
CONSULTORÍA DE APOYO A LA SECRETARÍA DE
ENERGÍA PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA
GEOTERMIA DE MEDIANA Y BAJA ENTALPÍA EN
USOS DIRECTOS: ASPECTOS JURÍDICOS

Consultora
Mariana Turena Flores Esquivel

Octubre de 2015

De acuerdo con el Plan de Trabajo, el presente documento refleja el cumplimiento de las siguientes actividades:

- 1.** Reunión con la participación de instituciones educativas, investigadores nacionales y/o extranjeros, personal técnico de las dependencias del gobierno federal y otros organismos para validar la normatividad a aplicar.

La reunión se llevó a cabo con instituciones educativas y empresas privadas interesadas en proyectos de uso directo de geotermia, personal técnico de SENER y CONAGUA, y consultores en geotermia auspiciados por el BID, en la que se evaluaron los resultados arrojados inicialmente del análisis jurídico de la normatividad vigente y aplicable a los usos directos de la geotermia.

- 2.** Realización de un documento que permitirá a la SENER comprender las necesidades de regulación de los usos directos de la geotermia, en atención a los comentarios recibidos en la reunión.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Índice | 3 |
| Introducción | 6 |
| Justificación | 8 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 10 |
| resumen ejecutivo..... | 14 |
| ¿Qué son los usos directos de la Geotermia? | 15 |
| Usos directos de la geotermia en México aplicados por CFE..... | 16 |
| Bombas de calor geotérmico | 19 |
| Proyectos de usos directos de geotermia de iiDEA..... | 21 |
| iiDEA desarrolla una Desaladora Modular Geotérmica | 21 |
| Deshidratador Geotérmico de Alimentos | 22 |
| Regulación aplicable a los recursos geotérmicos..... | 23 |
| Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos | 23 |
| Ley de Energía Geotérmica | 27 |
| Reconocimiento: | 28 |
| Exploración:..... | 28 |
| Explotación:..... | 29 |
| Ley de Aguas Nacionales | 29 |
| Ley General de Bienes Nacionales | 31 |
| Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética..... | 32 |
| Ley Federal de Derechos | 34 |
| Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006 | 37 |
| Otra normatividad aplicable | 38 |
| Regulación aplicable a los usos directos de la geotermia | 40 |
| Ley de Energía Geotérmica | 40 |
| Ley de Aguas Nacionales | 47 |
| Proyecto de derecho para la imposición de aprovechamientos sobre geotermia | 48 |
| Resultados de la revisión a la regulación aplicable | 48 |
| Planteamientos de Temas Críticos Sujetos a Interpretación Especial para Usos Directos de la Geotermia | 50 |

| | | |
|------|--|----|
| I. | Experiencia del desarrollador..... | 50 |
| | Fundamento | 50 |
| | Planteamiento..... | 50 |
| | Retroalimentación..... | 51 |
| II. | Reinyección | 51 |
| | Fundamento | 51 |
| | Planteamiento..... | 51 |
| | Retroalimentación..... | 51 |
| III. | Garantías | 52 |
| | Fundamento | 52 |
| | Planteamiento..... | 52 |
| | Retroalimentación..... | 52 |
| IV. | Permisos | 53 |
| | Fundamento | 53 |
| | Planteamiento..... | 53 |
| | Retroalimentación..... | 53 |
| V. | Informes | 54 |
| | Fundamento | 54 |
| | Planteamiento..... | 54 |
| | Retroalimentación..... | 54 |
| VI. | Derechos | 54 |
| | Fundamento | 54 |
| | Planteamiento..... | 54 |
| | Retroalimentación..... | 54 |
| VII. | Otros temas comentados..... | 55 |
| | Usos de la geotermia de mediana y baja entalpía para generar energía eléctrica..... | 55 |
| | Posibles soluciones a los temas planteados..... | 56 |
| | I. Usos directos de la geotermia..... | 56 |
| | II. Generación de electricidad mediante recursos geotérmicos de mediana entalpía | 56 |
| | Conclusiones finales | 57 |
| | Bibliografía | 58 |

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el reporte final de la consultoría realizada con el fin de analizar el marco regulatorio mexicano de los recursos geotérmicos mexicanos y su aplicación a los usos directos de la geotermia y aportar propuestas de solución, para la cual el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) preparó términos de referencia respondiendo al interés del Gobierno de México en contar con un marco jurídico sólido que respalde e incentive los usos directos de los recursos geotérmicos.

Entre los antecedentes considerados por el BID para contratar este trabajo, también se encuentran los siguientes:

- Los recursos geotérmicos de mediana y baja entalpía representan un 90% del potencial geotérmico de México pero por lo general se localizan en acuíferos someros que la Comisión Nacional del Agua los tiene calificados como “no explotados” por la sobreexplotación para consumo doméstico, agrícola o industrial.
- La tecnología que se ha desarrollado para aprovechar este tipo de energía permite que se genere electricidad a partir de la transferencia de calor que se lleva a cabo entre el agua geotérmica y un fluido secundario de trabajo que opera en un circuito cerrado.
- El aprovechamiento de la energía geotérmica de mediana y baja entalpía hace uso del calor del fluido que puede llevarse a cabo, ya sea colocando un intercambiador de calor dentro del pozo o colocándolo en superficie haciendo pasar el agua geotérmica mediante bombeo o en forma artesanal por el intercambiador de calor y regresándola al subsuelo.
- La reciente apertura del uso de recursos geotérmicos permite el uso del recurso de baja entalpía y ante este escenario es importante que la Secretaría de Energía defina los aspectos jurídicos que apoyen las políticas que permitan el aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país que tienen como responsabilidad la Comisión Nacional del Agua.

Para el año 2024, según los objetivos de la Estrategia Nacional de Energía, el 35% de la generación de electricidad se deberá basar en fuentes renovables de energía (entre las que se considera la geotermia), lo cual requiere incrementar el aprovechamiento del potencial geotérmico tanto por parte de la CFE como de desarrolladores privados.

El marco regulatorio actual aplicable al aprovechamiento de los recursos geotérmicos es de publicación reciente. Como parte de la reforma energética se emitió la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento, así como una reforma al artículo 81 de la Ley Nacional de Aguas, las cuales se enfocaron en la regulación de la generación de electricidad a partir de

los recursos geotérmicos, haciendo a un lado los usos directos de la geotermia, su importancia y trascendencia.

Gracias a este nuevo marco jurídico los desarrolladores proyectos de usos directos de la geotermia, se han puesto en contacto con la Secretaría de Energía. Sin embargo, esos desarrolladores encuentran barreras importantes relacionadas con los requisitos solicitados por la legislación y en las obligaciones impuestas, lo anterior toda vez que la regulación emitida se enfoca en el control de los proyectos de usos indirectos de la geotermia (generación de electricidad).

Con base en lo anterior, el presente análisis se enfocó en la revisión del marco regulatorio, generando propuestas viables y jurídicamente sólidas para el desarrollo de usos directos de la geotermia, en colaboración con las instituciones relevantes para contribuir a su implementación eficiente.

Los resultados se presentan en el Capítulo II “Regulación aplicable a los recursos geotérmicos” con la exposición del marco regulatorio actual para el aprovechamiento de los recursos geotérmicos en México iniciando en la revisión Constitucional, siguiendo con la leyes, reglamentos y normas nacionales relevantes.

En el Capítulo III “Regulación aplicable a los usos directos de la geotermia” se presenta una revisión artículo por artículo de la Ley de energía Geotérmica, Ley de Aguas Nacionales y del Proyecto para la imposición de aprovechamientos sobre geotermia.

En los dos últimos capítulos, IV “Planteamientos de temas críticos sujetos a interpretación especial para usos directos de la geotermia” y V “Posibles soluciones a los problemas detectados”, se reportan los resultados del trabajo consultivo realizado y, finalmente, las opciones regulatorias consideradas para promover el desarrollo de la geotermia en México, así como algunas recomendaciones.

JUSTIFICACIÓN

En el marco del 75 aniversario de la expropiación petrolera, el presidente Enrique Peña Nieto manifestó que las reservas nacionales de crudo que están probadas (44,530 millones de barriles) se agotarán en diez años. De ser así, dentro de una década México no será energéticamente sustentable. En nuestro país la demanda de energía se incrementó a una tasa anual de 2.08% entre 2000 y 2011, mientras que la producción de energía primaria cayó 0.3% cada año. De continuar estas tendencias, nuestro país podría volverse un importador neto de energía, pese a contar con amplios recursos dentro de sus fronteras.

La dependencia del carbón, petróleo, y gas natural es un legado histórico. Las máquinas de vapor que impulsaron la revolución industrial en el siglo XVIII necesitaban una fuente de energía concentrada y fácil de transportar, la respuesta fue el carbón. Sin embargo, la invención del motor de combustión interna, alrededor de 1870, detonó la demanda por un combustible líquido de mayor contenido energético: el petróleo. Desde entonces, toda la infraestructura industrial se ha construido alrededor de este combustible fósil.

Además del inminente agotamiento de los recursos fósiles, el abandono de las fuentes de energía no renovables también responde a una preocupación más urgente: el impacto al medio ambiente. El movimiento ambiental ha atraído la atención mundial hacia el costo oculto de los combustibles fósiles, pero muchos gobiernos han ignorado las llamadas de alerta. Durante la Cumbre de la Tierra en 1992, las naciones desarrolladas se reunieron en Río de Janeiro y se comprometieron a no incrementar los niveles de gases de efecto invernadero desde 1990 y hasta el año 2000. Finalmente, La presión económica tuvo más peso, y las emisiones de estos gases para el año 2001 fueron 14% más altas que las acordadas en la cumbre de Río de Janeiro.

Estamos ante una crisis ambiental y energética latente a nivel global. A largo plazo, la energía renovable jugará un papel determinante en la satisfacción de nuestras demandas. Una de las mejores cartas que México tiene para ganar este juego es la energía geotérmica.

Nuestro país se encuentra en la superficie de una caldera gigante. Miles de kilómetros bajo nuestros pies, la energía liberada por la descomposición de elementos radioactivos naturales mantiene el interior del planeta a temperaturas que se calculan cercanas a 7,000° C.

México tiene un lugar privilegiado en materia geotérmica al contar con un potencial geotérmico del 20,000 MW, situación que fue desaprovechada por años debido al deficiente andamiaje legal que regulaba la industria.

De ese potencial, hoy en día se aprovechan para generación de electricidad 873.6 MW, lo cual representa el 1.3% de la Capacidad Instalada del país, ubicados esencialmente en Baja California, Michoacán y Puebla, por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Sin embargo, a la fecha los usos directos de la geotermia no se provechan más que con fines turísticos.

El presente análisis de la aplicación de la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento, así como de la Ley Nacional de Aguas a los proyectos de usos directos de la geotermia es conveniente toda vez que sus desarrolladores han manifestado que dichos instrumentos normativos son inaplicables o exagerados para sus proyectos. Por lo anterior, el resultado del presente análisis será de suma importancia para la Secretaría de Energía puesto que le permitirá entender si verdaderamente la regulación de los usos directos de la geotermia es adecuada y de no ser así, la mejor solución, avalada de manera institucional, académica y social, para solventar las adversidades jurídicas que pudieran existir.

Se considera que técnicamente existen varias formas de distinguir las actividades geotérmicas como por su relación con los recursos hídricos, por la tecnología empleada, por su temperatura. No obstante lo anterior, en términos del artículo 1º de la Ley de Energía Geotérmica debe considerarse en consecuencia en la distinción entre usos directos y generación de energía eléctrica, siendo que el segundo se agota en la Ley de Energía Geotérmica y sus derivados y la Ley de la Ley de la Industria Eléctrica, pero los usos directos se encuentran pobremente regulados.

