



**DIRECCION DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS**

**PLAN PARA LA CREACIÓN DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE GEOTERMIA (CEIG)  
DEL INGEMMET**

**Preparado por:**

Vicentina Cruz P.  
Diana Pajuelo A.  
Jose Carlos Farfan M.  
Francisco Zegarra F.

Lima - Perú

Enero - 2015

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCION	1
2.	ANTECEDENTES	2
3.	ROL DE INGEMMET	3
4.	DIAGNÓSTICO Y FACTORES DE RIESGO	4
5.	JUSTIFICACIÓN	5
6.	OBJETIVOS DEL CEIG	7
6.1	Objetivo General	7
6.2	Objetivos Específicos	8
7.	ESTRUCTURA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE GEOTERMIA	8
8.	CAMPOS DE INVESTIGACIÓN	9
8.1.	Área de Geología	9
8.2.	Área de Geoquímica	10
8.3.	Área de Geofísica	11
8.4.	Área de Laboratorio de Geotermia	12
8.5.	Área de Comunicación y Difusión	12
9.	PERSONAL Y PRESUPUESTO	12
10.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE GEOTERMIA	13
11.	CRONOGRAMA DE PROYECTOS PARA 5 AÑOS	14



## 1. INTRODUCCION

La energía geotérmica es el calor de la Tierra que puede ser aprovechado por el hombre. La utilización de la energía térmica que es transportada a través de la roca y/o de fluidos, se desplaza desde el interior de la corteza terrestre hacia los niveles superficiales de la misma. Esta energía produce en la superficie terrestre impresionantes manifestaciones tales como fumarolas, manantiales termales, géiseres, así como la manifestación más extraordinaria de todas, los volcanes.

La energía geotérmica, una energía limpia, renovable y sustentable, a nivel mundial su explotación es muy limitada. En la actualidad se tiene instalado 12.6 GWe en 22 países en la producción de electricidad, representando un pequeño porcentaje de las necesidades mundiales de energía.

El Perú se halla localizado en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico, caracterizado por la ocurrencia de movimientos sísmicos, fenómenos tectónicos y elevada concentración de flujo calorífico geotermal, que se manifiesta visiblemente en diversas zonas del país y en especial en las regiones de Tacna, Moquegua y Arequipa, asociado a la presencia de volcanes activos recientes. Por lo tanto, el Perú es un país con potenciales recursos geotérmicos que, de ser explotados correctamente, ayudaría a diversificar nuestra matriz energética en la producción de electricidad a un precio competitivo.

En ese sentido, como parte de las políticas peruanas para fomentar las energías renovables (DL 10002) en nuestro país, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) ha decidido llevar a cabo la creación del "Centro de Investigación de Geotermia, CEIG" con el fin de promover y acelerar el desarrollo de geotermia en el país. Además pretende realizar alianzas con diversas instituciones ya sea nivel nacional e internacional que consistirían de institutos académicos, centros de investigación y empresas privadas.

El Centro desarrollará trabajos de investigación científica, el desarrollo tecnológico y estimular a la innovación en diversas temáticas de la geotermia. Asimismo se centrará en realizar proyectos estratégicos centrados en la exploración superficial de los recursos geotérmicos de baja, mediana y alta entalpía. Además, el Centro coordinará la preparación de especialistas calificados requeridos por la industria mexicana en todos los niveles, desde cursos de educación continua a los programas de postgrado de doctorado.

También, el Centro implementará el laboratorio altamente especializado para la evaluación y caracterización de los recursos geotérmicos, al inicio basado en la infraestructura existente y posteriormente la ampliación e implementación con nueva infraestructura y equipamiento con apoyo de cooperación internacional o integración con el sistema nacional de apoyo a la investigación y el desarrollo como el CONCYTEC, que permita contar con un laboratorio de análisis de clase mundial debidamente certificado y acreditado

El Centro de Investigación de Geotermia tendría las siguientes funciones:

- Realizar y fomentar líneas de investigación de los recursos geotérmicos.
- Realizar estudios de exploración superficial a nivel de pre factibilidad en las principales zonas geotérmicas del país.
- Generar información técnico-científico sobre los recursos geotérmicos utilizando metodologías establecidas como geología, hidrogeología, geoquímica y geofísica.
- Implementar la instrumentación de última generación para las diversas metodologías de análisis y estudios.
- Desarrollar y mantener actualizado el mapa geotérmico del país. Así como generar una base de datos geotérmica con todas las características de las manifestaciones geotérmicas para el Perú
- Promover proyectos de investigación con cooperación nacional e internacional, que permita generar investigación, formación y asistencia técnica en el estudio de los recursos geotérmicos del país.
- Evaluar el potencial geotérmico de los campos de intermedia a baja entalpía para el uso directo.



- Promover la inversión en recursos geotérmicos de baja entalpía para usos directos con participación de las comunidades.
- Desarrollar nuevas metodologías para mejorar el proceso de evaluación y exploración geotérmica.
- Realizar acciones de capacitación y difusión del conocimiento científico sobre recursos geotérmicos, a través de foros, talleres itinerantes, conferencias, cursos, folletos, videos, entre otros.
- Promover los recursos geotérmicos como una fuente energética alternativa, limpia, renovable y sostenible y de uso multipropósito.
- Implementar el laboratorio para el estudio y caracterización de los recursos geotérmicos.

## 2. ANTECEDENTES

El Perú posee un importante potencial geotérmico, el cual está íntimamente ligado al proceso de subducción, entre la placa de Nazca y la Sudamericana, que ha controlado a lo largo del tiempo la evolución geológica del territorio peruano desde el Mesozoico hasta la actualidad, originando complejos procesos magmáticos y tectónicos, directamente relacionados con el desarrollo de ambientes geotérmicos. Las zonas geotermiales más promisorias del país están asociadas a los centros volcánicos activos del Cuaternario

Los primeros estudios relacionados en la "Evaluación del Potencial Geotérmico en Perú" se inició desde los años 70 con el inventariado de las fuentes termales a nivel de todo el territorio peruano, estos estudios fueron realizados por el INGEMMET, posteriormente hubo diversos trabajos específicos relacionados a la evaluación del potencial geotérmico del Perú a través de la cooperación técnica internacional como se detalla a continuación:

- En 1975, MINERO PERÚ efectuó estudios de exploración preliminar de las manifestaciones geotermiales de Calacoa y Salinas en Moquegua.
- En 1976, Geothermal Energy Research del Japón, realizó trabajos de exploraciones preliminares en la cuenca del Vilcanota en Cusco.
- En 1977, el INEI efectuó el primer censo de manifestaciones geotermiales.
- En 1978, el INGEMMET elaboró un inventario y agrupación geográfica de afloramientos geotermiales por regiones.
- En 1979, A. Cossio y L. Vargas generan el primer mapa geotérmico del Perú, donde se ubican 6 zonas de interés geotérmico.
- EN 1979-1980, INGEMMET y AQUATER de Italia efectuaron estudios de reconocimiento geotérmico de la Región V.
- En 1980, Geothermal Energy System Ltd. hizo estudios geotérmico de las zonas de Calacoa, Tutupaca y las Salinas en Moquegua.
- Entre los años 1983 y 1985, INGEMMET y British Geological Survey efectuaron un inventario parcial de manifestaciones geotermiales de la Región VI, departamentos de Cusco y Puno.
- Entre los años 1983 y 1986, ELECTROPERÚ y CESEN de Italia efectuaron estudio de reconocimiento geotérmico de las Regiones I a IV.
- En el año 1986, ELECTROPERÚ con asistencia técnica de la OIEA y las NU realizaron investigaciones geoquímicas en la Región V.
- En 1997, CENERGÍA y el IIE de México efectuó la evaluación de la información, estudios disponibles, realizados por INGEMMET, ELECTROPERU, CENERGÍA, Proyecto Especial Tacna, IPEN y la Cooperación Internacional.

Desde finales del 2006, el INGEMMET a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico retoma los estudios de investigación sobre los recursos geotérmicos del país, con el Proyecto de GA-21 "Evaluación del Potencial Geotérmico del Perú", iniciando con estudios de exploración geológica y geoquímica de las manifestaciones geotermiales.



Por otro lado, el Ministerio de Energía y Minas, MEM entre agosto y septiembre del 2007, a través del APCI logra obtener el apoyo de parte del Gobierno de Japón, con financiamiento no reembolsable para desarrollar dos estudios de pre-factibilidad en los campos geotermiales de Calientes y Borateras, donde participó INGEMMET, como institución científica de sólida experiencia en la investigación de ciencias de la tierra.

En el 2010, el MEM suscribió un Acuerdo de Cooperación Técnica con el Gobierno de Japón, con la finalidad de llevar adelante el estudio del Plan Maestro de Desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú. INGEMMET formó parte del equipo técnico peruano en el desarrollo de este proyecto.

En mayo del 2011, INGEMMET lideró en la ejecución de Talleres Itinerantes de Geotermia con participación de la Dirección General de Electricidad del MEM, Direcciones Regionales de Energía y Minas (DREM) de Tacna, Moquegua y Puno, los Gobiernos Regionales, las autoridades locales, la comunidad y las empresas privadas del sector.

Finalmente, INGEMMET realizó estudios de Evaluación del Potencial Geotérmico en las regiones Tacna, Moquegua y Arequipa con el objetivo de promover los recursos geotérmicos para su explotación como una alternativa de energía limpia.

### 3. ROL DE INGEMMET

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) es un Organismo Público Descentralizado del Sector de Energía y Minas, con personería jurídica de derecho público. En el ejercicio de sus funciones, goza de autonomía técnica, económica y administrativa constituyendo en Pliego presupuestal. En el Perú el INGEMMET es la única institución encargada de realizar los estudios de investigación en geotermia basado en su Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 036-2007-EM, Según el artículo 3° Ámbito de Competencia y Funciones en el numeral 1 establece "El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico tiene competencia nacional en el ámbito de sus funciones, su domicilio se encuentra en la ciudad de Lima. El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico tiene las siguientes funciones: 1. Realizar y fomentar la investigación de los recursos minerales, energéticos e hidrogeológicos del país; genera y actualizar el inventario de los mismos y promover su conocimiento y desarrollo.

Asimismo, en el Capítulo V de los Órganos de Línea, Artículo 21 numeral 3 textualmente indica "Realizar estudios glaciológicos de cambios climáticos e hidrogeológicos incluyendo fuentes termales y geotermiales", asimismo en el Artículo 22° numeral 6, textualmente indica "Estudiar las ocurrencias y posibilidades de recursos geoenergéticos (Carbón, hidrocarburos) y geotermiales".

La normativa que regula la geotermia en el Perú, es la Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos aprobado el 29 de julio de 1997, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 019-2010-EM el 08 de abril de 2010. En el Art. 19 del Reglamento, INGEMMET participa en la publicación de la información técnica obtenida y procesada en la etapa de la autorización de exploración de parte de las empresas privadas.

La Dirección de Recursos Minerales y Energéticos es la encargada de la investigación básica sobre la ocurrencia, génesis y localización de depósitos minerales metálicos, no metálicos y **geoenergéticos** del país. Tiene a su cargo las labores de prospección destinadas a poner en evidencia el potencial minero, así como el de recursos **geoenergéticos** de interés nacional. Le corresponde también efectuar investigaciones metalógicas tendientes a orientar la prospección y exploración minera en el país. Depende jerárquicamente de la Presidencia.

La Dirección de Recursos Minerales y Energéticos tiene las siguientes funciones:



- a) Planificar, organizar, dirigir, controlar, evaluar y supervisar la ejecución de los planes y programas del INGEMMET en Geología Económica y Prospección Minera, estableciendo los mecanismos de retroalimentación, y preparando las directivas necesarias.
- b) Realizar y mantener actualizado el inventario nacional de los recursos minerales y energéticos, así como los estudios de prospección minera y geofísica regional y nacional.
- c) Realizar la prospección y evaluación geológica minera de las áreas que asignen al INGEMMET (Áreas de No Admisión de Denuncios - ANADS), de conformidad con la normatividad vigente.
- d) Efectuar la compilación, levantamiento, análisis e integración de la información geológica relativa al aprovechamiento de recursos del subsuelo y las zonas de mayor potencial geológico y minero del territorio nacional.
- e) Preparar y mantener actualizadas la Carta Metalogénica del Perú y la Carta Geoquímica del Perú.
- f) Estudiar las ocurrencias o las posibilidades de recursos **geoenergéticos (carbón, hidrocarburos) y geotermiales**.
- g) Participar en investigaciones geológicas en su especialidad en el margen continental, fondos marinos y en la Antártica en coordinación con las entidades competentes.
- h) Colectar, procesar e interpretar la información especializada relativa a Geología Económica y Prospección Minera.
- i) Brindar asesoramiento técnico en los temas de recursos del subsuelo, minerales, **geoenergéticos** a la Alta Dirección y otros órganos del INGEMMET así como a los sectores público y privado; Y
- j) Otras que le sean asignadas en el ámbito de su competencia.

#### 4. DIAGNÓSTICO Y FACTORES DE RIESGO

El diagnóstico está asociado a los factores de riesgo vinculados al proyecto de creación del Centro de Investigación de Geotermia, CEIG. Desde el contexto real *el principal riesgo del proyecto estaría asociado a la carencia de infraestructura* independientemente de la buena voluntad de parte de los actores involucrados en el desarrollo del proyecto. Los riesgos están asociados a factores internos y externos. De ahí, que se deben tomar en cuenta para prevenirlos, evitarlos, corregirlos y modificarlos cuando sea posible, para que no perjudique el desarrollo del proyecto, los cuales son cuidadosamente identificados para cada componente del proyecto. A continuación se presente el diagnóstico realizado para el presente proyecto.

