o donde se espera que el potencial de recursos sea relativamente alto y el derecho de exploración ha sido autorizado. La escala de desarrollo del potencial de los recursos en los campos, excepto en los 13 campos prometedores, se ha estimado conservadoramente en 30%... Sin embargo que la autorización de derechos de exploración se ha concedido en estos campos, es conveniente continuar las investigaciones para la confirmación de recursos o la viabilidad de un eventual Proyecto.

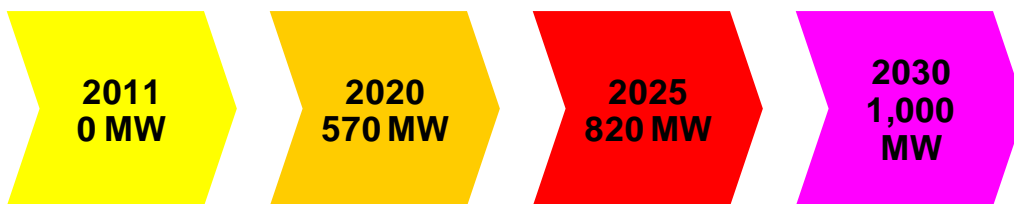
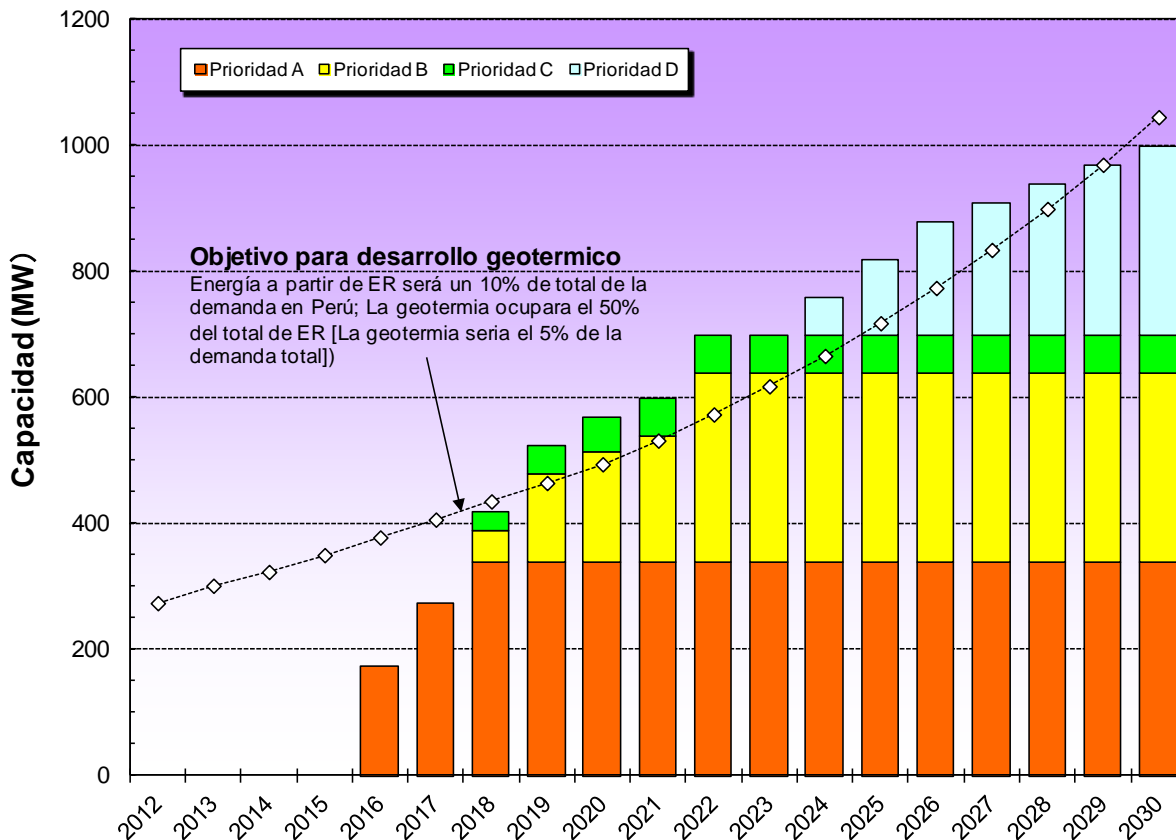
- Rango D-1: Los campos donde se ha realizado estudio de reconocimiento se clasifican en esta clase y Encuestas de recursos adicionales son necesarios. En estos campos, los datos geoquímicos muestran Prospectiva relativamente alto. Mayor énfasis en el estudio de los recursos debe ser colocado en rango D-1 campos.
- Rango D-2: Los campos donde se han conducido solamente evaluaciones simples son categorizados en esta clase y muchos más estudios son necesarios. Los datos existentes hasta el presente no muestran altas perspectivas.
- Otros: Cuatro (4) campos están localizados en la vecindad de Parques Nacionales o santuarios Históricos. También hay tres (3) campos existentes dentro áreas protegidas regionales en la Provincia de Tacna (Área de Conservación Regional Vilacota-Maure).