En este contexto, el presente documento realiza un análisis del nuevo marco jurídico de los recursos geotérmicos y su aplicación a los usos directos de la geotermia con el fin de entender el alcance y pertinencia.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La metodología de la investigación de un problema de Derecho, está estrechamente vinculada en plantear el problema de investigación. Siguiendo a Mario Bunge¹, los problemas se dividen en dos: conceptuales y empíricos. La Consultoría de Apoyo a la Secretaría de Energía, para el Aprovechamiento de la Geotermia de Mediana y Baja Entalpía en Usos Directos, consistente en un estudio de los aspectos jurídicos de la Geotermia en México, se realizó con base en el planteamiento del problema desde una perspectiva conceptual y en una segunda etapa, a la problemática de la regulación de la materia que nos ocupa desde un planteamiento empírico.

PRIMERA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN.

El Derecho es un fenómeno complejo que regula realidades concretas a través de las herramientas que el lenguaje le provee. Un problema del Derecho de tipo conceptual, es determinar –delimitar, definir- una realidad a regular; un problema empírico del Derecho se presentaría con posterioridad a la regulación, puesto que se enfocaría en verificar la observancia de la norma en la realidad, la pertinencia de la determinación, delimitación o definición de la fracción de realidad que el Derecho capto conceptualmente y a evaluar las consecuencias económicas, sociales, políticas, ambientales, o de cualquier otra naturaleza que determinada regulación provocó.

Las herramientas con las que cuenta el Derecho para son genéricamente hablando, tipos de regulación normativa o **NORMAS** en sus distintas manifestaciones, cuya jerarquía está claramente establecida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 133:

“Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.”

A nivel Constitucional, la Geotermia se convirtió en una realidad regulada a partir del 20 de diciembre de 2013, por **DECRETO** por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, que reforma los párrafos cuarto, sexto y octavo del artículo 25; el párrafo sexto del artículo 27; los párrafos cuarto y sexto del artículo 28; y se adicionan un párrafo

¹ BUNGE, Mario. La investigación científica; su estrategia y su filosofía, Barcelona, Ariel, 1985, 145-193 p.p.

séptimo, recorriéndose los subsecuentes en su orden, al artículo 27; un párrafo octavo, recorriéndose los subsecuentes en su orden, al artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en vigor desde el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

En cumplimiento al artículo transitorio décimo octavo de la mencionada reforma constitucional, el Congreso de la Unión emitió la ley que tiene por objeto regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía del subsuelo dentro de los límites del territorio nacional, con el fin de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos, **LA LEY DE ENERGÍA GEOTÉRMICA (en adelante LEG)**, cuya última reforma es del día 11 de agosto de 2014.

“**Artículo 1.** La presente Ley es de interés y orden público, y tiene por objeto regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo dentro de los límites del territorio nacional, con el fin de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos.” **(LEG)**

La **LEG**, nos aporta un catálogo de definiciones en su artículo 2°, para precisar el ámbito material de aplicación de la norma, es decir para concretar la realidad que regulará:

“**Artículo 2.** Para efectos de esta Ley, se entiende por:

- I. Agua geotérmica: Agua propiedad de la Nación, en estado líquido o de vapor que se encuentra a una temperatura aproximada o superior a 80°C en forma natural en un yacimiento geotérmico hidrotermal, con la capacidad de transportar energía en forma de calor, y que no es apta para el consumo humano;
- II. Área geotérmica: Área delimitada en superficie y proyectada en el subsuelo con potencial de explotación del recurso geotérmico;
- X. Pozo exploratorio geotérmico: Perforación del subsuelo con fines exploratorios, bajo los lineamientos que señale la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones aplicables, y que tenga como propósito obtener información térmica, litológica y geoquímica de una posible área geotérmica;
- XII. Recurso geotérmico: Recurso renovable asociado al calor natural del subsuelo, que puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica, o bien, para destinarla a usos diversos;
- XIV. Yacimiento geotérmico: La zona del subsuelo compuesta por rocas calientes con fluidos naturales, cuya energía térmica puede ser económicamente explotada para generar energía eléctrica o en diversas aplicaciones directas;

XV. Yacimiento geotérmico hidrotermal: Formación geológica convencionalmente delimitada en extensión superficial, profundidad y espesor que contiene agua geotérmica, a alta presión y temperatura aproximada o mayor a 80°C, confinados por una capa sello impermeable y almacenados en un medio poroso o fracturado, y [...]”

Ya que el recurso geotérmico puede estar contenido en el subsuelo o en el agua del subsuelo, en cuanto al ámbito material de aplicación, la **LEY DE AGUAS NACIONALES**, resultará aplicable en determinados casos:

“**Artículo 6.** Tratándose de aguas diferentes al agua geotérmica, se estará a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales. Lo anterior, será aplicable al agua del subsuelo en cualquier estado, cuando se trate de su manejo en superficie e introducción al yacimiento geotérmico, buscando siempre mantener la integridad de los acuíferos adyacentes y la sustentabilidad del yacimiento.”

Siguiendo con el planteamiento del problema, desde su perspectiva conceptual, para desarrollar la Consultoría de Apoyo a la Secretaría de Energía, para el Aprovechamiento de la Geotermia de Mediana y Baja Entalpía en Usos Directos, se realizó un análisis *lege lata* a las siguientes normas del ordenamiento jurídico mexicano:

| NORMAS MEXICANAS RELEVANTES EN MATERIA DE GEOTERMIA. |
|---|
| 1.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. |
| 2.- Ley de Energía Geotérmica. |
| 3.- Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica. |
| 4.- Ley de Aguas Nacionales. |
| 5.- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. |
| 6.- Ley General de Bienes Nacionales. |
| 7.- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. |
| 8.- Ley Federal de Derechos / Propuesta de aprovechamientos. |
| 9.- Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006. |

Los problemas conceptuales pueden derivar de la *definición, ordenación, dilucidación, deducción, construcción y de la metodología*, las conclusiones de este estudio están

reflejadas en los entregables 1 y 2 de la Consultoría de Apoyo a la Secretaría de Energía, para el Aprovechamiento de la Geotermia de Mediana y Baja Entalpía en Usos Directos.

B) SEGUNDA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN.

La segunda etapa de la investigación, resultado procedente una vez que se estudiaron las Normas enlistadas en el apartado anterior, entendiendo el tratamiento que el Derecho hace de la realidad concreta “GEOTERMIA” haciendo énfasis en el aprovechamiento de los usos directos en media y baja entalpía, se solicitó a la Secretaría de Energía, su intervención para concretar reuniones de trabajo con distintos agentes relevantes en la materia que nos ocupa:

| |
|--|
| REUNIONES CONCERTADAS POR SECRETARÍA DE ENERGÍA, PARA LA CONSULTORIA EN APROVECHAMIENTO DE LA GEOTERMIA DE MEDIANA Y BAJA ENTALPÍA EN USOS DIRECTOS. |
| SOCIEDAD CIVIL Y/O ACADEMIA. IIDEA Desalación y Energías Alternas del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. |
| AUTORIDADES. COMISIÓN NACIONAL DE AGUAS. SECRETARÍA DE ENERGÍA. COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD |
| INICIATIVA PRIVADA. Sustentabilidad Energética Mexicana S. de R.L. de C.V. Agricultura Nacional, S.A. DE C.V.- Grupo Dragón. |
| CONSULTOR DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. |

Los problemas empíricos identificados en las entrevistas, derivadas de la retroalimentación que agentes relevantes en la Geotermia en México, se reflejaron en las Conclusiones, integradas al entregable 3, de la Consultoría de Apoyo a la Secretaría de Energía, para el Aprovechamiento de la Geotermia de Mediana y Baja Entalpía en Usos Directos.

RESUMEN EJECUTIVO

Toda vez que reforma energética se considera que la regulación debe distinguirse en términos del artículo 1º de la Ley de Energía Geotérmica para usos directos y para generar energía eléctrica se considera que éstos últimos no son ni suficiente ni eficientemente regulados por la Ley de Energía Geotérmica, lo cual no presupone la necesidad de reformar la Ley en comento siendo que su artículo 52 permite que esta se aplique a los usos directos de la geotermia motu proprio.

Por lo anterior, se considera que las deficiencias regulatorias de la Ley de Energía Geotérmica son susceptibles de subsanarse mediante la expedición de reglas de carácter general.

¿QUÉ SON LOS USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA?

En un mundo sin energía no existiría vida. Desde el punto de vista de la física, la energía se define como la capacidad para realizar un trabajo.

La Tierra es un planeta en movimiento constante, que además concentra grandes cantidades de energía en su interior. La energía encerrada en el núcleo terrestre se exterioriza como calor, y puede ser transferida de un sitio a otro del planeta.

A este calor que fluye del interior de la Tierra hacia la superficie, se le conoce como energía geotérmica o geotermia. Este término deriva de los vocablos griegos *geos*, tierra, y *termos*, calor, por lo cual es también conocida como “calor de la Tierra”.

En el estudio “Análisis Preliminar para la Regulación de la Energía Geotérmica en México”², se define a la geotermia como “la energía térmica del interior del planeta y sus manifestaciones superficiales”, estableciendo que dicho concepto es generalmente asociado a sistemas donde existen yacimientos de calor suficientes para ser aprovechados de manera comercial.³

Es decir, la energía geotérmica es aquella que se encuentra almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra.

Dicha energía existe desde la formación del planeta, hace unos 4,500 millones de años, y está atrapada en su interior desde que se endureció la corteza terrestre hace 3,500 millones de años, según los cálculos más aceptados en la comunidad científica internacional.⁴

Al penetrar en la corteza terrestre, se observa un cambio evidente en la temperatura, en general esta aumenta; a esa variación de la temperatura con la profundidad se le llama gradiente geotérmico o de concentración. El valor del gradiente geotérmico varía de un lugar a otro; sin embargo, la mayoría de las zonas del planeta el gradiente promedio va de 25 a 35°C/km, a esta temperatura se le considera el gradiente geotérmico estándar.

El gradiente de concentración da lugar a que se produzca un flujo de calor, desde el interior hacia el exterior de la Tierra, transfiriendo la energía térmica por conducción.

El método más eficaz de aprovechar la energía térmica de un yacimiento, es a través de un fluido que aumente de temperatura al circular en la proximidad del yacimiento; posteriormente, cuando dicho fluido alcance la superficie, se aprovechará su energía

² *Análisis Preliminar para la Regulación de la Energía Geotérmica en México*, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas-Comisión Federal de Electricidad, 1997.

³ *Ibíd.*

⁴ *Geotermia: Energía de la Tierra*, UNAM/Editorial Terracota, 2012.

térmica. Las posibles aplicaciones de la energía geotérmica dependen del estado en que se encuentre el fluido, ya sea vapor, líquido o una mezcla de ambas fases. El fluido puede encontrarse en el yacimiento de forma natural o, en caso de ser necesario, se puede inyectar desde la superficie. Teniendo en cuenta las diferentes posibilidades existentes, los yacimientos geotérmicos se clasifican en tres grupos: sistemas hidrotérmicos, sistemas geopresurizados, y sistemas de roca caliente, más adelante se ahondará en esta clasificación.

Gran parte de los usos diversos de los recursos geotérmicos geotérmica en México se han limitado en aplicaciones de recreación⁵ y tratamientos terapéuticos.

Se estima que la capacidad instalada de energía geotérmica aplicada a los usos directos es del orden de ~164 MWt, distribuidos en más de 160 sitios en 19 estados de la República⁶.