##### *Diagnóstico del INGEMMET en la temática de geotermia*

Análisis Interno	Fortalezas	Debilidades
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institución estatal que provee de información técnica científica sobre geología, geoquímica, hidrogeología, geofísica, etc.</li> <li>• Se cuenta con profesionales en temas relacionados en geotermia: geología, geoquímica, hidrogeología y geofísica.</li> <li>• Se cuenta con laboratorios sin acreditación y certificación, con equipamiento para análisis de aguas y rocas.</li> <li>• Se tiene experiencia en trabajos de comunicación con las</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de articulación entre los órganos de línea.</li> <li>• Procesos administrativos del Estado, retrasan la ejecución de tareas.</li> <li>• No se cuenta con un espacio físico que permite la implementación del Centro de Investigación de Geotermia.</li> <li>• No se cuenta con un equipo técnico especializados con amplia experiencia que permitan mejorar la eficiencia en los estudios.</li> <li>• Falta de capacitación en nuevas metodologías de investigación.</li> <li>• Falta convenios con otras instituciones</li> </ul>

Análisis externo

comunidades en temas de geotermia.

- en investigación en geotermia.
- Falta de equipamiento e instrumentación que permita desarrollar los trabajos con eficiencia.
- Bajos salarios, que es difícil retener a los profesionales capacitados.

Oportunidades

- El Perú es un país rico en recursos minerales y energéticos.
- El compromiso del gobierno de apostar por energías limpias como la hídrica, eólica, geotérmica, etc.
- Existen empresas privadas que apuestan por el desarrollo de la energía geotérmica.
- Los conflictos sociales relacionados a impactos ambientales originan una demanda de información que la institución debe satisfacer.
- El Perú cuenta con el Marco Normativo para el desarrollo de la geotermia.
- Existen universidades en el sur del Perú que muestran interés en participar en proyectos de investigación sobre los recursos geotérmicos.

Amenazas

- Falta de toma de acciones necesarias que favorezcan la promoción y el desarrollo de los recursos geotérmicos.
- Aspecto normativo en tema geotérmico tiene carencias o vacíos.
- Falta de claridad y definición de parte del gobierno del rol de la empresa privada en el desarrollo de los recursos geotérmicos para uso multipropósito.
- Conflictos sociales han creado una mala imagen a todas las instituciones del sector minero.
- Debido a que la institución trabaja temas muy especializados, la información brindada a la prensa debe ser trabajada para no generar especulaciones.
- El desconocimiento de las características y bondades de este tipo de energía por parte de la población, puede generar la negativa ante los estudios a realizar.
- Ausencia de una estrategia nacional para el desarrollo de los recursos geotérmicos y no integrar el desarrollo de la geotermia a los planes energéticos desde la perspectiva del desarrollo sustentable.
- Incumplimiento por parte de las empresas privadas que desarrollan proyectos geotérmicos.
- Ausencia (o insuficientes) iniciativas de parte del MEM, ANA, MINCETUR para impulsar proyectos de aprovechamiento integral de los recursos geotérmicos.

5. JUSTIFICACIÓN

La energía es la fuente principal para cualquier estrategia de desarrollo sustentable a nivel social y económico de un país, ya que desempeña un papel decisivo en la calidad de vida y desarrollo de las poblaciones. Es por tal razón, que el sector eléctrico del Estado peruano dentro de la Política Energética Nacional aprobada por el D.S. N°064-2010 se ha trazado los siguientes objetivos:



1. Desarrollar una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética.
2. Propiciar un abastecimiento energético competitivo.
3. Contar con acceso universal al suministro energético.
4. Fomentar una mayor eficiencia en la cadena productiva y el uso de la energía.
5. Lograr la autosuficiencia en la producción energética.
6. Desarrollar un sector energético con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en el marco del desarrollo sostenible.
7. Desarrollar la industria del gas natural y su uso en actividades domésticas, transporte, comercio e industria, así como en la generación eléctrica eficiente.
8. Fortalecer la institucionalidad del sector energético.
9. Integrar a los mercados energéticos de la región para alcanzar la visión en el largo plazo.

El subsector eléctrico tiene normas regulatorias aplicables a las actividades eléctricas para dar cumplimiento a estos objetivos, además de otras normas y políticas que promueven inversiones y acciones de cooperación internacional. Dichas normas fueron desarrolladas y mejoradas progresivamente para que en conjunto sean un mecanismo que asegure la oferta de generación, refuerce el sistema eléctrico, amplíe la cobertura eléctrica, promueva la competencia en el mercado eléctrico y el uso sostenible y diverso de los recursos energéticos.

Estos avances han permitido al subsector eléctrico desarrollar aspectos tales como:

- Mecanismos de incentivo para la inversión eléctrica.
- Promoción de las energías renovables para la generación eléctrica.
- Uso eficiente del gas natural para generación eléctrica.
- Seguridad y cobertura de la transmisión eléctrica.
- Cultura de eficiencia energética y seguridad eléctrica para los usuarios.
- Seguridad e integración energética.
- Promoción del desarrollo eléctrico preservando el medio ambiente.

Asimismo, el sector eléctrico debe adoptar estrategias que garanticen el desarrollo de los recursos de energías renovables con el objetivo de evitar impactos ambientales negativos y así asegurar en el mediano y largo plazo un abastecimiento de energía de limpia, renovable y sostenible. Debido que en los últimos cinco años, el Perú ha logrado mantener una economía en crecimiento constante (más del 5% anual), este hecho sitúa al país como la principal economía emergente en América del Sur. Además este acontecimiento se traduce directamente en un aumento de la demanda de electricidad, que según estimaciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM), es de unos 500 MWe por año, que debe ser incorporada a la red eléctrica para satisfacer las necesidades de la población y el crecimiento industrial.

Sin embargo, el Perú es un país que posee recursos geotérmicos, cuyo potencial estimado es de aproximadamente 3.000 MWe, constituyéndose como una significativa opción energética para el desarrollo sustentable del Perú. Además, estos recursos de uso multipropósito del calor, permiten desarrollar proyectos con una elevada rentabilidad social, en invernaderos, secado de fufas, calefacción, acuicultura, bañeología, etc., que pueden favorecer el desarrollo de actividades comunitarias de producción en áreas rurales afectadas por la pobreza. En la actualidad, la utilización de los recursos geotérmicos en Perú se limita básicamente en la bañeología y piscinas termales para recreación, sin embargo, los múltiples usos siguen siendo desconocidos por la sociedad peruana.

En la actualidad la matriz de generación eléctrica del país está predominantemente compuesta por dos fuentes de energía: la hidroeléctrica y la térmica de la quema de gas natural; en porcentajes muy bajos



aparece la solar, eólica, diésel, carbón y biomasa. Sin embargo, el sector energético peruano es consciente que para el desarrollo económico sostenible del país, se requiere contar con suministro energético seguro, confiable, oportuno y accesible para todos los sectores económicos y sociales del país que respetan el medio ambiente. Por lo que resulta de suma importancia prever necesidades energéticas futuras, al considerar los diferentes recursos existentes en el país.

Sin embargo, se observa que dentro de la matriz energética del país es escaso o no existe el aprovechamiento de las energías renovables, limpias y sostenibles como la geotermia, tal vez asociado a la falta de conocimiento y capacidades sobre energía geotérmica a nivel de las instituciones gubernamentales, de investigación y Universidades lo que hace que no se impulse el desarrollo de la geotermia en el país. Sin embargo es importante que dentro de la política energética del país se continúe con la promoción de las energías renovables no convencionales, entre ellos la energía eólica, solar y la geotermia.

Sin embargo es importante enfatizar que la necesidad de desarrollar la energía geotérmica es trascendental para impulsar el uso racional de los recursos energéticos del país con fines de economía y balance de la matriz energética que permita asegurar el suministro estable de energía a los futuros proyectos de inversión como la minería. Además el carácter autóctono, limpio y renovable, así como los múltiples usos de los recursos geotérmicos, pueden tener un impacto positivo sobre el desarrollo ambiental y socio-económico del Perú.

Para el desarrollo de la energía geotérmica en el país, el sector energético peruano cuenta con la Normativa legal que regula la geotermia en el Perú, como la Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos. (1997-07-29) el Decreto Supremo N° 019-2010-EM, Nuevo Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos. (2010-04-08) y la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

El INGEMMET dará un aporte importante al país, con la creación del Centro de Investigación de Geotermia, desarrollando proyectos de investigación, evaluación y cuantificación de los recursos geotérmicos de todo el territorio nacional, los resultados contribuirá a la diversificación de la matriz energética. Además, brindará asesoramiento a los diferentes niveles del Estado a destinar los recursos energéticos fósiles de petróleo y gas natural a otras aplicaciones, como la exportación o el ahorro de combustible para aumentar el periodo de autosuficiencia.

Asimismo, el Centro pretende capacitar a autoridades locales, regionales, del sector energético y ambiental y estudiante y profesores de las universidades en la exploración geotérmica, formando profesionales en post-gradados y maestrías, con entrenamiento en experiencias concretas al desarrollo geotérmico en el país. También se brindará asesoramiento en temas relacionados a investigación geotérmica, así como despertará el espíritu investigador en los estudiantes de las diferentes universidades del país, con el propósito de aprovechar las oportunidades para el crecimiento, la competitividad y el desarrollo del país.

En ese sentido, existen justificadas razones para que el INGEMMET establezca la creación del Centro de Investigación en Geotermia (CEIG).

## **6. OBJETIVOS DEL CEIG**

### **6.1 Objetivo General**

El Centro de Investigación de Geotermia del INGEMMET, tendrá incidencia en la generación de conocimiento técnico-científico, registro, procesamiento, administración y difusión eficiente de la información técnica-científica relacionada a los recursos geotérmicos. Así como, promover la energía geotérmica como una energía renovable, amigable con el medioambiente y sostenible, como una alternativa para la diversificación



de la matriz energética del Perú y de uso multipropósito. También brindara asistencia técnica, formación de recursos humanos capacitados y la implementación de laboratorios para el desarrollo geotérmico.

## 6.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el potencial Geotérmico de los principales campos de Alta entalpía a nivel de pre-factibilidad con la finalidad de generación de electricidad incluyendo: estudios de prospección geológica, prospección hidrogeológica, prospección geoquímica, Prospección Geofísica y estudios ambientales.
- Evaluar el potencial geotérmico de los campos de intermedia a baja entalpía para el uso directo.
- Promover la inversión en recursos geotérmicos de baja entalpía para usos directos con participación de las comunidades.
- Generar una base de datos geotérmica actualizada para el Perú.
- Promover la colaboración con otros centros Internacionales de Investigación Geotérmica.
- Realizar y fomentar líneas de investigación de los recursos geotérmicos.
- Promover la implementación del plan maestro de desarrollo geotérmico en el Perú.
- Brindar asesoramiento y capacitación autoridades locales, regionales, del sector energético y ambiental, así como a estudiantes y profesores de las universidades en la exploración geotérmica.
- Integrar la Comisión de Ciencia y Tecnología en energías renovables.
- Realizar capacitación y difusión del conocimiento energía geotérmica a través de foros, talleres, conferencias, cursos, folletos, videos, maquetas, etc.

## 7. ESTRUCTURA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE GEOTERMIA

El Centro de Investigación de Geotermia operará en la ciudad de Arequipa, en las instalaciones del Órgano Desconcentrado de Arequipa, debido que el mayor potencial geotérmico del país está asociado a la actividad volcánica localizada en las regiones Tacna, Moquegua y Arequipa en el sur del Perú, por lo que es conveniente que el CEIG opere en dicha ciudad. El CEIG será organizado de forma que habrá un nivel jerárquico de coordinación y dirección. Este nivel estará a cargo funcionalmente de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos de INGEMMET, encargada de dirigir y tomar decisiones sobre el CEIG. Así como tendrá la responsabilidad de aprobar los proyectos propuestos anualmente, la programación presupuestal, informes y seguimiento con respecto a su ejecución.

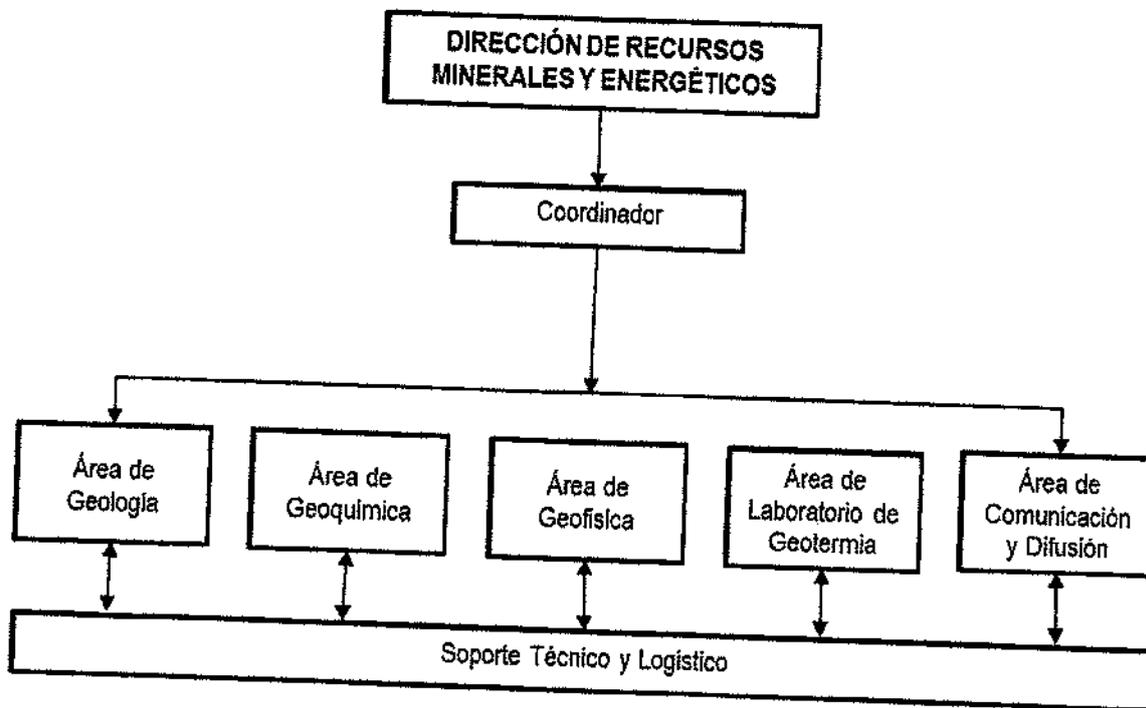
El CEIG contará con un coordinador, el mismo que será nombrado por la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, el que representará al CEIG en sus relaciones institucionales y mantendrá la comunicación oficial con diversas instituciones. Asimismo será responsable del seguimiento de las actividades y proyectos que se desarrollaran en el Centro.