III-3.3 Mapa de Ruta del Desarrollo de la Energía Geotérmica

Se elaboró un plan integrado para el desarrollo de energía geotérmica en el Perú, que tiene como objetivo desarrollar 1.000 MW de energía eléctrica para el año 2030, en conformidad con los objetivos establecidos en las recomendaciones y teniendo en cuenta los resultados de la clasificación de los campos geotérmicos. El progreso anual del plan de desarrollo integrado (la Hoja de Ruta) se muestra en la Tabla III-3.3.1 y la Figura III-3.3.1.

Tabla III-3.3.1 Año previsto para el comienzo de la Generación de Electricidad en Campos Geotérmicos

Prioridad	Región	Nombre del Campo	Nombre del área para la aplicación para autorización	Autorización	Posible potencia (MW)	Año objetivo
A	Tacna	Tutupaca	Tutupaca	V	105	2016
A	Moquegua-Tacna	Crucero	Crucero	V	70	2016
A	Moquegua	Calacoa-Putina	Quellaapacheta	V	100	2017
A	Puno	Pinaya	Pinaya	V	35	2018
A	Ayacucho	Puquio	Geronta	V	30	2018
B	Arequipa	Chivay-Pinchollo 1	Pinchollo / Achumani / Hualca Hualca		50	2018
B	Tacna	Ancocollo	Ancocollo / Ocururane		90	2019
B	Moquegua	Ccollo/Titire	Ccollo		35	2020
B	Moquegua	Ulucan	Huaynaputina		25	2021
B	Arequipa	Chivay-Pinchollo 2	Pinchollo / Achumani / Hualca Hualca		100	2022
C	Ancash	Huancarhuas	Rupha	V	30	2018
C	Ayacucho	Paila del Diablo	Umacusiri	V	15	2019
C	Ayacucho	Pararca	Sara Sara	V	10	2020
C	Arequipa	Cailloma	Turu	V	5	2021
D	-	Otros campos	-		300	2024-2030



Inicio de autorizaciones al 5% de la demanda total de energía

Desarrollo de campos prioridad A : 340 MW

Desarrollo de campos prioridad B: 300 MW

Desarrollo de campos prioridad C: 60 MW

Desarrollo de campos prioridad D: total 300 MW

Figura III-3.3.1 Hoja de Ruta del desarrollo de la Energía Geotermal en el Perú

Los años de inicio previsto para la generación de energía en los campos geotérmicos se determinaron de manera que la producción total pueda alcanzar el 5% de la demanda total de electricidad tan pronto como sea posible. Se asumió que el factor de carga de plantas de energía es igual al 85%. El año de inicio más cercano para la generación de energía sería el 2016, incluso para aquellos Campos clasificados en el rango A y para los cuales la autorización de derechos de exploración ha sido ya concedida en el año 2011. Esto por que las actividades de exploración tomarán tres años y serán necesarios otros tres años más para las actividades de construcción de una Planta. Se supone que serán necesarios dos años más para el comienzo en los campos de Rango B, es decir, el comienzo de los campos de Rango B sería el año 2018.

De Chivay-Pinchollo campo en el que la escala de desarrollo es más grande que en los demás, el primer período de desarrollo se supone sería completado en el año 2018, y el segundo período de desarrollo se supone podría terminarse el año 2022. Para Campos incluidos en el Rango C, el período más temprano del comienzo de la generación de energía se supone sería el 2018, ya que se requiere más tiempo para la investigación y confirmación de los recursos geotérmicos. Comparado con los Campos de rango A. El desarrollo de recursos para los Campos clasificados en el Rango D (Rangos D-1 y D-2) depende largamente del futuro progreso de los estudios y es difícil estimar el periodo necesario antes de del comienzo de la generación. De esta manera, el comienzo de su operación es asumida no ser antes del año 2024.

Los hitos de generación se establecieron de la siguiente manera en la Hoja de Ruta del desarrollo de los Campos geotérmicos: 570 MW en el año 2020, 820 MW en el año 2025, y 1.000 MW en 2030. Para la realización de los objetivos, gestión gerencial e instrucciones adecuadas deben ser dadas a las actividades de exploración hechas por empresas privadas, y es deseable que el gobierno del Perú apoye y / o participe en las actividades de exploración si los estudios de exploración no funcionan con eficacia. Además, es necesario, la Hoja de Ruta debe ser revisada y actualizada de acuerdo a los avances de las actividades de exploración y desarrollo.