En el 2010, el uso total de recursos de baja entalpía en el mundo (78 países) fue de 121,696 GWh/yr, lo que significó un incremento del 60% respecto al 2005 con una tasa de incremento anual del 9.9%⁷. Durante 2004 y 2005, aproximadamente el 35% de la energía total consumida en el mundo se utilizó para el acondicionamiento térmico e iluminación de edificios, centros comerciales, espacios y vivienda (Figura 1).

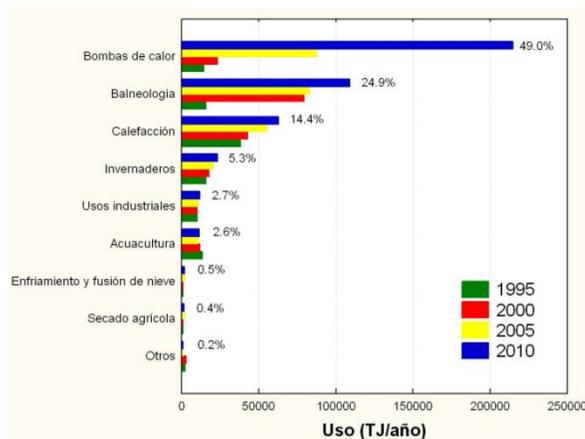


Figura 1. Evolución de los usos directos de la energía geotérmica de 1995 al 2010. Los porcentajes junto a la barra azul indican la proporción de la aplicación con respecto al total para el año 2010.

Usos directos de la geotermia en México aplicados por CFE

Asimismo es importante señalar que en el pasado, han existido algunos proyectos piloto desarrollados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), sobre usos diversos en los campos geotérmicos de Cerro Prieto, Los Azufres y Los Humeros, entre las cuales

⁵ Balneología: Agua Azul y Chignahuapan en Puebla; Papalutla, Guerrero; Tecozautla y Chilcuautila en Hidalgo, etc.

⁶ Torres et al., 1993; Iglesias & Torres, 2003.

⁷ Lund et al., 2010.

destacan: extracción secundaria de minerales en lagunas de evaporación (Caso Fertimex⁸), calefacción de oficinas e invernaderos, y aplicaciones agrícolas en el secado de alimentos y madera.

El caso del **secado de madera** tiene grandes ventajas entre las que podemos destacar el hecho de que evita daños físicos a la madera como torceduras y variación de dimensiones, prevee un secado uniforme, reduce la humedad en hasta un 8% y disminuye notablemente el tiempo de secado, subrayando que en lugar de meses, se reduce a días. Las siguientes tablas ilustran el papel que ocupa CFE en el secado de madera en relación con el ámbito internacional:

Secado de Madera

| País | Uso | Descripción | Flujo de Vapor o Agua Caliente |
|--------------------------|------------------|---|---|
| Nueva Zelandia (Kawerau) | Pulpa y papel | Procesamiento de pulpa de papel y generación de potencia eléctrica en pequeñas cantidades | 1,270 ton/h de vapor húmedo |
| Japón (Yuzawa) | Secado de Madera | Un secador al vacío y un evaporador | 48 ton/h de agua caliente |
| Taiwán (Tatun) | Secado de Madera | Capacidad de secado de 8, 500 pies ³ /mes | 0.5 ton/h de vapor a 180 ^o C |
| * México (Los Azufres) | Secado de Madera | Secador con capacidad de 9,000 pies (tabla) | 750 ton/h de agua caliente |

Secado de Madera (Caso Los Azufres 1997)

| Tipo de Madera | Tiempo de Secado (días) | Humedad Final (%) | Costo USD* |
|----------------|-------------------------|-------------------|------------|
| Pino | 4 – 5 | 8 | 60 – 75 |
| Encino | 12 – 15 | 11 | 180 – 225 |

⁸ Aprovechando las favorables condiciones climatológicas locales, Fertimex, la empresa que formó parte del gobierno mexicano que se dedicaba a la fabricación de fertilizantes, tomaba la salmuera de una laguna de evaporación en Cerro Prieto para conducirla posteriormente a estanques de concentración solar y, de ahí, a los equipos de proceso operados con vapor geotérmico, en los que se separaba, purificaba y cristalizaba el cloruro de potasio. Se llegaron a producir 80,000 t anuales de este producto, suficiente para satisfacer la demanda nacional en la década de los 80's.

| | | | |
|--------|--------|----|-----------|
| Fresno | 8 – 10 | 10 | 120 - 150 |
|--------|--------|----|-----------|

Otro de los usos directos de la geotermia es la **deshidratación de frutas y verduras**, en el que los alimentos son acomodados en unas charolas o bandejas, y estas se apilan dentro de la cámara de secado en uno o varios bastidores en la que el aire caliente ingresa y pasa a través de los alimentos deshidratándolos y siendo expulsado naturalmente o forzado mediante un ventilador.

El aire es calentado en serpentines de vapor, de gas, en resistencias eléctricas o por contacto directo donde puede ser filtrado para reducir sus partículas contaminantes derivadas de la combustión.

En Los Azufres la deshidratación de frutas y verduras tuvo las siguientes características:

Deshidratado de Frutas y Verduras (Los Azufres)

| | |
|--------------------------------|--|
| Ubicación | Los Azufres, Michoacán |
| Dimensiones | 3 m x 1 m x 2 m |
| Capacidad | 448 kg |
| Fuente de Energía | Salmuera geotérmica de pozo |
| Flujo de Salmuera (Gasto) | 0.03 kg/seg (0.11 ton/h) |
| Consumo de Energía | 10 KJ/seg |
| Sistema de Calentamiento | Dos serpentines de acero inoxidable, termómetro bimetálico, manómetro y válvula de control de presión. |
| Sistema de Circulación de aire | Un ventilador axial, flujo de 3 m ³ /min y motor de 3 HP |
| Temperatura requerida | 40 a 60° C |
| Sistema de Control | Dos gráficas de 30 a 150° C para registrar temperatura de aire (entrada y salida) |

Igualmente importante resulta la aplicación directa de la energía geotérmica para los **invernaderos**, entre cuyas ventajas se encuentran la programación de fechas de siembra (producción fuera de temporada), regulación de crecimiento (floración y fructificación), control de plagas y enfermedades, control de calidad, reducción de tiempo de germinación, valor agregado como producto ecológico, control de factores climáticos, ahorro de costo de operación (electricidad) que representa hasta un 35% del costo y amplio rango de temperatura (aprovechamiento en cascada).

La siguiente tabla permite comparar el rendimiento anual de invernaderos geotérmicos contra los invernaderos tradicionales.

Invernaderos

| Tipo de Cultivo | Invernaderos geotérmicos | | | Tradicional |
|-----------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| | Producción (t/ha) | Cosechas/año | Rendimiento anual (t/ha) | Rendimiento anual (t/ha) |
| Frijol | 11.5 | 4 | 46 | 6 |
| Repollo | 57.5 | 3 | 172.5 | 30 |
| Pepino | 250 | 3 | 750 | 30 |
| Berenjena | 28 | 2 | 56 | 20 |
| Lechuga | 31.3 | 10 | 313 | 52 |
| Pimiento | 32 | 3 | 96 | 16 |
| Tomate | 187.5 | 2 | 375 | 100 |

Bombas de calor geotérmico

Una alternativa interesante son las ***Bombas de Calor Geotérmico*** (BCG), una tecnología comercial que tiene un costo competitivo, especialmente cuando ya que se usan tanto para enfriamiento como para calefacción de interiores, con beneficios de eficiencia energética y mitigación del deterioro ambiental. Dado que en México, el sector de edificaciones ha mostrado un crecimiento muy importante en la última década, tecnologías como BCG deberían promoverse en el sector de la construcción como una aplicación sustentable de las energías renovables.

Las BCG son capaces de transportar el calor en dos direcciones, de manera que en invierno se usa el modo de calentamiento, es decir, el calor se extrae del suelo y se libera en el espacio a acondicionar, mientras que en verano el calor se extrae del espacio a acondicionar y se libera en el suelo, como un sistema de aire acondicionado.¶

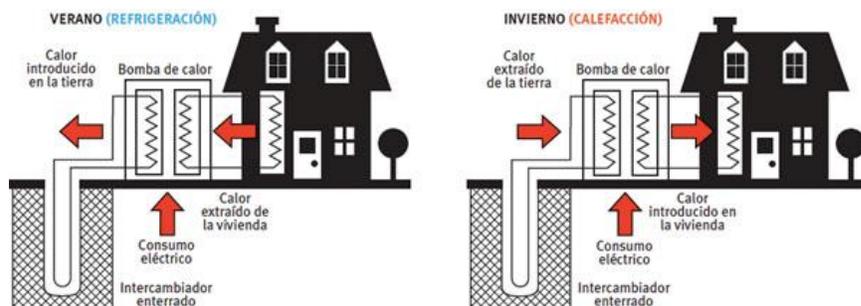


Figura 2. Esquema de bombas de calor geotérmicas para enfriamiento y calefacción.

Fuente: Diseño de sistemas de boba de calor geotérmica. IDAE

En algunas regiones de la zona norte del país el clima es extremo y desértico, con veranos largos e inviernos cortos, por lo que el acondicionamiento de viviendas es una práctica usual. Sin embargo, se utilizan tecnologías que muchas veces se basan en equipos convencionales con un bajo rendimiento energético y que impactan negativamente el ambiente y la economía de los usuarios. También existen regiones montañosas donde el clima predominante es frío, por lo que es necesario acondicionar los espacios mediante calefacción, al menos durante las temporadas críticas para garantizar el confort.

Se estima que, tal y como ocurre en países de Europa, el uso del calor geotérmico y las BCG constituirán una aplicación muy importante en el futuro ya que permitirá un ahorro importante de energía para el acondicionamiento de espacios (calefacción o refrigeración) en ciudades con temperaturas extremas.

Desde 1960, Reykjavik en Islandia es uno de los distritos más grandes en el mundo en el cual hasta la fecha gran parte de sus hogares (~50%) son calentados energía geotérmica, superando incluso el uso destinado para usos indirectos de generación eléctrica.

Las BCG en México favorecerían ahorros energéticos significativos debido a su alta eficiencia y versatilidad. Un cálculo preliminar estimado por la Gerencia de Geotermia del IIE para una aplicación práctica en Mexicali, B. C., muestra que las BCG acopladas al suelo (circuito cerrado) con arreglo horizontal son apropiadas para satisfacer los requerimientos de calefacción y aire acondicionado. Asimismo, de acuerdo con el estudio, el uso de las BCG permitiría disminuir costos de operación, alcanzando importantes ahorros económicos anuales, en comparación con el uso de equipos convencionales. Además, el período de retorno del capital para esta aplicación específica se consideró atractivo, menor de 5 años.

Otra de las ventajas importantes de la energía geotérmica es que puede ser usada para una gran cantidad de aplicaciones o usos directos de manera integral, uno después de otro, lo que se denomina como **usos geotérmicos en cascada** para aprovechar su contenido energético al máximo como se ilustra en la Figura 3.