El CEIG, contará con cinco áreas de investigación en: Geología, Geoquímica, Geofísica, Laboratorio y Comunicación y Difusión. Estas áreas estarán integrados por un equipo de investigadores del INGEMMET junto a científicos de otras instituciones nacionales (universidades) e internacionales. Sus líneas de investigación principales serán: Sistemas Magmáticos; Interacción Calor-Agua-Roca; Geoquímica de Fluidos; Geología Estructural y Tectónica; Geofísica y Medio Ambiente.

Asimismo, dentro de la estructura de Centro contará con un plan de comunicación y difusión, que tendrá como objetivo compartir, difundir a la comunidad el conocimiento generado por los investigadores del Centro en torno a los campos geotermiales. Para ello, desarrollará información, programas y eventos que promuevan a la energía geotérmica como un recurso sostenible, amigable y competitivo para Perú. Asimismo, permitirá brindar las facilidades para la realización de investigación en zonas de conflicto social.



A continuación se presenta el organigrama de funcionamiento del CEIG:



## 8. CAMPOS DE INVESTIGACIÓN

El CEIG será un centro de investigación de los recursos geotérmicos del país, donde se efectuarán estudios con metodologías estandarizadas internacionalmente, como la geología, geoquímica y geofísica, entre otros con el fin de evaluar y caracterizar de los recursos geotérmicos del país

A continuación se detallan los distintos campos de investigación y áreas de trabajos del CEIG.

### 8.1 Área de Geología

En esta área se desarrollarán proyectos para el estudio geomorfológico, litológico y estructural de las zonas geotérmicas, para establecer los procesos geológicos que le han dado su origen y evolución. La determinación de las estructuras geológicas servirá para interpretar las relaciones entre fallas, unidades litoestratigráficas y acuíferos termales. Los estudios se realizarán tanto en el marco regional y local de las manifestaciones termales que permitirán definir modelos de reservorios geotérmicos que a su vez generarán un avance en el conocimiento, exploración y evaluación de nuevas fuentes de energía geotérmica en Perú.

En superficie se realizará el cartografiado de rocas y toma de datos estructurales (rumbos, buzamientos) en diaciasas y/o fallas, a una escala adecuada para determinar las relaciones que presentan la geología con la ubicación de manifestaciones termales y alteraciones hidrotermales.

Los estudios geológicos se realizarán en dos fases:

#### Gabinete:

Recopilación, consulta y análisis de toda la información existente para la evaluación de la morfología del terreno, la relación entre la tectónica, vulcanología y zonas de alteración hidrotermal. Se usarán herramientas



como la teledetección, estudios de geoquímica en rocas y dataciones radiométricas; a partir de esta información se generará un mapa previo al campo a escala 1:25,000 para poder reconocer los puntos estratégicos de recolección de datos. Posterior a la recolección de datos en la etapa de campo se realizará la interpretación tentativa de la ubicación de la fuente de calor, roca reservorio, capa sello, basamento y zonas de recarga de aguas. Asimismo, se definirá el modelo geológico conceptual de la zona geotermal estudiado.

#### **Campo:**

Se toman datos y muestras en caso fuera necesario en rocas, estructuras y en zonas de alteración hidrotermal, en puntos estratégicos previamente establecidos.

Las muestras extraídas serán enviadas al laboratorio, para la elaboración de láminas delgadas, estudio petrográfico, estudio petrológico, difracción de rayos X, minerografía, análisis químico por microsonda electrónica, análisis químicos de rocas, dataciones radiométricas según sea necesario.

## **8.2 Área de Geoquímica**

La geoquímica es un medio útil para determinar las propiedades de un sistema geotérmico como temperatura, contenido de vapor o agua, homogeneidad, la fuente de recarga y la presencia de gases magmáticos.

Como parte de los trabajos a realizar será el inventario de los manantiales termales y manantiales fríos, el muestreo, análisis químico y de isótopos de las manifestaciones geotérmicas, en su fase líquida o gaseosa, que se presentan en la superficie. En el proceso se realiza mediante análisis del contenido de: calcio (Ca), sodio (Na), boro (B); cloruros (Cl<sup>-</sup>), hierro total (Fe), magnesio (Mg), potasio (K), silicio (Si), sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), bicarbonatos (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y otras sustancias de interés.

La información obtenida de los fluidos geotérmicos permitirá identificar el tipo de problemas que pudiesen surgir durante la etapa de re-inyección y de la utilización de la planta (cambios en la composición del fluido, corrosión e incrustación de los ductos y en los equipos de la planta, impacto ambiental) y la forma como evitarlos o aminorarlos.

Esta metodología brinda información que permite planificar la exploración y como sus costos son relativamente bajos en comparación con otros métodos exploratorios más sofisticados, tales como los métodos geofísicos, las técnicas geoquímicas deberían ser utilizadas en la mayor medida posible, antes de avanzar con otras metodologías más costosa.

En el área de geoquímica también se realizaran los estudios hidrogeológicos a partir de la identificación de las unidades litológicas de la zona de interés y sus propiedades, así como de la red hidrográfica, la climatología y la geoquímica. También se desarrollaran los modelos hidrogeológicos.

Los estudios geoquímicos se realizarán en dos fases:

#### **Gabinete:**

Básicamente es la recopilación de la información geoquímica e hidrogeológica existente (resultados de análisis químicos e isotópicos) y posterior a los trabajos de campo se realizan las interpretaciones de los resultados analíticos, estimación de temperaturas de reservorio y los reportes respectivos. Así como, elaborar el modelo conceptual geoquímico de las diferentes zonas geotérmicas.

Determinar la extensión del área de estudio, en base a límites hidrológicos, litológico y estructurales, mediante el uso de fotografías aéreas se identificara zonas permeables e impermeables, delimitación de posibles áreas de recarga con influencia en las zonas geotérmicas.



**Campo:**

Consiste en el muestreo de las manifestaciones geotermales, manantiales, fumarolas, pozas ácidas, gases difusos, así como caracterizar los productos de alteración hidrotermal. Las muestras son enviadas al laboratorio para el análisis químico e isotópico correspondiente, cuyos resultados permitirán inferir las condiciones físico-químicas de los fluidos provenientes del reservorio geotérmico.

Realizar cartografiado hidrogeológico por litología, identificando formaciones geológicas con capacidad de almacenar y transmitir agua subterránea, determinar las áreas de recarga de los campos geotérmicos, y la posible interconexión de los acuíferos superficiales con los profundos, realizar ensayos de infiltración por el método Lefrang para determinar la conductividad hidráulica de los materiales, realizar un inventario de fuentes de agua subterránea aledaños a los campos geotérmicos, identificación de puntos para la instalación de piezómetros someros como geotermómetros y la delimitación de zonas de recarga y descarga de fuentes de agua subterránea.

### 8.3 Área de Geofísica

Los estudios geofísicos son un apoyo indispensable para un mejor conocimiento de la estructura interna de la tierra. Mediante la geofísica se miden una serie de propiedades de las rocas con el fin de establecer, de manera indirecta y desde la superficie, la estructura del subsuelo hasta varios kilómetros de profundidad. El estudio se basa en anomalías y contraste de las propiedades magnéticas, eléctricas, de densidad que tienen relación con el contenido de agua y la composición de las rocas. Las variables físicas que son de interés para la exploración geotérmica son:

- Gravimetría: variaciones de la densidad de las rocas.
- Magnetometría: variaciones de la susceptibilidad magnética de las rocas.
- Magnetotelúrica: método pasivo para medir variaciones de la conductividad y resistividad eléctrica de las rocas.
- Geoelectrica: sondeos eléctricos verticales. Método activo para medir variaciones de la conductividad o resistividad del subsuelo a profundidades menores que la magnetotelúrica.
- Sísmica (pasiva o activa): mide variaciones de velocidad de propagación de ondas elásticas.
- Prospección térmica. Mide el gradiente o variación de temperatura del subsuelo con respecto de la profundidad.

Dentro de los trabajos a realizar en el área de geofísica se muestran a continuación en las dos fases:

**Gabinete:**

Recopilación y procesamiento de información regional existente (vuelos de geofísica aerotransportada, anomalías regionales de Bouguer y gravimetría de satélite, etc.). En esta fase también se definen los métodos de aplicación y el personal técnico necesario para el trabajo de campo.

Asimismo, se trazan las líneas y definen las estaciones donde se tomarán las respectivas medidas.

En la fase de post campo se realiza el procesamiento de la data de campo donde se incluye el modelamiento geofísico e interpretación de los datos que genera un modelo Geofísico Conceptual del Campo Geotérmico.

**Campo:**

Está enfocado a la adquisición y control de calidad de los datos por los métodos de:

- a. Tomografía eléctrica profunda **ERT**
- b. Sondajes eléctricos verticales **SEVS**
- c. Polarización Inducida **IP**



- d. Magnetometría. **MAG**
- e. Conductividad térmica
- f. Gravimetría. **GRAV**
- g. Electromagnético en Dominio de Tiempo **TDEM**.
- h. Medidas de Susceptibilidad Magnética
- i. Método Magneto telúrico **MT**.
- j. Métodos Sísmicos activos y pasivos

#### **Evaluación integral de los estudios de exploración superficial**

En esta etapa se integra la información de los estudios geológicos, hidrogeológicos, geoquímicos y geofísicos, para elaborar un modelo geotérmico integrado inicial, cuya finalidad principal es la ubicación de los pozos exploratorios profundos. En la elaboración de este modelo se incluye la geología regional y local, poniendo énfasis en la vulcanología y la geología estructural, la descarga natural de calor, la información geoelectrónica, magnetométrica y gravimétrica, la hidrogeología y la geoquímica de las manifestaciones superficiales. El uso de sistemas de información geográfica es de gran ayuda para integrar la información.

Asimismo, con los resultados obtenidos por cada especialidad y basado en la clasificación de las manifestaciones por rangos de temperatura geotermométrica, se realiza la estimación del potencial geotérmico mediante el método volumétrico expresado en mega watt eléctrico (MWe). También se establece el nivel de riesgo exploratorio que en función de este se propondrá otros estudios con el fin de reducir el riesgo exploratorio.

#### **8.4 Área de Laboratorio de Geotermia**

El laboratorio brindará servicio de análisis isotópicos, fluidos geotérmicos y análisis de rocas. El objetivo del CEIG es contar con un laboratorio certificado y acreditado cuyos resultados emitidos sean confiables y pueda competir a nivel nacional e internacional. Para lo cual, se realizará la adquisición de sofisticados instrumentos con cooperación técnica internacional y con recursos propios. El laboratorio será utilizado por investigadores y estudiantes del CEIG, instituciones colaboradoras y también por la comunidad geotérmica internacional. Esta nueva infraestructura analítica, además de marcar un cambio radical en la obtención de datos geoquímicos e isotópicos, impactará en la formación de estudiantes de pre y post grado con experiencia práctica en laboratorios de punta.

#### **8.5 Área de Comunicación y Difusión**

En esta área se desarrollarán y fortalecerán capacidades, actitudes y habilidades de comunicación a fin de buscar nuevas estrategias para relacionarse con las comunidades y evitar los conflictos sociales. Para tal fin se preparan materiales didácticos de difusión como: trípticos, folletos, afiches, maquetas, videos, etc.

El Área de Difusión del CEIG tiene como objetivo compartir e inspirar a la comunidad con el conocimiento generado por los investigadores del Centro en torno a los campos geotermiales. Para ello, realizaran eventos programas y eventos que promuevan a la energía geotérmica como un recurso sostenible, amigable y competitivo para el país.

### **9 PERSONAL Y PRESUPUESTO**

El personal del CEIG estará conformado por personal técnico y científico del INGEMMET en sus diversas modalidades de contrato contractuales. En consecuencia, las remuneraciones u honorarios del personal técnico y científico del CEIG serán cubiertas por el INGEMMET (Anexo 2). Actualmente el Grupo de



Geotermia del INGEMMET está integrado por 4 profesionales según el Plan Operativo Institucional del 2015 aprobado por Resolución de Presidencia N°179-2014-INGEMMET/PCD del 31 de diciembre del 2014. Sin embargo por necesidad de servicio posteriormente se procederá de manera paulatina a la contratación de personal según las metodologías de estudios a llevarse a cabo en el Centro.

## 10 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE GEOTERMIA

El Centro de Investigación de Geotermia operará en la ciudad de Arequipa en las instalaciones del Órgano Desconcentrado de Arequipa, considerará como una zona estratégica debido a varios factores: 1) Las zonas geotérmicas más promisorias del país se localizan en las regiones de Tacna, Moquegua y Arequipa en el sur del Perú asociados a la actividad volcánica, 2) La cercanía desde la ciudad de Arequipa hacia las zonas geotérmicas para su estudio y transporte de muestras (fluidos geotermiales) para su análisis, 3) Disponibilidad de la información vulcanológica del OVI, ya que la actividad volcánica tiene relación directa con la manifestaciones geotermiales.

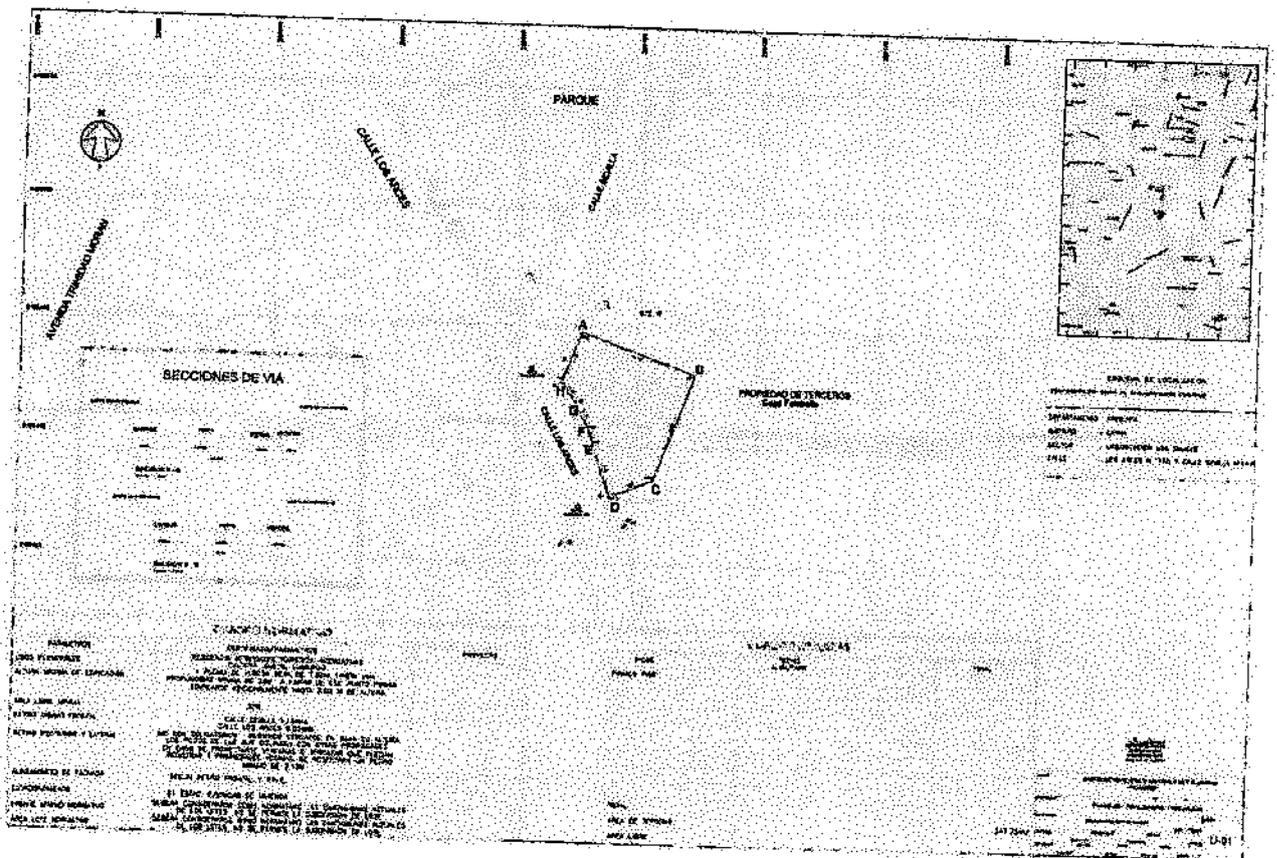
El CEIG funcionará dentro de las instalaciones del Órgano Desconcentrado de Arequipa, sin embargo se requerirá de un espacio considerable para el buen funcionamiento del Centro cuya área no debería ser menor a 200 m<sup>2</sup> debido a las siguientes necesidades:

- Oficinas para trabajo en gabinete que cumplan los requerimientos y espacios correspondientes para tal fin, así como cumplir con la normativa de seguridad y salud en el trabajo.
- Se requiere de stands adecuados para la protección de los equipos de campo.
- Refrigerador para la conservación de algunos consumibles de los equipos portátiles utilizados en los estudios de geoquímica
- Contar con mesas para el estudio de planos, mapas, etc.

Asimismo, se contará con un laboratorio que requerirá de un área considerable y apropiada aproximadamente de 600 m<sup>2</sup>, el mismo que será para dar servicios a los proyectos de vulcanología. Se tiene previsto para el Centro, laboratorios, parqueo, etc., un área aproximada de 1100 m<sup>2</sup>.







Plano de ubicación del futuro local del Órgano Desconcentrado de Arequipa.

### 11 CRONOGRAMA DE PROYECTOS PARA 5 AÑOS

El cronograma para la ejecución proyectos de investigación que el CEIG llevará a cabo por un periodo de 5 años se plasma en el cuadro N° 01, anexo 01 y anexo N°03.

CUADRO N° 01 PROGRAMACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉRMICOS POR ZONAS GEOTÉRMICAS 2015 - 2019

N°	Programación Anual	N° de Áreas Geotérmicas	Regiones	Actividades a Realizar	Requisitos Básicos
1	2015	01	Puno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de manifestaciones geotermales* región Puno</li> <li>• Estudio de la Zona geotermal de Pinaya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brigadas por Campo               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geólogo</li> <li>▪ Geoquímico</li> <li>▪ Hidrogeólogo</li> <li>▪ Geofísico</li> </ul> </li> <li>• Equipos de Campo</li> <li>• Análisis de fluidos Geotérmicos</li> </ul>
2	2016	01	Moquegua	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estudio de la Zona geotermal de Crucero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brigadas por Campo               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geólogo</li> <li>▪ Geoquímico</li> <li>▪ Hidrogeólogo</li> </ul> </li> </ul>



					<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geofísico</li> <li>• Equipos de Campo</li> <li>• Análisis de fluidos Geotérmicos</li> </ul>
3	2017	02	Tacna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de manifestaciones geotermales* región.</li> <li>• Evaluación de la Zona geotermal de Paucarani</li> <li>• Evaluación de la Zona geotermal de Casiri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brigadas por Campo <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geólogo</li> <li>▪ Geoquímico</li> <li>▪ Hidrogeólogo</li> <li>▪ Geofísico</li> </ul> </li> <li>• Equipos de Campo</li> <li>• Análisis de fluidos Geotérmicos</li> </ul>
4	2018	01	Cusco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de la zona geotermal de Chaqueylla y aguas Calientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brigadas por Campo <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geólogo</li> <li>▪ Geoquímico</li> <li>▪ Hidrogeólogo</li> <li>▪ Geofísico</li> </ul> </li> <li>• Equipos de Campo</li> <li>• Análisis de fluidos Geotérmicos</li> </ul>
5	2019	02	Apurímac	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de manifestaciones geotermales*.</li> <li>• Evaluación de la Zona geotermal de Yumire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brigadas por Campo <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geólogo</li> <li>▪ Geoquímico</li> <li>▪ Hidrogeólogo</li> <li>▪ Geofísico</li> </ul> </li> <li>• Equipos de Campo</li> <li>• Análisis de fluidos Geotérmicos</li> </ul>

\*Tipos de manifestaciones, características físico-químicas, parámetros geológicos, económicamente explotable, etc.



## **ANEXOS**

## ANEXO 01. CUADRO DE ACTIVIDADES POR ETAPA

### ETAPA 1 Actividades Generales

Objetivo	Actividad	Meta	Indicador	Resultado	Tiempo	Responsables
Identificar zonas geotérmicas promisorios dentro de una región	Descripción geológico, hidrogeológico, geoquímico y geofísica	Evaluación por regiones	Número de campos geotérmicos de alta entalpía	Modelo conceptual integrado de cada campo geotérmico	5 años	Diana Pajuelo Vicentina Cruz Elmer Zegarra José Carlos Farfán



ETAPA 2 Actividades Específicas

Objetivo	Actividad	Meta	Indicador	Resultado	Tiempo	Responsables
Estudios de Geoquímica						
- Caracterización química e isotópica de las manifestaciones geotérmicas superficiales de la zona de estudio-	Muestreo de fluidos geotérmicos (Aguas termales y frías, gases, fumarolas, etc.)	Evaluación por regiones	Número de campos geotérmicos de alta entalpía	Informe y mapas	5 años	Vicentina Cruz
- Identificación del origen del agua geotermal utilizando isótopos estables (oxígeno-18 y deuterio).	Análisis físico-químico de las muestras					
- Estimación de temperatura del reservorio.						
Estudios de Hidrogeología						
-Realizar estudios hidrogeológicos en campos o áreas geotérmicos.	-Cartografiado hidrogeológico en base al reconocimiento litológico de las formaciones geológicas y estructuras (fallas fracturas diaclasas) condicionante de las surgencias de aguas subterráneas.	Evaluación por regiones	Numero de campos geotérmicos de alta y baja entalpia	Informe hidrogeológico y modelo conceptual del funcionamiento de campos geotérmicos y elaboración de mapas temáticos.	5 años	José Carlos Farfán
-Identificar acuíferos potenciales para su explotación con fines para abastecimiento en etapas de perforación de pozos geotérmicos.	-Inventario, muestreo y medida de parámetros físico-químicos e hidráulicos de fuentes de aguas subterráneas (frías y calientes). Realizar ensayos de infiltración (método de Leifrang) superficial.					
- Determinar las características hidrogeológicas e hidroquímicas de los acuíferos en los campos geotérmicos.	-Determinar niveles piezómetros de campos geotérmicos.					
-Determinar sistemas y unidades de acuíferos de campos geotérmicos identificando áreas de recarga y descarga.	-Caracterización hidrogeológica de las formaciones geológicas, de áreas geotérmicas.					
-Determinar balance hidrológico del área geotérmica						



Estudios de Geología						
- Reconocer las relaciones estratigráficas, edad relativa, la importancia de la actividad tectónica y las zonas de alteración hidrotermal en el campo geotérmico.	- Cartografiado, recolección de datos estructurales e identificación de zonas de alteración hidrotermal a escala 1:25,000.	- Análisis de muestras	Evaluación preliminar por región	Número campos geotérmicos alta entalpia	Informe, modelo geológico conceptual, mapa geológico	5 años
- Estimar la ubicación y profundidad de la fuente de calor, roca reservorio, capa sello y el basamento para el campo geotérmico.						Diana Pajuelo
Estudios de Geofísica						
Definir y caracterizar las propiedades Físicas del Campo Geotérmico.	Adquirir procesar e interpretar datos geofísicos en campos Geotérmicos.	Caracterizar las dimensiones del sistema Geotérmico desde estructuras y propiedades físicas de cada parte del sistema Geotérmico.	Evaluación preliminar por región	Número campos geotérmicos alta entalpia	Informe, modelo geofísico conceptual,	5 años
Generar un modelo conceptual del Sistema Geotérmico.						Francisco Zegarra



## ANEXO 02. PRESUPUESTO

### A. COSTOS INICIALES DEL PERSONAL QUE LABORARÁ EN EL CEIG (1er y 2do Año)

Personal	Pago por Honorarios Profesionales (mensual)	
	Unidad (S/.)	Total (S/.)
01 geólogos especialistas en geotermia	5 000.00	5 000.00
01 especialista en geoquímica de fluidos geotermiales	6 000.00	6 000.00
01 geofísicos especialistas en geotermia	6 000.00	6 000.00
01 hidrogeólogo	5 000.00	5 000.00
01 practicante	1 300.00	1 300.00
01 conductor	2 500.00	2 500.00
01 comunicador	5 000.00	5 000.00
01 secretaria	2 500.00	2 500.00
<b>Monto Total</b>		<b>33 00.00</b>

### B. PRESUPUESTO GENERALIZADO DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS PARA EL CEIG

La incorporación del "presupuesto generalizado de instrumentos y equipos para el CEIG" se realizará de manera anual, el mismo que se incluirá de manera progresiva en los Planes Operativos institucionales de los años 2015, 2016 y 2017.

Especialidades	Gastos de Equipamiento 1er, 2do y 3er Año (S/.)
Geología	200 000.00
Geoquímica	1 000 000.00
Hidrogeología	500 000.00
Geofísica	1 000 000.00
<b>Monto Total</b>	<b>2 700 000.00</b>

### C. PRESUPUESTO GENERALIZADO DE GASTOS CORRIENTES, Y SOFTWARE PARA EL CEIG (Para ejecución de proyectos anuales)

Gastos Generalizados Anual	Especialidades	Total de gastos anuales (S/.)
Gastos Corrientes (incluye Honorarios)	Geología, geoquímica, hidrogeología, geofísica y comunicación-difusión	410 000.00
Software	Geología, geoquímica, hidrogeología, geofísica y comunicación -difusión	13 900.00
<b>Monto Total</b>		<b>423 900.00</b>



D. PRESUPUESTO TOTAL ANUAL (Para ejecución de proyectos)

Año	Gastos personal	Instrumentos y equipos*	Gastos corrientes	Total de gastos anuales (S/.)
2015	399 600.00	300 000.00	423 900.00	1 123 500.00
2016	399 600.00	1 500 000.00	423 900.00	2 323 500.00
2017	519 600.00	500 000.00	423 900.00	1 443 500.00
2018	639 600.00	200 000.00	423 900.00	1 263 500.00
2019	639 600.00	200 000.00	423 900.00	1 263 500.00
TOTAL	2 598 000.00	2 700 000.00	2 119 500.00	7 417 500.00

\* El presupuesto para la adquisición de instrumentos y equipos será cubierto en gran porcentaje por la cooperación científica y técnica nacional e internacional, a través de la interrelación y suscripción de convenios con otras instituciones de investigación geotérmica.