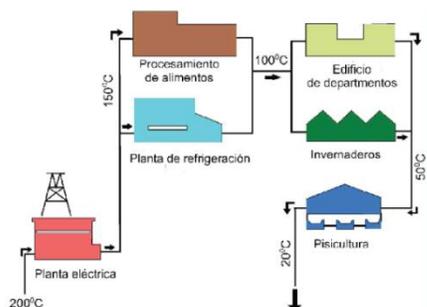


Figura 1. Uso en línea o “en cascada” de la energía geotérmica.
Fuente: Dickson y Fanelli, 2004

Proyectos de usos directos de geotermia de iiDEA

El grupo iiDEA (Instituto de Ingeniería, Desalación y Energías Alternas), del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se enfoca en identificar y evaluar las fuentes alternas de energía, para desarrollar soluciones que permitan resolver las problemáticas de escases de agua, energía y alimentos percederos. iiDEA es un grupo multidisciplinario integrado por investigadores, tanto nacionales y extranjeros, además de la participación de estudiantes de licenciatura, maestría, doctorado y postdoctorado, capaces de dedicarse al desarrollo de innovación tecnológica, investigación básica y aplicada, así como en la capacitación.

iiDEA desarrolla una Desaladora Modular Geotérmica

Actualmente iiDEA desarrolla una Desaladora Modular Geotérmica (DMG), impulsado ya que la desalación de agua de mar ha demostrado ser una opción viable para satisfacer el abastecimiento de agua potable en aquellos sitios donde, el agua es un recurso escaso.

Hasta ahora, las tecnologías de desalación han demostrado ser afines a recursos alternos, energías como la solar, eólica, geotérmica, se muestran como una gran promesa en el ámbito de la desalación de agua de mar, manifestando una excelente calidad en el agua producto y una sinergia favorable con el medio ambiente.

iiDEA ha desarrollado la unidad DMG, la cual utiliza efluentes geotérmicos de baja temperatura (~90°C), optimizando el aprovechamiento de energía térmica y mostrando buenos índices de recuperación de agua producto respecto al agua de mar de alimentación.

Las unidades convencionales de desalación, utilizan remanentes energéticos en un rango de temperaturas de 80°C a 120°C. En el mundo el ejemplo que ilustra la factibilidad de estos proyectos es una planta desaladora MED instalada en Kimolos Grecia, la cual es alimentada por una fuente geotérmica con temperatura entre 61°C y 62°C, su producción es de 80 m³/día, con un costo de producción, operación y mantenimiento anuales de \$2.24USD/m³.

La tecnología DMG, tiene un mercado potencial al noroeste de México, en zonas donde el abastecimiento de agua potable se pone en duda con el paso de los años. En las costas de estados como Sonora, Baja California y Baja California Sur, se cuenta con los elementos necesarios para implementar la unidad DMG: geotermia de media y baja temperatura, así como agua de mar.

Deshidratador Geotérmico de Alimentos

Una urbe creciente y en desarrollo tiene necesidades que pueden ser satisfechas de maneras diversas y versátiles; Un claro ejemplo es el abastecimiento de alimentos, que día con día representa un reto para los productores de frutas y verduras. Por otra parte se producen frutos y granos deshidratados, con el objetivo de comercializarlos como golosinas en ciertos centros comerciales o como productos para la industria gastronómica tipo gourmet, es decir, sectores comerciales selectivos, dado que la producción resulta cara por el empleo de combustibles de origen fósil.

Por lo anterior se está desarrollando el Deshidratador Geotérmico de Alimentos (DGA) con el propósito de estimular, primeramente, el uso de energía geotérmica de baja entalpía, la cual es abundante en nuestro país y solo se aprovecha con fines recreativos, ofrecer productos con mejores características organolépticas, comparados con las técnicas artesanales, las cuales no cuentan con un control de calidad e incluso de sanidad, podemos hablar también de la reducción de los espacios de embalaje, transportar más en menos espacio, tener productos hortofrutícolas conservados por años y en excelentes condiciones fitosanitarias para el consumo humano y consecuentemente disponer de ellos en épocas de escases o cuando simplemente estamos fuera de su temporada de cosecha.

Esta tecnología no es del todo nueva, ya que países como Estados Unidos y la India, solo por mencionar algunos, cuentan con secadores geotérmicos; sin embargo lo que nos motiva es la generación de tecnología propia, beneficiando al sector industrial y comercial nacional, de la misma manera propiciar la mitigación de gases de efecto invernadero. El potencial geotérmico en nuestro país se encentra principalmente al noroeste y ciertos sectores del suroeste, donde se tiene conocimiento de emanaciones geotérmicas de baja entalpía.

El producto que se desea deshidratar es jitomate, hortaliza que es producida en Mexicali, Baja California y donde se cuenta con el potencial geotérmico requerido para este proceso.

REGULACIÓN APLICABLE A LOS RECURSOS GEOTÉRMICOS

La regulación actual de la energía geotérmica se encuentra en diversos ordenamientos como lo son la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la Ley Federal de Derechos y la Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006. Dichos ordenamientos regulan la disposición de recursos geotérmicos de manera directa. Existen además, ordenamientos que de manera indirecta regulan los recursos geotérmicos como la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismas que complementan la regulación actual.

A continuación, se analizarán las disposiciones que regulan los recursos geotérmicos de manera directa a nivel constitucional y legal, para posteriormente analizar aquellas que de manera indirecta le resultan aplicables, y finalmente concluir acerca de su pertinencia y oportunidad.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Actualmente, los recursos geotérmicos se encuentran regulados por la legislación en materia de aguas nacionales, por lo que para revisar su ordenamiento debemos analizar en primer lugar el artículo 27 constitucional, en sus partes conducentes, exaltando las partes relativas al tratamiento de aguas del subsuelo.

En el artículo 27 constitucional se establece que la propiedad originaria de tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellos a los particulares constituyendo así la propiedad privada, y su explotación, uso o aprovechamiento por parte de los particulares, sólo podrá efectuarse mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

En 1917, la Constitución nacionalizó las tierras y las aguas, considerando a la propiedad pública un medio y no un fin. En este orden de ideas, se dice que la propiedad pública es un medio para que la Nación cumpla su cometido. En México la propiedad privada es una creación jurídica, es decir, un derecho derivado cuya fuente y límite es la ley. De ahí se desprende que es una propiedad privada con función social. Propiedad a la que se le pueden imponer las modalidades que dicte el interés público y expropiar por causa de utilidad pública. En esto consiste el principio que se desprende del primer párrafo del artículo 27 constitucional.⁹

⁹ FARÍAS HERNÁNDEZ, Urbano, *Derecho mexicano de aguas nacionales*, México, Editorial Porrúa, 1993, p. 41.

En la exposición de motivos del artículo 27, se aprecia: “En tal concepto, la Nación viene a tener el derecho pleno sobre las tierras y aguas de su territorio, y sólo reconoce u otorga a los particulares o reconoce u otorga a los particulares el dominio directo, en las mismas condiciones en que se tiene por los mismos particulares durante la época colonial y en las mismas condiciones en que la Republica después lo ha reconocido u otorgado. El derecho de propiedad así concebido es considerablemente adelantado, y permite a la Nación retener bajo su dominio, todo cuanto sea necesario para el desarrollo social, como las minas, el petróleo, etcétera, no concediendo a los particulares, más que los aprovechamientos que autoricen las leyes respectivas”.

Se transcribe de manera textual dicho párrafo:

“Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

(...)”

El primer párrafo del artículo 27 constitucional establece la presunción general de que todas las aguas son nacionales, salvo prueba en contrario, por lo que las aguas dejan de tener tal carácter sólo por excepción y cuando se demuestre que se cae en un supuesto según el cual se considera legalmente transmitido el dominio de ellas a un particular.

Urbano Farías, en su libro *Derecho Mexicano de Aguas Nacionales*, refiere que las tierras y las aguas tienen un tratamiento diferente que deriva de su propia naturaleza jurídica, puesto que las tierras son propiedad privada y, por excepción, pública y social, y las aguas son propiedad pública y excepcionalmente pueden entrar en el dominio de los particulares siendo éste, por lo tanto, un régimen de excepción y de aplicación estricta.

El régimen de las aguas es entonces *sui generis*, por la propia naturaleza cambiante y dinámica de las aguas, que las hacen inaprehensibles; sobre ellas se tiene un derecho de explotación, uso o aprovechamiento y no de propiedad en el sentido tradicional del concepto.¹⁰

El quinto párrafo del artículo 27 constitucional establece las aguas que se deben mantener como propiedad de la Nación, el listado que contiene es de carácter enunciativo no sólo son aguas nacionales las que se precisan en el párrafo quinto del artículo 27 constitucional, sino que también lo son aquellas que se encuentran en depósitos o corran en bienes que sean de la Federación; sean éstos del dominio privado o del dominio público. Se trata de casi todas las aguas continentales, sean superficiales o del subsuelo; y

¹⁰ *Ibidem.* pp. 42

todas las de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional.

Robustece lo anterior la parte final del citado párrafo constitucional al señalar que cualquier otra no incluida en la enumeración se considera parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran. Se transcribe el párrafo quinto del artículo 27 constitucional en comento:

“ (...)

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije (sic) Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes (sic) y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos; el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. Cualesquiera otras aguas no incluidas en la enumeración anterior, se considerarán como parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, pero si se localizaren en dos o más predios, el aprovechamiento de estas aguas se considerará de utilidad pública, y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los Estados.

(...)”

De lo arriba transcrito se desprende que, si las aguas corren y se depositan sobre bienes nacionales, se considera que forman parte de dichos bienes y con ello se convierten en aguas nacionales o de jurisdicción federal.

Resulta de igual importancia indicar que las aguas que no son nacionales se consideran parte integrante de la propiedad de los terrenos por los que corran o en los que se encuentren sus depósitos, es decir, que constitucionalmente se encadenan tierra y agua, y se les sujeta al mismo aprovechamiento, por lo que en aplicación estricta de dicha norma, las aguas pueden ser parte integrante de la propiedad estatal, municipal, social (ejidos y comunidades) y hasta privada, según donde se encuentren o transiten. En los

casos anteriores, cuando se localicen en dos o más predios, el aprovechamiento de agua se considerará de utilidad pública y quedará sujeto a las disposiciones que dicten los estados de la República.¹¹

La separación que existe entre las aguas superficiales nacionales y las aguas que no lo son en virtud de formar parte de los terrenos en los que corran o se depositen, no existe en el caso de las aguas del subsuelo; por un lado, se señala en el artículo 27 constitucional que son aguas nacionales y como tales inalienables e imprescriptibles, lo que no cambia por su extracción, y, por otro lado, se dice que en las zonas de libre alumbramiento, pueden “apropiarse por el dueño del terreno”. Es decir que en zonas de libre alumbramiento, las aguas nacionales del subsuelo pueden aprovecharse libremente por el dueño del terreno.

Es en este punto donde se encuentra la regulación constitucional de los recursos geotérmicos, los cuales como veremos al analizar la Ley de Aguas Nacionales, tienen tratamiento de aguas del subsuelo.

Lo anterior posiblemente se debe a que los recursos geotérmicos se aprovechan-como se ahondó en capítulos precedentes- por medio de un fluido que circula por las proximidades del mismo; ese fluido puede ser agua naturalmente alojada en el yacimiento geotérmico, o bien un fluido que se inyecta de manera artificial. Por lo anterior, al aprovecharse de las aguas del subsuelo para disfrutar de los beneficios de los recursos geotérmicos.

Ahora bien, la Constitución en ningún momento habla específicamente de recursos geotérmicos, ni debería hacerlo, sino establecer el marco dentro del cual debieran regularse los recursos naturales y el aprovechamiento de la energía, lo cual no sucede.¹² La Constitución aborda la materia energética de manera indirecta, regulando por un lado la propiedad de la tierra; el aprovechamiento de los recursos derivados de ésta, en el caso específico de la materia geotérmica, se regula como recurso hídrico.