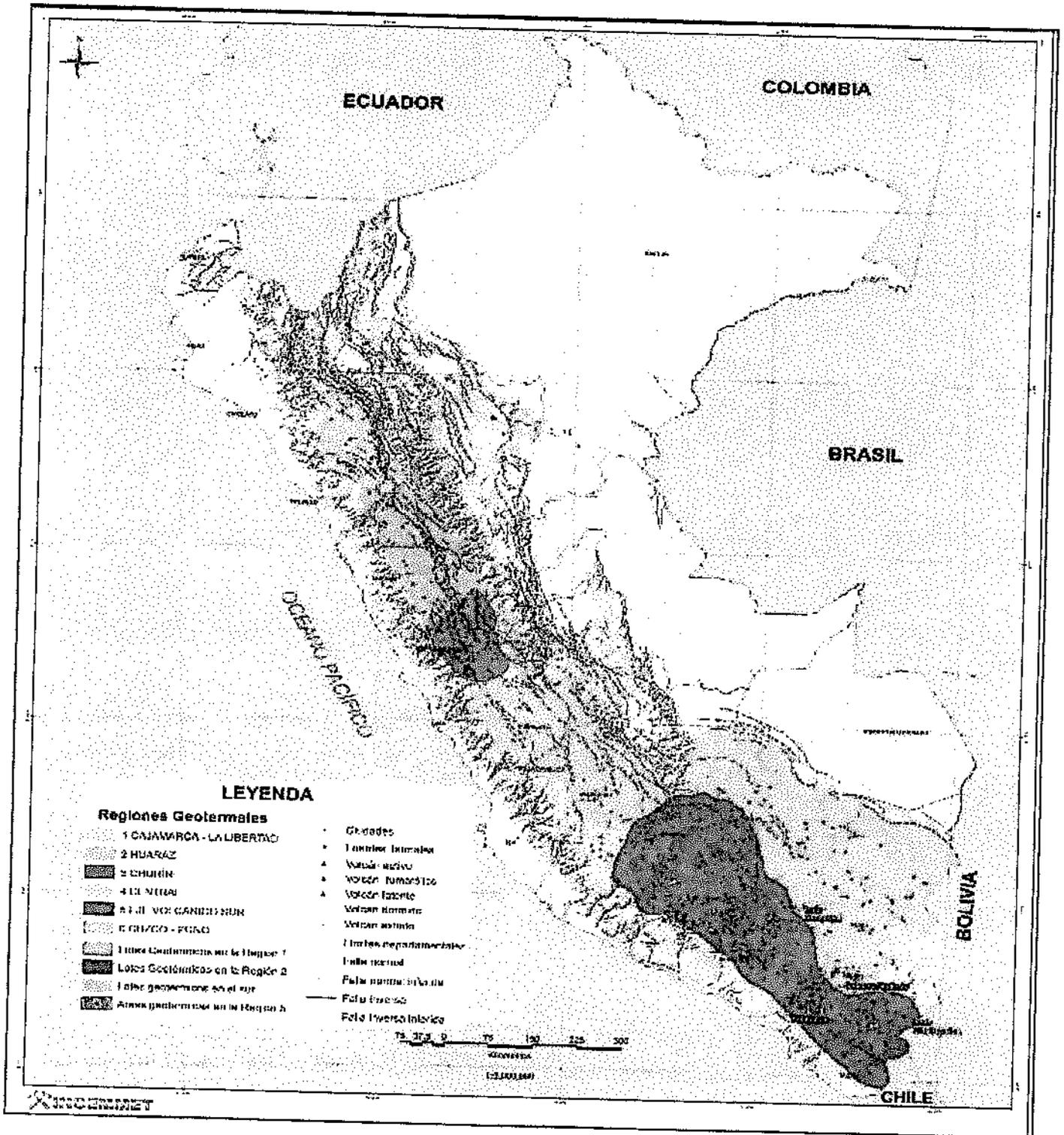


ANEXO 03. CRONOGRAMA PARA 5 AÑOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	Tiempo en Años																			
	2015				2016				2017				2018				2019			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Evaluación de manifestaciones geotermales región Puno																				
Estudio de la zona geotermal de Pinaya																				
Estudio de la zona geotermal de Crucero región Moquegua.																				
Estudio de la zona geotermal de Paucarani y Casiri en la región Tacna.																				
Estudio de la zona geotermal de Chaqueylla y Aguas Calientes en la región Cusco.																				
Estudio de la zona geotermal de Yumire en la región de Apurímac.																				



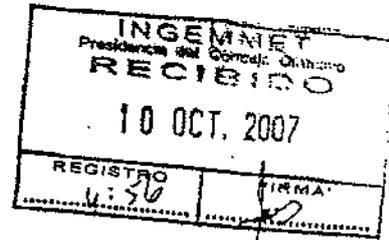
# ANEXO 04. MAPA DE REGIONES GEOTERMALES DEL PERÚ





MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Lima, 10 OCT. 2007



OFICIO N° 1687 -2007-MEM/DM

Señor  
**JAIME CHAVEZ-RIVA GALVEZ**  
Presidente del Consejo Directivo  
INGEMMET  
Presente.-

Asunto: Estudios Geotermales

De mi consideración:

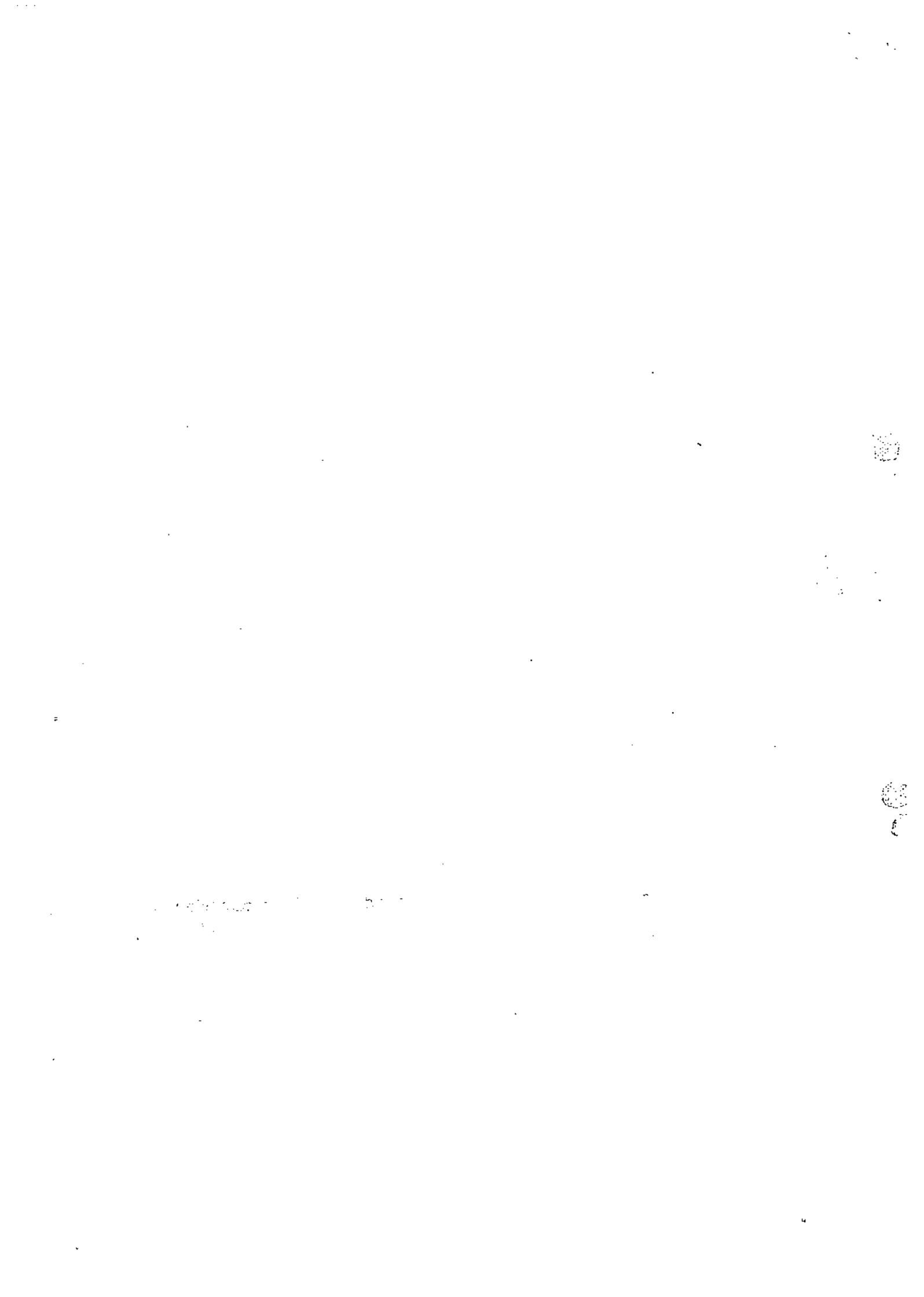
Es grato dirigirme a usted, con relación al "*Memorando de Entendimiento sobre las posibilidades de asistencia para el desarrollo geotermal en el Perú*", suscrito el 07 de febrero de 2007 entre el Ministerio de Energía y Minas y el Japan Bank for International Cooperation (JBIC), cuya copia se acompaña, así como a las acciones y estudios que se derivan de dicho documento.

Al respecto, una de las acciones que el Ministerio ha emprendido ha sido presentar a JICA una solicitud de cooperación técnica internacional, cuya copia también se adjunta al presente, para la elaboración del "*Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotermal en el Perú*". Dicho Plan se constituirá en el documento que servirá de guía de las acciones que debe tomar el Estado para desarrollar el potencial de recursos geotérmicos, con la finalidad de ser aprovechados para la generación de energía eléctrica.

En ese contexto, el INGENMET está participando en la recolección y sistematización de información de estudios realizados con anterioridad para identificar aprovechamientos con potencial geotermal susceptible de ser explorados y explotados con fines de producción de energía eléctrica, mientras que el Ministerio se encuentra gestionando ante la JBIC una cooperación técnica no reembolsable, con la finalidad de iniciar estudios de pre factibilidad de los lotes geotermales de Borateras y Calientes, localizados en Tacna, donde los técnicos de INGENMET participarán, como contraparte peruana, junto a expertos de Japón en los estudios de investigación de campo, cuya fecha de inicio se estima será los primeros días del mes octubre próximo.

En tal sentido, es de vital importancia para alcanzar los objetivos del Sector que se lleven a cabo todas las acciones que sean necesarias para disponer oportunamente de los instrumentos que le permitan al Estado impulsar el







MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

desarrollo de la energía geotermal, razón por la cual estimo que es conveniente que el INGEMMET incremente su participación mediante el desarrollo de las actividades de exploración geotérmica, en el marco de la Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento, así como en el marco de la cooperación técnica internacional destinada al desarrollo de la energía geotermal en nuestro país.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

JUAN VALDIVIA ROMERO  
Ministro de Energía y Minas



9  
C

9

Memorandum of the Seminar on the possibilities of assistance  
for the geothermal development in Peru

Lima, the Republic of Peru

February 7<sup>th</sup>, 2007

1. The mission of Japan Bank for International Cooperation (JBIC) held a Seminar on its study on the possibilities of developing the geothermal power plant in Peru on February 6<sup>th</sup>, 2007, with the participation of various representatives of institutions of the Government of Peru, including among others, the Ministry of Energy and Mines (MEM), the Ministry of Economy and Finance (MEF), Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), Regional Government of Tacna and the National Environment Fund (FONAM).
2. The Seminar was composed of three sessions; Session 1 on the background of the geothermal energy, Session 2 on the present situation of the geothermal development in Peru and Session 3 on the preliminary proposal for the subsequent geothermal development in Peru.
3. JBIC representative stressed on the importance of the Government's participation in the initial stage of geothermal development in order to reduce the total cost of geothermal power development and operation, which can be considered as the mitigation of risk of initial stages of the geothermal resource development. Both sides decided to sign a memoranda to point future activities to impulse geothermal development in Peru.
4. The Peruvian side expresses their concurrence on the importance of geothermal resources within the energy mix of Peru, as well as on the importance of the public sector participation as it was pointed out during the seminar.
5. The Peruvian side is very interested to further proceed the present state of development of geothermal energy into subsequent steps, first of which would be a request for non-reimbursable support from JBIC for deepening of Pre- Feasibility Studies on the geothermal fields whose development stages are most advanced and subsequently proceeds to their Feasibility Studies under reimbursable financial assistance form JBIC. The JBIC representative expresses that they do their best



effort for the Peruvians to obtain those financing.

6. In order to proceed further the process of development, MEM will create a coordination team for the pilot project and the geothermal Master Plan. The Peruvian side also expresses that based upon the result of the above mentioned studies, they will consider whether or not they should go into the materialization of the pilot projects on those fields.
7. The Peruvian side expresses their intention to request JICA the elaboration of a Master Plan that include capacity building of human resources related to geothermal development.