Para concluir el análisis de constitucional de los recursos geotérmicos, hay que mencionar que la fracción I del artículo 27 constitucional prevé que sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas, o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas.

Asimismo, establece que el Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros que convengan ante la Secretaría de Relaciones Exteriores en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos.

¹¹ *Ibidem.* pp.44.

¹² *Análisis Preliminar para la Regulación de la Energía Geotérmica en México*, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas-Comisión Federal de Electricidad, 1997.

Lo anteriormente descrito se desprende de la siguiente transcripción:

“(…)

La capacidad para adquirir el dominio de las tierras y aguas de la Nación, se regirá por las siguientes prescripciones:

I. Sólo los mexicanos por nacimiento o por naturalización y las sociedades mexicanas tienen derecho para adquirir el dominio de las tierras, aguas y sus accesiones o para obtener concesiones de explotación de minas o aguas. El Estado podrá conceder el mismo derecho a los extranjeros, siempre que convengan ante la Secretaría de Relaciones en considerarse como nacionales respecto de dichos bienes y en no invocar por lo mismo la protección de sus gobiernos por lo que se refiere a aquéllos; bajo la pena, en caso de faltar al convenio, de perder en beneficio de la Nación, los bienes que hubieren adquirido en virtud del mismo. En una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el dominio directo sobre tierras y aguas.

(…)”

Esto es, el sexto párrafo del artículo 27 establece que la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se podrá realizar previas concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Cabe señalar que la concesión es un acto administrativo a través del cual el Estado privilegia a los particulares, por tiempo determinado, la organización y funcionamiento de un servicio público o la explotación y aprovechamiento de bienes del dominio del Estado.

Es decir, la concesión es acto de autoridad, por lo cual debe estar previsto en la ley por el principio de legalidad.

La concesión de aguas -al igual que la de cualquier bien del dominio público de la Nación o Federación- no crea derechos reales pues, como se señala en el artículo 13 de la Ley General de Bienes Nacionales, otorga simplemente -frente a la Administración Pública y sin perjuicio de terceros- el derecho de realizar las explotaciones o los aprovechamientos que las leyes respectivas regulen, a condición de que su titular cumpla con las obligaciones que se le impongan.

Ley de Energía Geotérmica

La Ley de Energía Geotérmica (LEG) fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y entró en vigor el 12 de agosto de 2014. Por su parte, el Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica (RLEG) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014 y entró en vigor al día siguiente de su publicación.

La LEG tiene por objeto regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo dentro

de los límites del territorio nacional, con el fin de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos.

Por su parte, el objeto del RLEG consiste en establecer los requisitos, procedimientos y demás actos que permitan la realización de las actividades previstas en la LEG.

Las actividades reguladas por la LEG son las siguientes: *reconocimiento*, *exploración* y la *explotación* de recursos geotérmicos.

Dichas actividades pueden ser llevadas a cabo tanto por particulares, ya sean personas físicas o morales constituidas conforme a las leyes mexicanas, como por empresas productivas del Estado.

Para su breve estudio y análisis, se procederá a enlistarlas y enunciar algunas características de las actividades.

Reconocimiento:

Para realizar dicha actividad, se requiere únicamente del *registro* que otorgue la Secretaría de Energía (SENER). Para que sea otorgado el registro, el solicitante requiere acreditar, entre otras cosas, su capacidad jurídica, técnica y financiera para la realización de trabajos de reconocimiento de un área determinada. Asimismo, el interesado deberá demostrar su experiencia en materia de energía geotérmica. Una vez que la solicitud presentada haya sido admitida a estudio y trámite, puede resultar que la solicitud deba ser sometida a consulta indígena.

La vigencia del registro de reconocimiento será de ocho meses.

Exploración:

Para efectuar la exploración de recursos geotérmicos, se requiere de un *permiso* previo otorgado por la SENER. Para que sea otorgado el permiso, el interesado requiere acreditar, entre otras cosas, su capacidad jurídica, técnica y financiera; experiencia en materia de energía geotérmica y presentar un programa de exploración. Una vez que la solicitud presentada haya sido admitida a estudio y trámite, puede resultar que la solicitud deba ser sometida a consulta indígena.

Los permisos generan un derecho temporal y exclusivo, para explorar recursos geotérmicos dentro de un área que no podrá ser mayor de 150 km². La vigencia del permiso es de tres años y prorrogable por tres años más.

Si se tratare de yacimientos geotérmicos hidrotermales, el permisionario deberá realizar la perforación y terminación de uno a cinco pozos exploratorios geotérmicos, y ello será determinado por la SENER, de manera fundada y motivada. Si se tratare de otro tipo de

yacimientos geotérmicos, la SENER puede determinar la necesidad y, en su caso, la cantidad de pozos exploratorios geotérmicos que deberán perforarse y terminarse.

Explotación:

Para efectuar dicha actividad, se requiere de una *concesión* otorgada por la SENER. Para lo anterior, el interesado requiere forzosamente ser permisionario del área geotérmica respecto de la cual se pretende llevar a cabo la explotación de recursos geotérmicos.

Al presentar la solicitud, el interesado debe acreditar, entre otras cosas, su capacidad legal, técnica, financiera y administrativa para desarrollar, operar y mantener las instalaciones necesarias para la explotación de recursos geotérmicos. Aunado a lo anterior, el interesado deberá presentar, entre otras cosas, un programa de desarrollo de explotación. Una vez que la solicitud presentada haya sido admitida a estudio y trámite, puede resultar que la solicitud deba ser sometida a consulta indígena.

Las concesiones geotérmicas otorgan a su titular el derecho de aprovechamiento y ejercicio continuo y exclusivo del yacimiento geotérmico localizado en el área objeto de la concesión. La vigencia del título de concesión es de treinta años y puede solicitarse una prórroga de la misma.

Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales es reglamentaria del artículo 27 de la Constitucional en materia de aguas, es de observancia general en todo el territorio, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución, control, preservación en cuanto a su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo.

El artículo 81 de la Ley de Aguas Nacionales establece que la explotación, el uso o aprovechamiento de aguas de subsuelo en estado de vapor o con temperatura superior a 80 °C, cuando se pueda afectar un acuífero, requerirán de la concesión previa para generación geotérmica u otros usos, además de la evaluación del impacto ambiental.

Se transcribe de manera textual dicho artículo:

“Artículo 81. Los interesados en realizar trabajos de exploración con fines geotérmicos, deberán solicitar a “la Comisión” permiso de obra para el o los pozos exploratorios, en términos de lo dispuesto por la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento.

La explotación, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo, contenidas en yacimientos geotérmicos hidrotermales, requiere de concesión de agua otorgada por “la Comisión” y de autorización en materia de impacto ambiental.

Las concesiones de agua a que alude el párrafo anterior serán otorgadas de conformidad con los requisitos establecidos en la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento. En todo caso, la dependencia ante la cual se realizarán los trámites relativos a su otorgamiento y modificación, será la que señala el artículo 2 fracción XVI de la Ley de Energía Geotérmica.

Como parte de los requisitos que establece la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento para el otorgamiento de concesiones de agua, el interesado deberá presentar a la dependencia a que alude el párrafo anterior, los estudios del yacimiento geotérmico hidrotermal que determinen su localización, extensión, características y conexión o independencia con los acuíferos adyacentes o sobreyacentes.

Los estudios y exploraciones realizados por los interesados deberán determinar la ubicación del yacimiento geotérmico hidrotermal con respecto a los acuíferos, la probable posición y configuración del límite inferior de éstos, las características de las formaciones geológicas comprendidas entre el yacimiento y los acuíferos, entre otros aspectos.

Si los estudios demuestran que el yacimiento geotérmico hidrotermal y los acuíferos sobreyacentes no tienen conexión hidráulica directa, el otorgamiento de la concesión de agua por parte de “la Comisión”, no estará sujeta a la disponibilidad de agua de los acuíferos ni a la normatividad relativa a las zonas reglamentadas, vedas y reservas, respectivas.

“La Comisión” otorgará al solicitante, a través de la dependencia a que la alude la fracción XVI del artículo 2 de la Ley de Energía Geotérmica, la concesión de agua correspondiente sobre el volumen de agua solicitado por el interesado y establecerá un programa de monitoreo a fin de identificar afectaciones negativas a la calidad del agua subterránea, a las captaciones de la misma o a la infraestructura existente derivadas de la explotación del yacimiento.

Se requerirá permiso de descarga y autorización en materia de impacto ambiental cuando el agua de retorno se vierta a cuerpos receptores que sean aguas nacionales y demás bienes nacionales o cuando se trate de la disposición al subsuelo de los recortes de perforación. La reincorporación del agua de retorno al yacimiento geotérmico hidrotermal, requiere permiso de obra para el pozo de inyección.

Las concesiones de agua otorgadas por “la Comisión”, podrán ser objeto de modificación en caso de alteración de los puntos de extracción o inyección, redistribución de volúmenes, relocalización, reposición y cierre de pozos.”

Por su parte el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales mediante el artículo 126¹³, complementa el artículo 81 de la Ley estableciendo que el uso de agua en estado de vapor para la generación de energía eléctrica y el uso de agua para enfriamiento, se considerará uso industrial.

Ley General de Bienes Nacionales

La Ley General de bienes Nacionales es de orden público e interés general y tiene por objeto establecer los bienes que constituyen el patrimonio de la Nación; el régimen de dominio público de los bienes de la Federación y de los inmuebles de los organismos descentralizados de carácter federal; la distribución de competencias entre las dependencias administradoras de inmuebles; las bases para la integración y operación del Sistema de Administración Inmobiliaria Federal y Paraestatal y del Sistema de Información Inmobiliaria Federal y Paraestatal, incluyendo la operación del Registro Público de la Propiedad Federal; las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, con excepción de aquéllos regulados por leyes especiales; las bases para la regulación de los bienes muebles propiedad de las entidades; y por último la normatividad para regular la realización de avalúos sobre bienes nacionales.

Sobre el particular, de acuerdo con la fracción I del artículo tercero, son bienes nacionales, entre otros, los señalados en el artículo 27 constitucional, párrafos cuarto, quinto y octavo, dentro de los que se encuentran las aguas de propiedad nacional.

Conforme al artículo cuarto de la Ley General de Bienes Nacionales, los bienes nacionales están sujetos al régimen de dominio público o a la regulación específica que señale el artículo 27.

Algunos bienes nacionales tienen la característica de ser de uso común, tal y como lo dispone el artículo séptimo de la Ley en comento, como en el caso del agua, los cauces, las corrientes y los vasos de los lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional; las riberas y zonas federales de las corrientes; las presas, diques y sus vasos, canales, bordos y zanjas, construidos para la irrigación, navegación y otros usos de utilidad pública, con sus zonas de protección y derechos de vía, o riberas en la extensión que en cada caso, fije la dependencia competente en la materia, de acuerdo con las disposiciones legales aplicables. Sin embargo, en el artículo octavo de la misma Ley se establece que todos los

¹³ Artículo 126. El uso de agua en estado de vapor para la generación de energía eléctrica y el uso de agua para enfriamiento, se considerará uso industrial.

habitantes de la República pueden usar los bienes de uso común, sin más restricciones que las establecidas por las leyes y reglamentos administrativos.¹⁴

Para aprovechamientos especiales sobre los bienes de uso común se requiere de una concesión, autorización o permiso otorgados con las condiciones y requisitos establecidos en las leyes.

Lo expuesto en concordancia con la Ley de Aguas Nacionales. Esta ley tampoco regula directamente los recursos geotérmicos.

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Antes de analizar la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, debe establecerse que las energías renovables, son aquellas cuya fuente reside en fenómenos naturales, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica. Entre este tipo de fuentes de energía, podemos destacar el viento, la radiación solar, el movimiento de las aguas en cauces naturales o artificiales, la energía oceánica (mareomotriz, mareomotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal), el calor de los yacimientos geotérmicos.¹⁵

Esta ley surgió por la necesidad de impulsar la utilización de las energías renovables. Su objeto es regular el aprovechamiento de dichas fuentes de energía y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica.

La Secretaría de Energía es la autoridad que encabeza a las autoridades encargadas de su aplicación. Es responsabilidad de esta secretaría impulsar la utilización de energías renovables mediante la creación de un Programa Especial para el Aprovechamiento de las Energías Renovables, además de establecer y actualizar el Inventario Nacional de las Energías Renovables, con programas a corto plazo y planes y perspectivas a mediano y largo plazo comprendidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables y en la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

¹⁴ LIMA CERVANTES, Julio César, *Régimen jurídico en materia de aguas nacionales en México*. En: El Foro, primer semestre 2008, tomo XXI, número 1, p. 165.

¹⁵ BURGUETE STANEK, Leopoldo. Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. En: Abogado Corporativo, noviembre-diciembre 2008, volumen 1, número 8, p. 15.

Dicho Programa es coordinado por el Consejo Consultivo para las Energías Renovables, cuyo objetivo es recabar las opiniones de los diversos sectores vinculados a la materia.

La Comisión Reguladora de Energía está facultada por la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética para expedir lineamientos y normas de carácter administrativo relativas a la generación e intercambio de electricidad a partir de energías renovables.

En particular esta ley resulta relevante en cuanto a geotermia se refiere, toda vez que define como energía geotérmica “el calor de los yacimientos geotérmicos”, como se aprecia de la siguiente transcripción del artículo tercero de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética:

“Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

I. [...]

II. Energías renovables. Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:

a) El viento;

b) La radiación solar, en todas sus formas;

c) El movimiento del agua en cauces naturales o artificiales;

d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: mareomotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;

e) El calor de los yacimientos geotérmicos;

f) Los bioenergéticos, que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, y

g) Aquellas otras que, en su caso, determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción;

[...]”

Por su parte, el artículo cuarto de la misma Ley, establece lo siguiente:

“Artículo 4. El aprovechamiento de los cuerpos de agua, los bioenergéticos, el viento y los recursos geotérmicos, así como la explotación de minerales asociados a los yacimientos geotérmicos, para la producción de energía eléctrica, se sujetará y llevará a cabo

de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables en la materia.”

De lo transcrito, podemos concluir que “el calor” de los yacimientos geotérmicos es una energía considerada renovable dentro del sistema jurídico mexicano, y que el aprovechamiento de los recursos geotérmicos y de los minerales asociados a los yacimientos geotérmicos debe sujetarse a las disposiciones jurídicas aplicables.

En tal orden de ideas, y por lo hasta ahora expuesto, resultarían aplicables al “calor de los yacimientos geotérmicos”, las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales.

Ley Federal de Derechos

En el ámbito tributario federal, junto a los impuestos, aportaciones de seguridad social y contribuciones de mejoras, se encuentra la figura denominada "derecho", la cual adquiere una importancia recaudatoria cada vez mayor, en virtud de estar relacionada con dos actividades fundamentales a cargo del Poder Ejecutivo: la prestación de servicios en sus funciones de derecho público y la administración de los bienes del dominio público de la Nación.

Actualmente, se pretende imponer los derechos señalados por la LEG mediante aprovechamientos cuya principal ventaja es que se podrán imponer mediante una autorización por parte de la Unidad de Política referida, lo cual permite mayor flexibilidad, situación especialmente conveniente en cobros de reciente creación.

La propuesta de articulado para imposición de aprovechamientos en materia de geotermia es la siguiente:

Artículo 1.- Los aprovechamientos que establece el presente se pagarán por la exploración o explotación de los recursos geotérmicos de la Nación sujetos a la aplicación de la Ley de Energía Geotérmica.

Artículo 2.- Los aprovechamientos que se establecen en el presente se pagarán en el monto, forma, lugar y época de pago que se señalan.

Artículo 3.- Las personas físicas y las morales pagarán los aprovechamientos que se establecen en el presente en las oficinas que autorice la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

El pago de los aprovechamientos que se establecen por medio del presente para prestación de servicios de la Secretaría de Energía deberá hacerse por el contribuyente antes de presentar ante la Secretaría de Energía la solicitud del trámite de que se trate.

En el caso de pago de aprovechamientos que establecen por medio del presente por exploración o explotación de recursos geotérmicos, éste deberá realizarse por el contribuyente dentro de los treinta días hábiles siguientes al otorgamiento del permiso o concesión y cada año calendario.

Para el caso de los nuevos permisos o concesiones, el primer año de su vigencia será el periodo comprendido desde la fecha de otorgamiento hasta el 31 de diciembre del año de que se trate y pagarán la parte proporcional del aprovechamiento por el periodo que corresponda.

En el caso de pago de aprovechamientos por exploración o explotación de recursos geotérmicos el contribuyente deberá presentar copia de la declaración del pago de aprovechamiento de que se trate ante Secretaría de Energía dentro de los cinco días hábiles siguientes de la realización del pago.

Cuando no se presente la copia de la declaración o una vez recibida la misma, se observe que el pago del aprovechamiento de que se trate no se efectuó por la totalidad de la cuota que corresponda, la Secretaría de Energía, procederá como sigue:

- I. Requerirá al contribuyente para que en un plazo no mayor a 10 días hábiles presente copia de la declaración o, en su caso, efectúe la aclaración correspondiente presentando copia de una declaración complementaria.
- II. Una vez transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, si el contribuyente no hubiere presentado la declaración o aclaración correspondiente o de haberla presentado subsistan las diferencias, la Secretaría de Energía procederá a determinar los adeudos en el pago de los derechos y remitirá dicha determinación al Servicio de Administración Tributaria en los formatos y con los documentos que para tal efecto dicho órgano desconcentrado señale mediante reglas de carácter general, a fin de que éste último realice la notificación del adeudo y, en su caso, el requerimiento de pago correspondiente.
- III. La reincidencia en el incumplimiento del pago de los aprovechamientos correspondientes será causa de revocación del permiso de exploración o del título de concesión de explotación, según sea el caso, con independencia de las multas, recargos, actualizaciones y demás accesorios que se causen conforme a la normatividad aplicable.

El Servicio de Administración Tributaria proporcionará la asistencia legal a la Dirección General de Energías Limpias de la Secretaría de Energía con el fin de que en el procedimiento a que se refiere este artículo se cumplan las formalidades previstas en las disposiciones fiscales.

Artículo 4.- Para determinar las cuotas de los aprovechamientos establecidos en el presente se considerarán, inclusive, las fracciones del peso; no obstante lo anterior, para efectuar su pago, el monto se ajustará para que las que contengan cantidades que incluyan de 1 hasta 50 centavos se ajusten a la unidad del peso inmediata anterior y las que contengan cantidades mayores de 50 y hasta 99 centavos, se ajusten a la unidad del peso inmediata superior.

Artículo 5.- Por el estudio, trámite y, en su caso, resolución de cada solicitud de permiso de exploración geotérmica, se pagará por concepto de aprovechamientos \$33,722.69 (treinta y tres mil setecientos veintidós pesos 69/100 M.N.).

Por el estudio, trámite y, en su caso, resolución de cada solicitud de prórroga de permiso de exploración geotérmica, se pagará por concepto de aprovechamientos \$8,179.44 (ocho mil ciento setenta y nueve pesos 44/100 M.N.).

No se cobrarán los aprovechamientos prescritos en el presente artículo, cuando se trate de exploraciones de recursos geotérmicos con fines de investigación científica o educativa.

Artículo 6.- Por el estudio, trámite y, en su caso, resolución de cada solicitud de concesión de explotación geotérmica, se pagará por concepto de aprovechamientos \$35,615.12 (treinta y cinco mil seiscientos quince pesos 12/100 M.N.).

Por el estudio, trámite y, en su caso, resolución de cada solicitud de prórroga de concesión de explotación geotérmica, se pagará por concepto de aprovechamientos \$8,179.44 (ocho mil ciento setenta y nueve pesos 44/100 M.N.).

Por el estudio, trámite y, en su caso, resolución de cada solicitud de autorización de cesión de concesión de explotación geotérmica, se pagará por concepto de aprovechamientos \$8,794.94 (ocho mil setecientos noventa y cuatro pesos 94/100 M.N.).

No se cobrarán los aprovechamientos prescritos en el presente artículo, cuando se trate de explotaciones de recursos geotérmicos con fines de investigación científica o educativa.

Artículo 7.- Por el estudio y trámite de las solicitudes relativas al ejercicio de los derechos y obligaciones que prevé la Ley de Energía Geotérmica, se pagarán por concepto de aprovechamientos las siguientes cuotas:

- I. Corrección administrativa de Registros, Permisos o Concesiones de errores u omisiones dentro de los registros o títulos correspondientes 10,932.48 (diez mil novecientos treinta y dos pesos 48/100 M.N.);
- II. Expedición de duplicado del títulos de permiso o concesión geotérmica \$1,574.62 (mil quinientos setenta y cuatro pesos 62/100 M.N.);
- III. Autorización para destruir y cambiar la señal que indica la posición del Punto de Partida de un Área Geotérmica \$5,422.02 (cinco mil cuatrocientos veintidós pesos 02/100 M.N.);
- IV. Reducción o unificación de superficies de Áreas Geotérmicas amparadas por Concesiones \$4,978.51 (cuatro mil novecientos setenta y ocho pesos 73/100 M.N.);
- V. Modificaciones a un título de permiso o concesión geotérmica \$5,400.09 (cinco mil cuatrocientos pesos 09/100 M.N.).

No se cobrarán los aprovechamientos prescritos en el presente artículo, cuando se trate de exploración o explotación de recursos geotérmicos con fines de investigación científica o educativa.

Artículo 8.- Los titulares de permisos de exploración de recursos geotérmicos pagarán anualmente por cada kilómetro cuadrado o fracción otorgado, por concepto de aprovechamientos, durante los primeros tres años de vigencia del permiso \$100.00. Por cada año de vigencia de la prórroga los titulares de permisos de exploración de recursos geotérmicos pagarán anualmente por cada kilómetro cuadrado o fracción concesionada \$120.00.

No se cobrarán los aprovechamientos prescritos en el presente artículo, cuando se trate de exploraciones de recursos geotérmicos con fines de investigación científica o educativa.

Artículo 9.- Los titulares de concesiones de explotación de recursos geotérmicos pagarán anualmente por cada kilómetro cuadrado o fracción concesionado \$150.00.

Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006

La Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006 establece las especificaciones técnicas de protección ambiental que deben observarse en las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales.

Establece que en la selección del campo geotérmico a desarrollar, se deben respetar los planes de desarrollo urbano y las regulaciones sobre el uso de suelo y protección ambiental establecidos por las autoridades estatales y municipales.

Asimismo, prevé que únicamente pueden perforarse un máximo de cinco pozos exploratorios por área de interés geotérmico.

Establece también, que las dimensiones mínimas para la construcción de la plataforma de perforación deben estar determinadas por el tamaño del equipo de perforación a utilizar y por la topografía de la zona seleccionada a perforar. Sin embargo, la plataforma de perforación no debe exceder los 80 m de ancho por 100 m de largo, más el área de la presa de lodos que no debe exceder los 625 m².