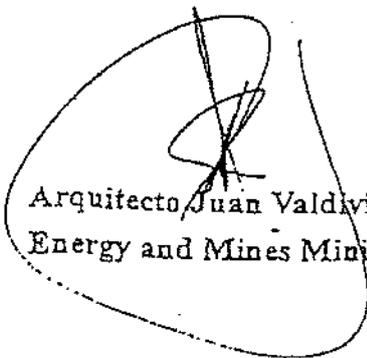
For

The Japan Bank for International  
Cooperation (JBIC)

For

The Ministry of Energy and Mines

72 72 } =  
Hitoshi Shoji  
Deputy Director General  
Development Assistance Department IV

  
Arquitecto Juan Valdivia Romero  
Energy and Mines Minister



**Memorando de entendimiento sobre las posibilidades de  
asistencia para el desarrollo geotermal en el Perú**

- 1.- La misión del Japan Bank for International Cooperation (JBIC) desarrolló en Lima un Seminario el 6 de febrero de 2007 para evaluar las posibilidades de potenciar el desarrollo de plantas geotérmicas en el Perú, con la participación de representantes de diversas instituciones del Estado Peruano, entre las que se cuentan al Ministerio de Energía y Minas (MEM), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), El Gobierno Regional de Tacna y el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM).
- 2.- El Seminario se desarrolló en tres sesiones: Sesión 1, sobre la energía geotermal; Sesión 2, sobre la situación actual del desarrollo geotermal en el Perú; y, Sesión 3, sobre la propuesta preliminar para el subsiguiente desarrollo geotermal en el Perú.
- 3.- Los representantes de JBIC expresaron la importancia de la ~~participación~~ del Estado Peruano en la etapa inicial del desarrollo geotermal para reducir el costo total del desarrollo y operación de la energía geotermal, acción que puede ser considerada beneficiosa para mitigar el ~~riesgo~~ de las etapas iniciales del desarrollo del recurso geotermal. Ambas partes decidieron firmar un memorando de entendimiento para establecer futuras actividades para impulsar el desarrollo geotermal en el Perú.
- 4.- La parte peruana expresa su coincidencia sobre la importancia del recurso geotermal en la diversificación de la matriz energética del Perú, así como la importancia de la participación del Sector Público.
- 5.- En la actualidad, el Estado Peruano está muy interesado en continuar con el desarrollo de las siguientes etapas, la primera de las cuales sería presentar una solicitud de asistencia financiera no reembolsable del JBIC para profundizar los estudios de prefactibilidad de los campos geotérmicos con mayor desarrollo y subsecuentemente proceder a sus estudios de factibilidad mediante asistencia financiera reembolsable de JBIC. Los representantes de JBIC expresan que ellos harán su mejor esfuerzo para que el Estado Peruano obtenga estos financiamientos.
- 6.- A fin de proceder con mayores posibilidades la parte peruana establecerá un equipo de coordinación para el Proyecto Piloto y el Plan Maestro Geotermal. El lado peruano expresa que, basado en los resultados antes mencionados, considerará si continúa o no en la materialización de los proyectos pilotos de estos campos geotermiales.

- 7.- El lado peruano expresa su intención de presentar una solicitud a JICA para la elaboración del Plan Maestro, que incluya el desarrollo de capacidades del recurso humano relacionado al recurso geotermal.

Lima, 7 de febrero de 2007

Por

Por

The Japan Bank for International Cooperation (JBIC) ~~El~~ Ministerio de Energía y Minas

Hitoshi Shoji  
Deputy Director General  
Development Assistance Department IV

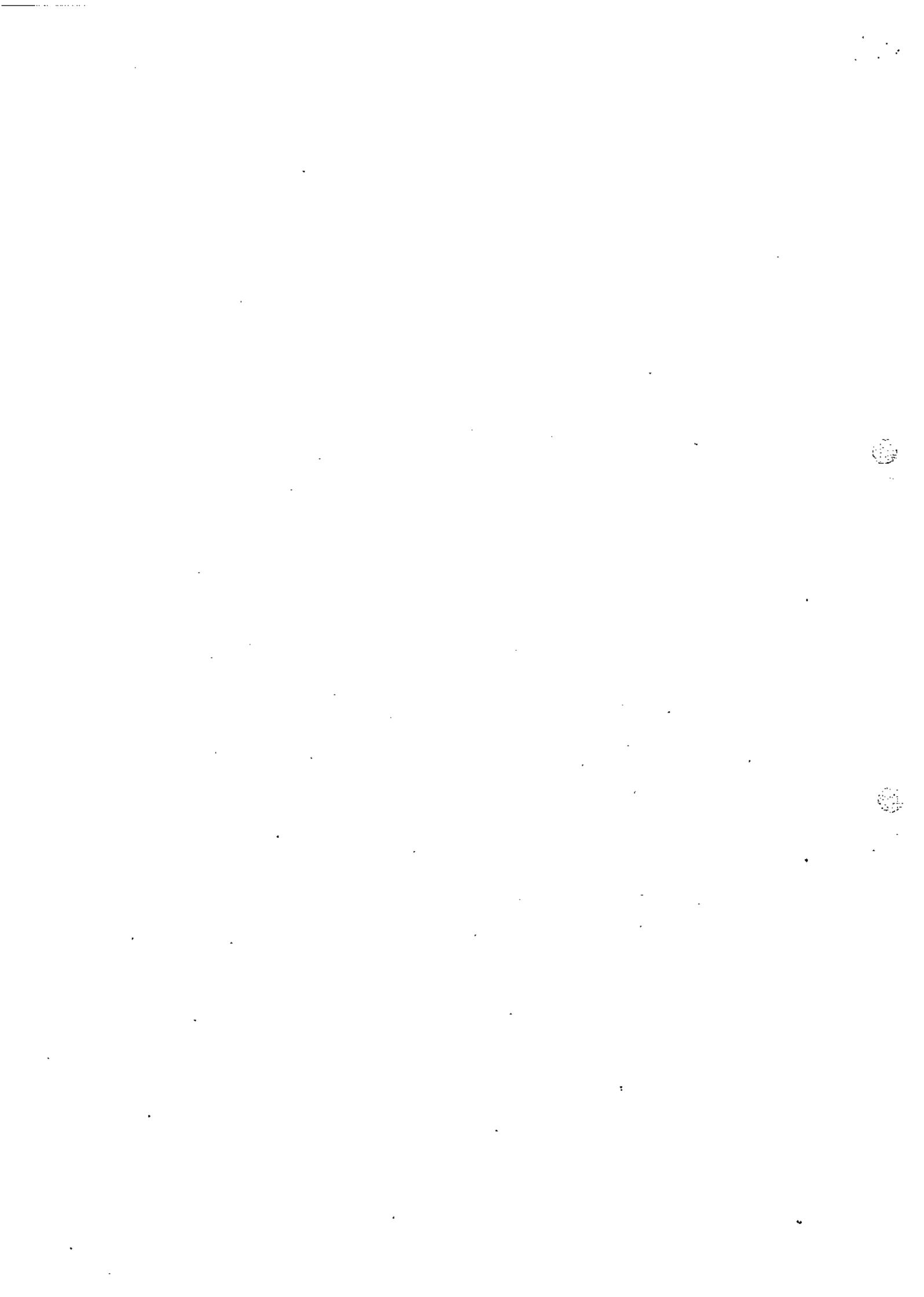
Arquitecto Juan Valdivia Romero  
~~Ministerio de Energía y Minas~~

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS  
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

SOLICITUD A JICA  
PARA LA ELABORACION DEL  
PLAN MAESTRO PARA EL  
DESARROLLO DE LA ENERGIA  
GEOTERMAL EN EL PERU

LIMA, JUNIO DE 2007





# SOLICITUD PARA LA ELABORACION DEL PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGIA GEOTERMAL EN EL PERU

FECHA DE SOLICITUD: 7 de Junio del 2007

SOLICITANTE: El Gobierno del Perú - Ministerio de Energía y Minas -  
Dirección General de Electricidad

## I. RESUMEN DEL PROYECTO

Elaborar el estudio del "*Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotermal en el Perú*" que permita diseñar la estrategia para el desarrollo futuro de la industria geotermal en el Perú.

### i. NOMBRE DEL PROYECTO

- o Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotermal en el Perú"
- o Geothermal Energy Development Master Plan for Peru

### ii. UBICACIÓN

El trabajo de gabinete será desarrollado principalmente en la ciudad de Lima, en la sede del Ministerio de Energía y Minas, y el trabajo de campo en la zona sur del Perú (lote geotermal de Challapalca)

La ubicación de los campos está a 2 horas de vuelo desde Lima a la ciudad de Tacna y de allí a 5 horas por carretera.

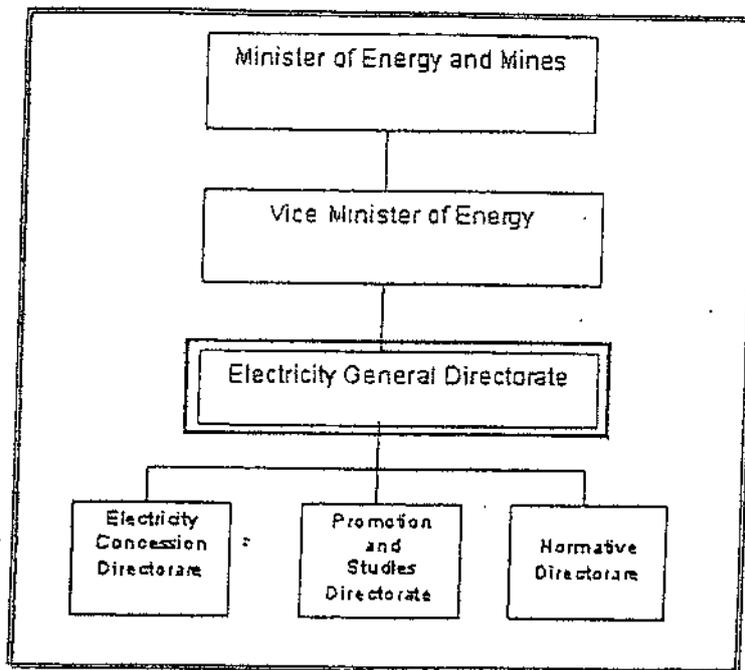
### iii. AGENCIA DE IMPLEMENTACION

Nombre de la Agencia: DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD

Cantidad de Personal de la Agencia: 25 personas

Presupuesto asignado a la Agencia: en el 2007 se tiene asignado la suma de S/: ..... equivalente a US\$ ..... al tipo de cambio de S/: ..... por 1 US\$ dólar americano

## Organigrama y departamento responsable del estudio



### iv. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Atraer las inversiones para la exploración y explotación de la energía geotermal con fines de producción de energía eléctrica.

Diversificar la oferta energética del país, especialmente con fuentes de energía renovables como la geotermia y sustituir combustibles líquidos.

#### - Condiciones presentes del sector:

El Perú cuenta con un marco legal básico para el desarrollo de la industria geotermal. En el año 1997, el Gobierno Nacional promulgó la Ley 26848 "Ley Orgánica de los Recursos Geotermicos" y el año 2007 aprobó el Reglamento de dicha Ley.

#### - Política de desarrollo sectorial del gobierno nacional/local

La política de desarrollo del Gobierno nacional en el Subsector energía tiene como objetivos promover el desarrollo y uso de los recursos energéticos de manera racional, eficiente y competitiva, en un contexto de descentralización y desarrollo regional, priorizando la inversión privada, la satisfacción de la demanda, así como promover la preservación del ambiente, por parte de las empresas energéticas y mineras y fomentar las relaciones armoniosas entre las empresas del sector, los consumidores y la sociedad civil el empleo.



En ese sentido el Ministerio de Energía y Minas a través de sus órganos de línea está encargado de fomentar el aprovechamiento y desarrollo de los recursos energéticos renovables procurando adoptar y desarrollar nuevas tecnologías para su utilización.

**-Problemas a ser resueltos en el sector**

La alta dependencia y concentración de las hidroeléctricas para el suministro de energía eléctrica a lo que se le suma la creciente dependencia del gas natural, sin que las fuentes de energía renovables como la energía geotermal, de la cual hay evidencias superficiales de su gran potencial, tengan participación.

La congestión en la capacidad de las Líneas de Transmisión que unen los sistemas eléctricos del Perú, especialmente entre la Zona Sur y Centro. Al existir una fuente de energía geotermal importante en la zona sur, donde se ubican importantes centros de producción minera con altas demandas eléctricas, se disminuiría la congestión de las Líneas.

Se carece de institucionalidad y de personal profesional de diversas especialidades entrenado y capacitado en las etapas de exploración, investigación y explotación del recurso geotermal.

Completar la normatividad para atraer las inversiones, minimizar el riesgo de estas en la fase de exploración y medidas para incentivar el acceso de inversionistas en la etapa de explotación.

**- Breve descripción del Proyecto:**

El Plan Maestro para el desarrollo de la Energía Geotermal en el Perú se constituirá en el documento que servirá de guía de las acciones que debería tomar el Estado Peruano para desarrollar el potencial de recursos geotérmicos, con la finalidad de ser aprovechados para la generación de energía eléctrica.

**- Propósito del Proyecto (objetivo a corto plazo)**

Desarrollar capacidades, consistente en entrenar personal profesional de diversas especialidades (ingenieros, economistas y abogados) para que desarrollen habilidades en las etapas de exploración y explotación del recurso geotermal, con fines de producción de energía eléctrica.

Revisar y actualizar los estudios realizados sobre el inventario del potencial de recursos geotérmicos, con fines de producción de energía eléctrica.

Determinar el impacto económico, social y ambiental que el desarrollo de la industria geotermal tendrá a nivel local, regional y nacional y proponer medidas de mitigación y/o adaptación para superar los impactos negativos y maximizar los impactos positivos.

Determinar las barreras políticas, sociales, ambientales y legales que dificultan el desarrollo de la industria geotérmica, con fines de producción de energía eléctrica, para proponer las medidas para superarlas.