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006 (NOM), las actividades de construcción y evaluación preliminar de pozos geotérmicos para exploración, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, fuera de áreas naturales protegidas y terrenos forestales, está sujeta a evaluación de la conformidad, es decir, a la determinación del grado de cumplimiento de la NOM en comento, comprendiendo los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación, que será realizada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. En dicho procedimiento de evaluación de conformidad, deberán seguirse las siguientes etapas:

Inicio de construcción de pozos geotérmicos. En esta etapa se determinará si el sitio se encuentra dentro del campo de aplicación de la norma, y se analizará la descripción de la situación inicial del proyecto.

Construcciones de pozos geotérmicos. Etapa en la que se determinará si el número de pozos exploratorios se ajusta a lo previsto en esta norma, y si se observan todas las disposiciones referentes al acondicionamiento del sitio, obras civiles, montaje de maquinaria y equipo, y perforación de pozos.

Evaluación preliminar de pozos. Etapa destinada a determinar si se cumple con las especificaciones que llevan a conocer la factibilidad de producción del yacimiento, establecidas en la NOM.

Término de las actividades y abandono del sitio. En esta última etapa se determinará si se cumple con las especificaciones que permiten dejar el sitio con el menor impacto ambiental posible.

La importancia de esta NOM, más allá de las especificaciones de protección ambiental que prevé, radica en las definiciones que precisa.

La vigilancia del cumplimiento de la NOM corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la CONAGUA, así como a los gobiernos estatales y municipales en el ámbito de sus respectivas atribuciones, cuyo personal realizará los trabajos de inspección y vigilancia.

Las violaciones a la NOM se sancionarán en los términos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos; la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente; la Ley de Aguas Nacionales y demás aplicables.

Esta NOM actualmente está en revisión.

Otra normatividad aplicable

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es considerada una ley concurrente con respecto a la demás legislación vigente, ya que se trata de un parámetro de conducta para el resto de la regulación en la cual se sientan las bases para el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales de manera sustentable.

En el caso del aprovechamiento de aguas nacionales, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales hará la evaluación del impacto ambiental, es decir, un procedimiento a través del cual se establecen las condiciones a las que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Ejemplo de ello es la obligación impuesta de dar tratamiento a las aguas residuales que contengan contaminantes de forma previa a su descarga o infiltración, así como de que se cumplan las Normas Oficiales Mexicanas y las condiciones particulares de descarga, lo cual también se encuentra regulado en forma mucho más precisa por la Ley de Aguas Nacionales.

Igualmente, la ley en comento establece la obligación de las autoridades locales de vigilar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, el otorgamiento de concesiones, asignaciones o permisos para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales debe coordinarse al tratamiento de las aguas residuales que se produzcan con motivo de la realización de dichas actividades.

En la práctica, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente ha ido perdiendo su función reguladora e integradora como consecuencia de la promulgación de leyes especiales en materia ambiental, cuyas disposiciones han relegado a las de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en virtud del principio de especialidad y de ley posterior.

Al efecto, los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos, así como los criterios para la prevención y control de la contaminación del agua previstos por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, han sido retomados por la Ley de Aguas Nacionales, que establece el deber de la Federación, entidades federativas y municipios usuarios del agua y organizaciones de la sociedad de preservar las condiciones ecológicas del régimen hidrológico; responsabiliza a las personas, dependencias, organismos y entidades de los tres niveles de gobierno de tomar las medidas necesarias para prevenir la contaminación del agua y reintegrarla en condiciones adecuadas para usos posteriores; responsabiliza a las personas antes citadas del mantenimiento del equilibrio vital de los ecosistemas vitales; responsabiliza a quienes descarguen aguas residuales de su tratamiento previo, así como de la reparación del daño ambiental que en su caso éstas llegaren a causar.

No obstante lo anterior, resulta rescatable de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente el deber del Estado de observar los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos, entre los que destacan el otorgamiento de concesiones, permisos y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico; el establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva; las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones; la operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias; y las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, entre otras.

REGULACIÓN APLICABLE A LOS USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA

Analizada en general la regulación de los recursos geotérmicos, resulta necesaria la revisión de dicha regulación a la luz de los proyectos de usos directos de la geotermia.

Para lo anterior, se revisarán las disposiciones de la Ley de Energía Geotérmica, la Ley de Aguas Nacionales y el proyecto de derecho para la imposición de aprovechamientos sobre geotermia.

Ley de Energía Geotérmica

De la lectura general de la Ley de Energía Geotérmica, es fácil darse cuenta que no fue redactada con el fin de regular los usos directos de la geotermia (llamados usos *diversos* por la Ley en comento), si no con el objetivo de regular la generación de energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos, lo cual tiene como resultado que el cumplimiento de múltiples obligaciones previstas por la Ley de Energía Geotérmica en el caso de proyectos de usos directos resulte de difícil cumplimiento, obstaculizando la promoción de los mismos.

Por lo anterior, se realizó un análisis artículo por artículo de la Ley de Energía Geotérmica, para determinar su aplicabilidad a los usos directos y su conveniencia, en seguida se presenta un cuadro que refleja los artículos de la Ley de Energía Geotérmica que, en particular, presentan una problemática en su aplicación a los proyectos de usos directos de la geotermia:

| Artículo | Aplicabilidad a los usos directos | Comentarios |
|--|---|--|
| Artículo 1.- La presente Ley es de interés y orden público, y tiene por objeto regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo dentro de los límites del territorio nacional, con el fin de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos. | <p>Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin requerir interpretación para usos directos en especial.</p> <p>El artículo primero cumple con la función de enunciar el ámbito de validez material de la norma, consistente en el reconocimiento, la exploración y la explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo con el fin de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos, así como el ámbito espacial de validez, enunciado en la fórmula “es dentro de los límites del</p> | <p>Que la finalidad del aprovechados de los recursos geotérmicos sea la generación de energía eléctrica o destinarla a usos diversos, como lo establece el primer artículo de la Ley, es la base legal que regula como se van desarrollar las actividades de reconocimiento, exploración y explotación.</p> <p>La ley expresamente posibilita el aprovechamiento de los recursos geotérmicos para los usos diversos en general.</p> <p>Debe mencionarse que cuando la Ley de Energía Geotérmica se refiere a usos directos de la</p> |

| | | |
|---|--|--|
| | territorio nacional” | geotermia los denomina “diversos”. |
| <p>Artículo 3.- La aplicación e interpretación de esta Ley, para efectos administrativos, corresponde a la Secretaría.</p> <p>El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, emitirá las disposiciones de carácter general que sean necesarias para la aplicación de lo dispuesto en esta Ley y su Reglamento.</p> | <p>Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin requerir interpretación para usos directos en especial.</p> <p>Se otorga la facultad de interpretar la ley a la Secretaría de Energía, así como emitir las disposiciones necesarias para su aplicación.</p> | <p>Se otorga la facultad de interpretar la ley a la Secretaría de Energía, así como emitir las disposiciones necesarias para su aplicación.</p> <p>Debe mencionarse que este artículo podría ser el fundamento para dar una interpretación especial en el caso de los usos directos.</p> |
| <p>Artículo 13.- Para el otorgamiento de permisos de exploración, el interesado deberá presentar su solicitud ante la Secretaría, la cual deberá acompañarse de los documentos que acrediten su capacidad jurídica, técnica y financiera para la realización de trabajos de exploración de un área determinada, y demostrar su experiencia en este ramo. Lo anterior, con independencia de aquéllos requisitos que de manera expresa establezca esta Ley o su Reglamento.</p> <p>Asimismo, el interesado deberá expresar la viabilidad técnica de su proyecto y establecer un programa técnico de trabajo con metas calendarizadas, el cual deberá ser congruente con la extensión de terreno que se solicita, así como, un esquema financiero que detalle la inversión que se realizará en cada etapa.</p> | <p>Este artículo resulta aplicable, en su totalidad.</p> | <p><i>El hecho de tener que demostrar experiencia es muy difícil y desincentivaría se lleven a cabo estos proyectos ya que por la simplicidad de estos, no es necesaria una experiencia de años.</i></p> |
| <p>Artículo 23.- Los permisionarios estarán obligados a:</p> | <p>Enuncia las obligaciones de los permisionarios, por lo que hace a</p> | <p><i>La fracción segunda, referente a la obligación de reinyección en el</i></p> |

| | | |
|--|--|--|
| <p>I. Cumplir con el cronograma financiero y técnico de los trabajos a realizar durante la etapa de exploración del área geotérmica, con estricta observancia de lo dispuesto por esta Ley;</p> | <p>los usos diversos, todas resultan aplicables.</p> | <p><i>caso de proyectos de usos directos resultaría en una obligación demasiado onerosa para el caso de ya que las actividades de reinyección tendrían un costo más alto que aquel que pudiera tener la implementación del proyecto en sí mismo.</i></p> |
| <p><u>II. Tratándose de yacimientos geotérmicos hidrotermales, a reinyectar el agua geotérmica al yacimiento del cual fue extraído, con el objeto de mantener el carácter renovable del recurso;</u></p> | <p>Este artículo resulta aplicable, excepto por las fracciones II y VII.</p> | <p><i>Respecto de la obligación de garantizar, se considera que tal obligación para el caso de usos directos por su bajo impacto no requieren prestar una garantía sino que bastara con las obligaciones de índole civil que existen en general.</i></p> |
| <p>III. Cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso correspondiente;</p> | | |
| <p>IV. Pagar los derechos y aprovechamientos que se establezcan;</p> | | |
| <p>V. Recabar de las autoridades competentes, los permisos o autorizaciones ajenos a lo dispuesto en esta Ley, que sean necesarios para el desarrollo de sus actividades de exploración;</p> | | |
| <p>VI. Presentar, en tiempo y forma, los informes técnicos de los trabajos de exploración;</p> | | |
| <p><u>VII. Garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas del permiso, así como los daños y perjuicios que pudieran causar la realización de trabajos de exploración;</u></p> | | |
| <p>VIII. Otorgar las facilidades necesarias a efecto de que la autoridad competente pueda monitorear e identificar posibles afectaciones al agua subterránea, a las captaciones de la misma o a la infraestructura</p> | | |

existente, derivadas de la exploración del yacimiento;

IX. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables;

X. Realizar las aclaraciones a la solicitud, informes técnicos o financieros que sean requeridas por la Secretaría, en términos de lo dispuesto por la presente Ley;

XI. Permitir al personal comisionado por la Secretaría y otras dependencias o entidades facultadas en términos de las disposiciones legales aplicables, la práctica de visitas de verificación;

XII. Dar aviso a la Secretaría y a la autoridad que corresponda sobre el descubrimiento de subproductos tales como minerales, gases o aguas con un origen distinto a las aguas geotérmicas;

XIII. Observar las normas y disposiciones que resulten aplicables para el cumplimiento de la presente Ley, y

XIV. Las demás que señale la propia Ley, su Reglamento y demás disposiciones legales, reglamentarias, administrativas o técnicas que resulten aplicables.

Artículo 28.- Para solicitar el otorgamiento de un título de concesión, será requisito indispensable ser permisionario del área geotérmica de que se trate y haber cumplido con los términos y condiciones del permiso correspondiente, así

Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin embargo su aplicación presenta una carga a los desarrolladores de usos directos que debe analizarse.

Enuncia los requisitos para el

Si bien este artículo no presenta problemas para aplicarse a los usos directos, sí debe mencionarse que el hecho de exigir la fase de exploración el proyectos de baja entalpía es un requisito muy alto, pues para muchos de ellos como las BCG, es

como con las disposiciones que sobre el particular prevea esta Ley y su Reglamento.