Seleccionando los campos o Lotes geotermiales con mayor potencial para su desarrollo.

**- Meta del Proyecto (objetivo a largo plazo)**

Atraer las inversiones que permitan al Sector una toma de decisiones para la explotación del recurso geotermal con fines de producción de energía eléctrica.

Desarrollar, a nivel institucional de profesionales de diversas disciplinas (ingenieros, economistas y abogados) experiencias y habilidades para la exploración, la investigación y la explotación del recurso geotermal, con fines de producción de energía eléctrica.

Contar con una participación importante de centrales de generación eléctrica que operen con energía geotermal,

**- Beneficiarios previstos**

Se tiene previsto beneficiar a 26 millones de habitantes que viven en el área de influencia del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional-SEIN. Principalmente debido a un incremento de la demanda futura de electricidad, sustentado en el crecimiento económico presente y futuro del país, tanto en el corto como en el mediano plazo

**-La prioridad del Proyecto en el Plan de Desarrollo Nacional / Programa de Inversión Pública**

En el Plan de Desarrollo Nacional un objetivo Sectorial es diversificar la Matriz Energética, haciendo que esta no dependa en gran medida de la energía hidráulica o térmica, sobre todo en esta última, que origina en la balanza de pagos la salida de divisas por la importación de petróleo.

En la Ley 28749 "Ley General de Electrificación Rural" (2006.07.01) establece el marco normativo para la promoción y el desarrollo eficiente y sostenible de la electrificación de zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país. En la primera disposición final, Recursos Energéticos Renovables, indica que se debe dar prioridad al aprovechamiento y desarrollo de los recursos energéticos de origen solar, eólico, geotérmico, hidráulico y biomasa.



v. TIEMPO DESEABLE PARA EL INICIO DEL PROYECTO:

Mes de Agosto del año 2008

vi. FUENTE ESPERADA DE FINANCIACION Y/O ASISTENCIA (INCLUYENDO ORIGEN EXTERNO) PARA EL PROYECTO,

Se espera contar con recursos del JICA del Japón y con recursos de contrapartida, además del apoyo de infraestructura y de personal de contraparte.

vii. OTROS PROYECTOS RELEVANTES

Con la Cooperación Técnica Internacional de JICA, se está elaborando el proyecto denominado "Plan Maestro de Electrificación con Energías Renovables" (Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y Fotovoltaicas), orientado a satisfacer la demanda de energía eléctrica de los sistemas aislados, rurales y de frontera del país.

Adicionalmente, con recursos del Banco Mundial se elaborará el Atlas Eólico del Perú, así como el Atlas Hídrico del potencial hidroeléctrico nacional, los cuales en su oportunidad, se convertirán en poderosas herramientas sectoriales para la toma de decisiones

II. TERMINOS DE REFERENCIA DEL PLAN MAESTRO

i. ANTECEDENTES

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, está desarrollando el acopio, ordenamiento y sistematización de información de los estudios realizados en el pasado para la identificación de aprovechamientos con potencial geotermal susceptible de ser explorados y explotados para la construcción de centrales geotermales, con fines de producción de energía eléctrica.

El Ministerio de Energía y Minas esta gestionando ante el Japan Bank Internacional for Cooperation-JBIC, una cooperación técnica no reembolsable con la finalidad de iniciar los Estudios de Pre Factibilidad de dos Lotes geotermales ubicado en la zona sur del Perú.

ii. NECESIDAD/JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

El Ministerio de Energía y Minas carece de un Plan Maestro o Plan Estratégico, para impulsar el uso de la energía geotermal con fines de producción de energía eléctrica, que permita con criterio técnico y económico mejores tomas de decisiones sectoriales. Además, que clarifique el conocimiento de las acciones de corto, mediano y largo plazo deben realizarse en el campo legal, promotor y normativo, para



atraer las inversiones para el desarrollo de la industria geotermal, con fines de producción de energía eléctrica.

### iii. NECESIDAD / JUSTIFICACION DE LA COOPERACION TECNICA JAPONESA

El Ministerio de Energía y Minas en el pasado reciente ha recibido en el área de la electrificación rural tanto cooperación financiera como cooperación técnica japonesa, que permite al sector estar familiarizado con los procedimientos establecidos en los Guide Lines de las instituciones del Japón.

La experiencia internacional de expertos del Japón en el desarrollo de la energía geotermal, en sus diversas etapas de exploración, investigación, explotación y asesoría para la elaboración de estudios estratégicos para el desarrollo de la energía geotermal.

### iv. OBJETIVO DEL PLAN MAESTRO

El objetivo principal del Plan Maestro para el desarrollo de la energía geotermal en el Perú es proponer al Ministerio de Energía y Minas las líneas de acción más importantes y recomendables para atraer las inversiones en la exploración y explotación de los recursos geotérmicos del país, y dar a conocer a los inversionistas oportunidades de inversión en campos geotérmicos que pueden ser aprovechados para la producción de energía eléctrica.

### v. AREA A SER CUBIERTA POR EL PLAN MAESTRO

La zona sur del país, en especial la zona de Tacna donde se ubica el Lote de Challapalca. Ver mapa inserto en el literal ii. del numeral III. del presente documento. Mayor detalle en el Anexo B.

### vi. EXTENSION DEL PLAN MAESTRO

El estudio del Plan Maestro deberá contemplar el siguiente esquema:

#### *Antecedentes y Objetivos del Plan*

##### *Antecedentes del Estudio*

De la solicitud de Cooperación Técnica  
Objetivo del Estudio  
Descripción General

#### *Visión General del Perú*

##### *Economía*

Situación económica del Perú  
Situación económica de los centros poblados  
Objetivo (Rural)



*Antecedentes Sociales del Perú*

Situación social del Perú

Situación social de los centros poblados objetivos

*Condiciones actuales para el desarrollo de la Energía Geotermal*

Marco legal

Planes de desarrollo (Plan Referencial de Electricidad para la expansión de la generación y transmisión en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional-SEIN y Plan Nacional de Electrificación Rural)

*Situación Actual del Sector Energía*

Política energética y organización administrativa

Balance Nacional de Energía

Situación actual y problemas de las instalaciones de energía existentes

Formación de los precios y las tarifas de electricidad

*Situación Actual y Problemas de Suministro Eléctrico en el SEIN*

Situación actual

Condiciones actuales y problemas de instalaciones de suministro de energía

Demanda de energía y sistema tarifario

Necesidades socio económicas

*Planes de Captación de Recursos Económicos para la Energía Geotermal y Movimiento de las Agencias Donantes Internacionales*

Planes de desarrollo de generación de energía eléctrica y donantes

Desarrollo de programas de generación de con fuentes de energía renovable

Movimiento de las agencias donantes internacionales

*Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotermal*

*Introducción*

*Estudio de Mercado*

Identificación de localidades con prospección geotérmica

Evaluación socio económica de los centros poblados cercanos a Lotes geotermiales

Pronóstico de la demanda



### *Pronóstico de la Oferta*

Identificación de los recursos naturales existentes  
Alternativas de uso de la oferta para el suministro de energía  
Equipamiento (tecnologías) apropiadas en base a las alternativas de uso de la oferta

### *Pronóstico de la Demanda*

Estimado de la demanda de energía eléctrica  
Pronóstico de la demanda de energía

### *Protección Ambiental*

Marco legal  
Recomendaciones sobre protección ambiental

### *Análisis Económico y Financiero*

Análisis económico  
Evaluación por etapas  
Sostenibilidad de los proyectos

### *Programas de Inversión y Esquemas de Financiamiento*

### *Inventario de Estudios del Potencial Geotermal*

Estudios desarrollados de áreas con potencial geotérmico  
Localización de los Lotes con potencial  
Características técnicas de los Lotes con potencial  
Nivel de los estudios

### *Desarrollo de Capacidades*

Diagnóstico del personal profesional y requerimientos de capacitación y entrenamiento  
Identificación de laboratorios y requerimientos para su reforzamiento

### *Identificación de Barreras*

Barreras políticas, legales, sociales, económicas y ambientales medidas de mitigación, adecuación, financiamiento

### *Impactos nacional y por regiones*

Impactos económicos, sociales, y ambientales  
Medidas de mitigación y adecuación

### *Selección de campos con Potencial*

Evaluación de las áreas estudiadas  
Recomendación de continuación de áreas más promisorias



## *Conclusiones y Recomendaciones*

### vii. CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

Se estima que el periodo del estudio será de 1 año

### viii. RENDIMIENTO PRINCIPAL ESPERADO

Contar con la información necesaria para tomar las decisiones más convenientes para el desarrollo del recurso geotermal, con fines de producción de energía eléctrica.

### ix. POSIBILIDAD DE SER IMPLEMENTADO / RECURSOS DE FINANCIACION ESPERADOS

Las posibilidades que el gobierno tiene para la ejecución del estudio son altas, razón por la cual el personal de contraparte ya se encuentra como tal dentro de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas.

El Ministerio de Energía y Minas programará los recursos financieros necesarios de contraparte, con los fondos del Tesoro Público.

### x. SOLICITUD A OTRAS AGENCIAS DONANTES

La ejecución del presente Estudio denominado "Plan Maestro para el Suministro de Energías e Zonas Rurales por Medio de la Energía Renovable en el Perú" no ha sido solicitada a ninguna otra fuente de cooperación técnica

### xi. OTRA INFORMACION RELEVANTE

Ninguna

## III. FACILIDADES DE INFORMACION PARA EL ESTUDIO

- i. Personal de contraparte designado de la agencia de implementación para el Estudio: (cantidad, antecedentes académicos, etc.)

El INGEMMET y el Instituto Geofísico del Perú-IGP, cuentan con profesional altamente calificado en las ramas de ingeniería: geología, geoquímica y geofísica.

La Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas a la fecha cuenta con ingenieros seniors y juniors electricistas, mecánicos electricistas y abogados con experiencia.

- ii. Datos, información, documentos, mapas, etc. Disponibles relacionados con el estudio (lista)

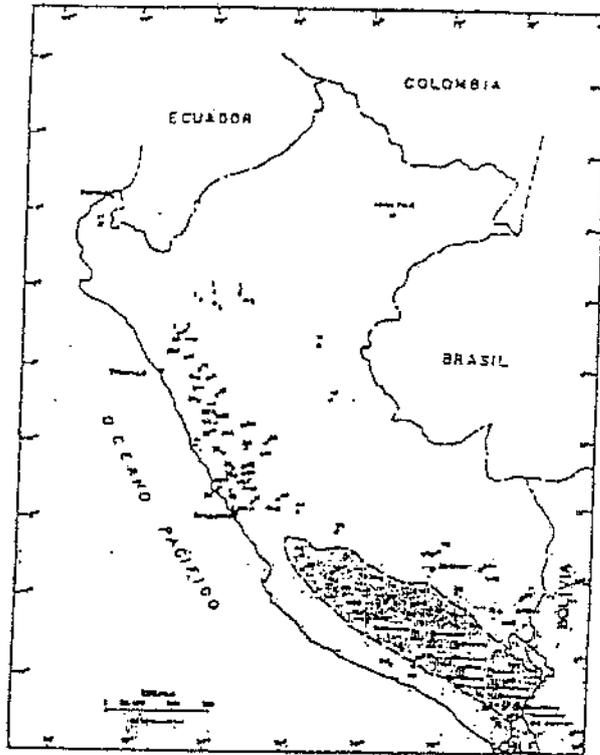
#### Estudios

1. Instituto de Investigaciones Eléctricas de México, División Fuentes de Energía, Unidad de Geotermia. Estudio de Pre-Factibilidad del proyecto Geotérmico Tutupaca del Perú, Informe Técnico Final. 1997.
2. Instituto de Investigaciones Eléctricas de México, División Fuentes de Energía, Unidad de Geotermia. Estudio Geológico y Estructural sobre el Potencial Geotérmico del Área del Lote Tutupaca en el Sur del Perú, Departamento de Geotermia, 1996.
3. Instituto de Investigaciones Eléctricas de México, División Fuentes de Energía, Unidad de Geotermia. Análisis de Información Geoquímica de Zonas Geotérmicas en el Sur Este de la República del Perú, 1996.
4. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Desarrollo del proyecto Geotérmico y Avances logrados en el Perú, Dirección de Geología Regional. 1996.
5. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Evaluación de Zonas Hidrotermales en las Pampas de Kallapuma y Alrededores (Convenio PET - INGEMMET), 1995.
6. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET). Estudio Geovolcanológico e Inventario Sistemático de Manifestaciones Geotermiales del Lote Tutupaca, Inducción, Geología, Regional y Geología del Lote Tutupaca, Electro Perú S.A., 1994.
7. Estado Actual de la Geotermia en el Perú, Guillermo Díaz, Junio 2005.
8. CENERGIA. Proyecto Geotérmico Sur Este, Estudio de Reconocimiento, Región Geotérmica VI Cusco - Puno. 1995.

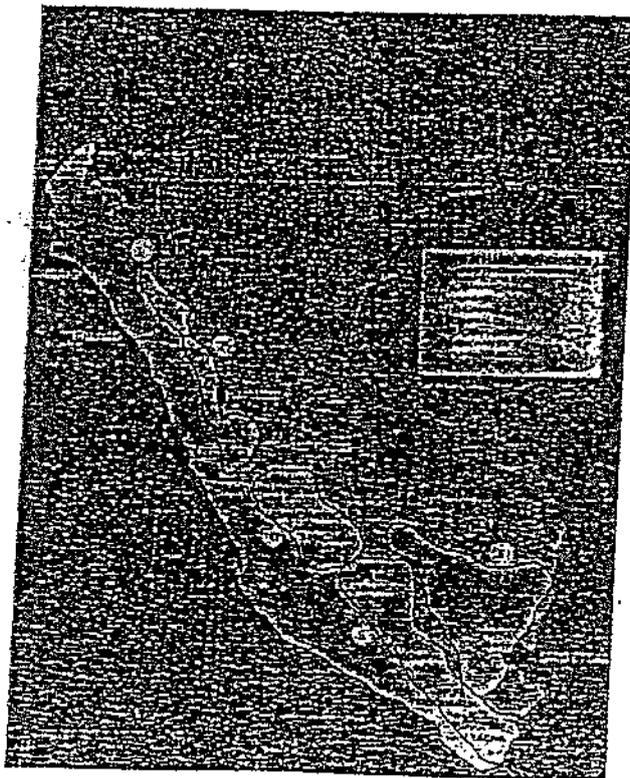


Mapas

Mapa de inventario de fuentes termales, Electro Perú



Mapa de regiones geotérmicas de mayor interés, INGEMMET - OLADE



- iii. Información de las condiciones de seguridad en el Área de Estudio.

El estudio se desarrollara básicamente dentro de las instalaciones del Ministerio de Energía y Minas en un aproximado del 70 del tiempo y el 30% restante en aquellas áreas que no sean de riesgo para los expertos japoneses tales como Tacna y Moquegua y, eventualmente, Arequipa, Puno y/o Cuzco.

#### IV. ASUNTOS GENERALES (MEDIO AMBIENTE, GENERO, POBREZA)

##### (1) Componentes ambientales

Fomentar la mitigación de la emisión de Gases de Efecto Invernadero, pues se trata de un tipo de energía renovable, pues tiene un componente ambiental ya que desplazaría a una oferta de energía convencional (Fósil).

##### (2) Impactos ambientales previstos (tanto naturales como sociales) del Proyecto, si los hubiera

No se tiene previsto ningún impacto ambiental negativo por el desarrollo del Estudio, ni tampoco se prevé impacto ambiental negativo en el desarrollo del proyecto por tratarse la energía geotermal de una fuente de energía limpia

##### (3) Mujeres como beneficiarias principales o no

Al tratarse del suministro de energías renovables, el componente de mujeres beneficiarias como consecuencia del proyecto es alto ya que se trata de mejorar las condiciones de vida de las familias rurales

##### (4) Componentes del proyecto que requieren consideraciones especiales para mujeres (tales como diferencia de géneros, el papel específico de las mujeres, participación de las mujeres), si los hubiera.

El componente de entrenamiento en operación y mantenimiento es sumamente importante dado que son ellas quienes mayormente permanecen en los hogares rurales.

##### (5) Impactos previstos sobre las mujeres causados por el Proyecto, si los hubiera.

Ninguno



(6) Componentes de alivio a la pobreza del Proyecto, si los hubiera

Los proyectos basados en el uso de las energías renovables, como la energía geotermal ubicados en zonas apartadas tienen un impacto directo en el alivio de la pobreza, pues coadyuva al desarrollo socio económico de la población ubicada en los alrededores.

(7) Cualquier impedimento contra la gente de bajos ingresos causado por el Proyecto

Ninguno

V. ACCIONES A LLEVAR A CABO POR EL GOBIERNO DEL PERU

Para facilitar la conducción sin tropiezos y eficiente del Estudio, el Gobierno de Perú (el país receptor) tomará las medidas necesarias para:

1. Asegurar la seguridad del Equipo del estudio
  2. Permitir a los miembros del equipo del Estudio entrar, abandonar y permanecer en forma temporal (en el País recipiente) en conexión con su asignación en él, y exonerarlos de los requerimientos de registro de extranjeros y derechos consular
  3. Exonerar al equipo del Estudio de impuestos, derechos y otros cargos sobre equipo, maquinaria y otros materiales traídos y sacados del país (receptor) para poder llevar a cabo el estudio.
  4. Exonerar al equipo del Estudio de impuestos a la renta y cargos de cualquier tipo impuestos en o en conexión con la implementación del Estudio.
  5. Proveer las facilidades necesarias para que el equipo del Estudio pueda remitir desde Japón y utilizar los fondos introducidos (en el país receptor) en conexión con la implementación del Estudio
  6. Conseguir el permiso de entrada a propiedades privadas u áreas restringidas para llevar a cabo el Estudio
  7. Conseguir el permiso para que el equipo del Estudio tome todos los datos, documentos y materiales necesarios relacionados con el Estudio (en el país receptor) y llevarlos fuera a Japón, y,
  8. Proveer servicios médicos, si fuesen necesarios. Estos gastos podrán ser cobrados a los miembros del Grupo del Estudio.
- VI. El Gobierno de Perú (país receptor) se hará cargo de cualquier reclamo, si alguno surgiese contra uno o más miembros del equipo del Estudio Japonés que pudiera surgir en el curso de o que esté de algún modo

conectado con la conducción de sus deberes en la implementación del Estudio, excepto cuando dichos reclamos sean el resultado de extrema negligencia o mala conducta de parte del miembro del Grupo del Estudio.

- VII. La Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas DGE/MEM (La Agencia de Implementación) actuará como agencia de contraparte del Grupo del Estudio Japonés y también como organismo coordinador en relación con otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales dedicadas a la implementación sin tropiezos del Estudio.

El Gobierno de Perú (país receptor) asegura que los asuntos referidos en este formato asegurarán la conducción sin tropiezos del Estudio de Desarrollo por el Grupo del Estudio Japonés.

En representación del Gobierno del Perú

Firmado \_\_\_\_\_  
Cargo \_\_\_\_\_

Fecha: Lima, de junio de 2007



# ANEXOS

ANEXOS

Anexo A: Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos y su Reglamento

DIARIO OFICIAL

# El Peruano

FUNDADO EN 1825 / POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

## NORMAS LEGALES

Director: Enrique Sánchez Hernán

---

ORDEN DE REGISTRO: 61411/1997-01

Lima, marzo 29 de julio de 1997 Pág. L51441

AÑO XV - N° 6241

 <p style="text-align: center;"><b>CONGRESO DE LA REPÚBLICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>LEY Nº 26848</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>POR CUANTO:</b></p> <p style="text-align: center;">El Congreso de la República ha dado la Ley siguiente:</p>	<p style="text-align: center;">Título Preliminar</p> <p><b>Norma I</b></p> <p>La presente Ley Orgánica norma lo relativo al aprovechamiento de los recursos geotérmicos del suelo y del subsuelo del territorio nacional.</p> <p><b>Norma II</b></p> <p>El Estado promueve el racional desarrollo de los recursos geotérmicos con la finalidad de asegurar el abastecimiento de energía necesaria para el crecimiento económico, el bienestar de la población y la eficiente diversificación de las fuentes de energía del país y cautela el desarrollo de las referidas actividades, su acceso y libre competencia, de acuerdo a ley.</p> <p><b>Norma III</b></p>
--	--

El Peruano

## NORMAS LEGALES

Lima, sábado 21 de diciembre de 2006

---

**DECRETO SUPLENTE**

Aprueban Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos.

**DECRETO SUPREMO**  
**N° 072-2006-EM**

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

**CONSIDERANDO:**

Que, mediante Ley Nº 26848, se aprobó la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos;

Que, la Segunda Disposición Transitoria de la referida Ley dispone que el Poder Ejecutivo dictará el Reglamento correspondiente, el mismo que debe ser aprobado por Decreto Supremo, refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros y por el Ministro de Energía y Minas;

De conformidad con el inciso 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

**DECRETA:**

## ANEXO B:

### COMENTARIOS SOBRE EL POTENCIAL DE ENERGIA GEOTÉRMICA

- Según un informe de OLADE, el Perú tiene 156 zonas geotérmicas identificadas.
- El territorio peruano forma parte del denominado Círculo de Fuego del Pacífico, caracterizado por la ocurrencia de movimientos sísmicos, fenómenos tectónicos y elevada concentración de flujo tectónico.
- En el país se han reconocido más de doscientas vertientes de agua caliente, así como fumarolas y algunos geysers.
- Las mejores perspectivas de aprovechamiento geotérmico para generación eléctrica se ubican por el momento en la Región V (Conos Volcánicos), y la Región II (Callejón de Huaylas).
- La Región V, se ubican las áreas de mayor interés a nivel nacional, las cuales son: Calacoa, Tutupaca - Caliente, Challapalca, Laguna - Chachani y Chivay.

#### PROSPECTO TUTUPACA

##### CALACOA (MOQUEGUA)

Manantiales de agua termal: 54°C - 87°C y presencia de geysers y fumarolas.

Tipo de aguas: Cloruradas sódicas

Geotermometría: SiO<sub>2</sub>: 110°C - 180°C

Na/K: 180°C - 190°C

Presencia de domos, volcán Ticsani (apagado) 19000 años.

##### TUTUPACA (TACNA - MOQUEGUA)

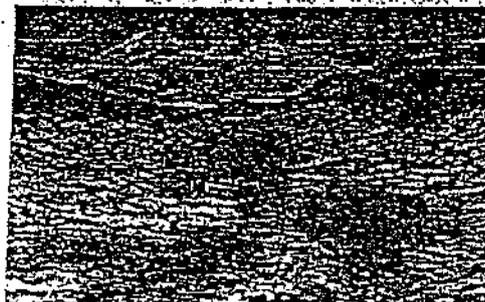
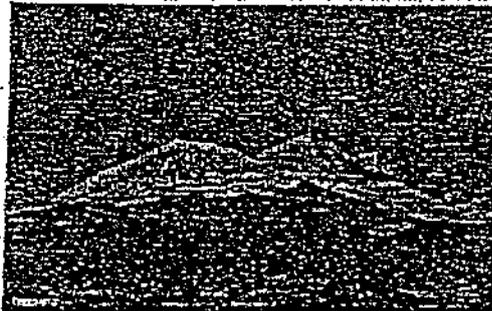
Manantiales de agua termal: 40°C - 87°C y presencia de geysers.

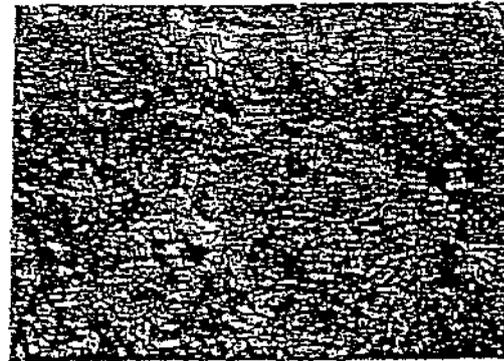
Tipo de aguas: Sulfato sódicas y cálcicas

Geotermometría: SiO<sub>2</sub>: 180°C

Na/K: 240°C

Presencia de domos dacíticos y fumarolas lo relacionan con una actividad freato-magnética. Ubicada entre volcanes Tutupaca y Yuramane (apagado).





**PROSPECTO CHALLAPALCA (TACNA-PUNO)**

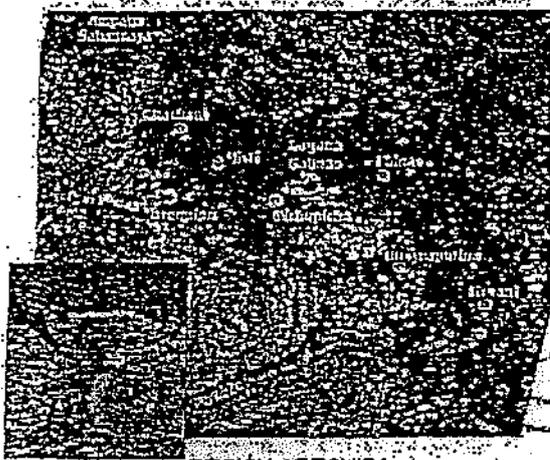
Manantiales de agua termales 50°C - 87°C

Tipo de aguas: Clorurada sódicas y bódicas

Geotermometría: SiO<sub>2</sub> : 192°C

Na/K	: 192°C - 232°C
Na/K/Ca	: 184°C - 212°C
Na/K/Ca/Mg	: 44°C - 179°C
Na/Al	: 204°C - 240°C
K/Mg	: 87°C - 183°C

Presencia de domos (domos Purupurini), ponen en evidencia una fuente geotermal poco profunda. Se estima que la actividad volcánica cesó hace 100 000 años.



**REGION AREQUIPA.**

**Laguna Salinas-Chivay**

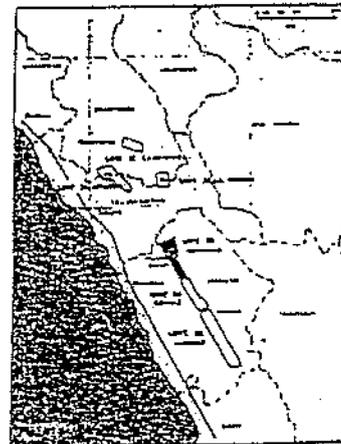
Manantiales de agua termales 45°C a 58°C en Cálera y de 60°C a 70°C en Chivay, además presencia de geysers...

Tipo de aguas: Sulfato, clorurada alcalina.

Geotermometría: En Chivay SiO<sub>2</sub> : 170°C

En Salinas Na/K : 190°C

Presencia de domos apagados indica presencia de cámaras magmáticas poco profundas. La actividad volcánica lávica se estima cesó hace 100 000 años



**REGIONES NORTE y CENTRO**

**La Gramma**

Tipo de aguas: Clorurada sódicas y bicarbonato cálcico

Geotermometría: SiO<sub>2</sub> : 210°C

Na/K	: 200°C
Na/K/Ca	: 180°C

**Callejón de Huaylas**

Tipo de aguas: Clorurada sódicas y bicarbena cálcico

Geotermometría: SiO<sub>2</sub> : 190°C

Na/K	: 200°C
Na/K/Ca	: 180°C