Asimismo, los concesionarios deberán, en términos de las disposiciones legales aplicables, presentar a la Secretaría, evidencia documental y/o de campo que permita a la autoridad competente en el ramo, determinar que en los trabajos de explotación que se realizarán, no habrá interferencia con acuíferos adyacentes al yacimiento geotérmico, en caso de que la hubiera, el asunto se someterá a dictamen de la Comisión Nacional del Agua.

El dictamen a que se refiere el párrafo anterior, deberá entregarse a la Secretaría en el plazo de cinco días hábiles contados a partir de la solicitud que haga la Secretaría a la Comisión Nacional del Agua. Asimismo, la Secretaría contará con un plazo de diez días hábiles contados a partir de la entrega del dictamen respectivo por parte de la referida Comisión, para resolver fundada y motivadamente si el concesionario puede realizar o no los trabajos de explotación del recurso geotérmico, señalando en su caso, los términos en que deberán efectuarse los mismos.

otorgamiento de una concesión, para poder realizar la actividad de explotación, por lo que hace a los usos diversos, resulta aplicable.

un hecho que la fuente de calor existe, sin embargo no podría solicitarse de manera directa la concesión.

Artículo 34.- Los concesionarios están obligados a:

I. Cumplir con los cronogramas de inversión y de trabajos a realizar durante la

Se enuncian las obligaciones del concesionario, relevante la interpretación, acerca de la posibilidad de cederlos en conjunto o por separado.

Se considera que los usos directos por su bajo impacto y constante uso deberían tener una rendición de informes más espaciada.

etapa de explotación del área geotérmica, con estricta observancia de lo dispuesto por esta Ley y su Reglamento;

II. Cumplir con las obligaciones establecidas en el título de concesión respectiva;

III. Pagar los derechos que establece la ley de la materia;

IV. Dar aviso a la Secretaría de la disminución en sus capacidades técnicas, financieras o legales, de tal forma que les impida cumplir con los términos y condiciones establecidos en el título de concesión a efecto de que se dé lugar al procedimiento de licitación pública;

V. Solicitar la previa autorización de la Secretaría para la cesión de los derechos derivados de la concesión;

VI. Sujetarse a las disposiciones en materia ambiental, de seguridad social, protección civil, a las normas oficiales mexicanas y demás que resulten aplicables;

VII. Rendir a la Secretaría los informes técnicos y financieros semestrales relativos a la ejecución de los trabajos de explotación en los términos y condiciones que señale el Reglamento de la presente Ley y de acuerdo a los requerimientos que sobre el particular realice la Secretaría, así como, los informes anuales a que se refiere el artículo 55 de esta Ley;

VIII. Permitir al personal comisionado por la Secretaría y otras dependencias o entidades

Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin requerir interpretación para usos directos en especial, sin embargo la carga por presentar informes debe analizarse, así como la de contar por seguros contra riesgo.

Respecto del seguro contra riesgos se considera que tal obligación para el caso de usos directos por su bajo impacto no requieren prestar una garantía sino que bastara con las obligaciones de índole civil que existen en general.

facultadas en términos de las disposiciones legales aplicables, la práctica de visitas de verificación;

IX. Otorgar las facilidades a efecto de que la autoridad competente, pueda monitorear e identificar posibles afectaciones al agua subterránea, a las captaciones de la misma o a la infraestructura existente, derivado de la explotación del yacimiento geotérmico;

X. Dar aviso a la Secretaría y a la autoridad que corresponda sobre el descubrimiento de subproductos tales como minerales, gases o aguas con un origen distinto a las aguas geotérmicas;

XI. Contratar un seguro contra riesgos, a efecto de asegurar la continuidad de operaciones de explotación del área geotérmica y la generación de energía eléctrica;

XII. Retirar los bienes que se hayan instalado en el área geotérmica correspondiente, con motivo de la exploración o explotación de yacimientos geotérmicos;

XIII. Observar las normas y disposiciones que resulten aplicables para el cumplimiento del objeto y actividades reguladas por la presente Ley, y

XIV. Las demás que señale la propia Ley y su Reglamento y demás disposiciones legales, reglamentarias, administrativas o técnicas que resulten aplicables.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Artículo 55.- Los permisionarios o concesionarios deberán presentar a la Secretaría un informe técnico y financiero anual relativo a las actividades realizadas en el área geotérmica objeto del permiso o concesión.</p> | <p>Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin requerir interpretación para usos directos en especial.</p> | <p><i>Se considera que los usos directos por su bajo impacto y constante uso deberían tener una rendición de informes más espaciada.</i></p> |
| <p>Artículo 57.- Los concesionarios deberán contar con un seguro de riesgos, planes de emergencia y contingencia previamente aprobados por la Secretaría o, en su caso, por alguna otra autoridad competente en la materia de que se trate, en los que se definan políticas, lineamientos y acciones para optimizar comunicaciones y uso de recursos, que les permitan solventar efectiva y oportunamente las eventualidades, con el fin de minimizar el impacto al entorno y asegurar la continuidad de las operaciones del área geotérmica.</p> | <p>Este artículo resulta aplicable, en su totalidad, sin requerir interpretación para usos directos en especial.</p> | <p><i>No se omite mencionar nuevamente que las obligaciones relativas al seguro contra riesgos se considera que tal obligación para el caso de usos directos por su bajo impacto no requieren prestar una garantía sino que bastara con las obligaciones de índole civil que existen en general.</i></p> |

Ley de Aguas Nacionales

Como ya se precisó, el artículo 81 de la Ley de Aguas Nacionales establece que los interesados en realizar trabajos de exploración con fines geotérmicos, deberán solicitar a la Comisión Nacional del Agua permiso de obra para el o los pozos exploratorios, en términos de lo dispuesto por la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento, lo cual debe interpretarse en tal sentido solo en el caso de que el permisionario requiera perforar pozos exploratorios, de lo contrario no requerirá tal permiso. Dicha situación es de precisarse toda vez que muchas actividades de exploración en proyectos de usos directos de la geotermia no requieren perforación, o bien, la perforación que requieren en superficial, y por tanto no necesitarían el permiso de obra en cuestión.

En tal orden de ideas sigue el artículo 81 de la Ley de Aguas Nacionales señalando que la explotación, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo, contenidas en yacimientos geotérmicos hidrotermales, requiere de concesión de agua otorgada por la Comisión Nacional del Agua y de autorización en materia de impacto ambiental, presentando los estudios del yacimiento geotérmico hidrotermal que determinen su localización, extensión, características y conexión o independencia con los acuíferos adyacentes o

sobreyacentes. Por lo anterior, en caso de que para un proyecto de uso directo de recursos geotérmicos se requiera aprovecharse de aguas del subsuelo, se requerirá concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua y presentar la autorización de impacto ambiental correspondiente.

Finalmente, respecto del artículo 81 de la Ley de Aguas Nacionales, éste prevé que se requerirá permiso de descarga y autorización en materia de impacto ambiental cuando el agua de retorno se vierta a cuerpos receptores que sean aguas nacionales, requiriendo permiso de obra para pozo de inyección.

Proyecto de derecho para la imposición de aprovechamientos sobre geotermia

Tal y como se desprende del apartado Ley Federal de Derechos del presente estudio, los montos por solicitud ascienden a más de \$30,000.00, siendo que el costo de la implementación de una BCG es de menos de \$50.00 por metro cúbico, lo cual sugiere que el monto tan elevado por la solicitud de permiso o de concesión que desincentiva que los desarrolladores de usos directos de la geotermia inviertan en la industria o bien, que opten por operar fuera de la Ley, por lo que debe encontrarse un mecanismo fiscal que incentive el desarrollo de los proyectos de usos directos de la geotermia, sin hacer a un lado el debido cumplimiento a la Ley.

Resultados de la revisión a la regulación aplicable

De la revisión de la legislación aplicable a los usos directos de la geotermia se detectaron 6 temas críticos¹⁶ que deben resolverse:

1. Experiencia

En relación a lo expuesto en el apartado inmediato anterior, en el artículo 13 de la Ley de Energía Geotérmica se comentó que el hecho de tener que demostrar experiencia es muy difícil para proyectos que implican la instalación de un equipo únicamente y desincentivaría se lleven a cabo estos proyectos ya que por la simplicidad de estos, no es necesaria una experiencia de años, como se exige por la Ley.

2. Reinyección

En relación a lo expuesto en el apartado inmediato anterior, en el artículo 23 fracción II de la Ley de Energía Geotérmica se comentó que la obligación de reinyección en el caso de proyectos de usos directos es una obligación demasiado onerosa, ya que las actividades de reinyección tendrían un costo más alto que aquel que pudiera tener la implementación del proyecto en sí mismo.

¹⁶ Estas situaciones fueron analizadas en la reunión mencionada en la minuta anexa al presente, a partir de la cual se realizó el siguiente capítulo.

3. Garantías

En relación a lo expuesto en el apartado inmediato anterior, en los artículos 23, 34 y 57 de la Ley de Energía Geotérmica se comentó que la obligación de garantizar para el caso de usos directos no se requiere, sino que bastara con las obligaciones de índole civil que existen en la legislación común.

4. Permisos

En relación a lo expuesto en el apartado inmediato anterior, en el artículo 28 de la Ley de Energía Geotérmica se comentó que el hecho de exigir la fase de exploración el proyectos de baja entalpía es un requisito muy alto, pues para muchos de ellos como las BCG, es un hecho que la fuente de calor existe, sin embargo no podría solicitarse de manera directa la concesión y se impone la obligación innecesaria de realizar actividades de exploración y pagar por dicha solicitud de permiso.

5. Informes 34 55

En relación a lo expuesto en el apartado inmediato anterior, en los artículos 34 y 55 de la Ley de Energía Geotérmica se comentó que se considera que los usos directos por su bajo impacto y constante uso deberían tener una rendición de informes más espaciada.

6. Derechos

Los montos provocar que algunos proyectos no sean viables.

PLANTEAMIENTOS DE TEMAS CRÍTICOS SUJETOS A INTERPRETACIÓN ESPECIAL PARA USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA

De la revisión inicial de la legislación aplicable a los usos directos de la geotermia se detectaron seis (6) temas críticos que deben resolverse, mismos que fueron planteados en la reunión celebrada con instituciones educativas y empresas privadas interesadas en proyectos de uso directo de geotermia, personal técnico de SENER y CONAGUA, y consultores en geotermia auspiciados por el BID¹⁷.

Los Temas en comento se plantean a continuación, así como la retroalimentación recibida en la reunión en comento:

I. Experiencia del desarrollador

Fundamento

Artículo 13 de la Ley de Energía Geotérmica.

Para el otorgamiento de permisos de exploración, el interesado deberá presentar su solicitud ante la Secretaría, la cual deberá acompañarse de los documentos que acrediten su capacidad jurídica, técnica y financiera para la realización de trabajos de exploración de un área determinada, y **demostrar su experiencia en este ramo**. Lo anterior, con independencia de aquéllos requisitos que de manera expresa establezca esta Ley o su Reglamento.

Asimismo, el interesado deberá expresar la viabilidad técnica de su proyecto y establecer un programa técnico de trabajo con metas calendarizadas, el cual deberá ser congruente con la extensión de terreno que se solicita, así como, un esquema financiero que detalle la inversión que se realizará en cada etapa.

Planteamiento

Se comentó a los asistentes a la reunión que, el hecho de tener que demostrar experiencia de años en proyectos de usos directos de geotermia es muy difícil en el caso de proyectos que implican, únicamente, la instalación de un equipo y desincentivaría llevar a cabo estos proyectos, ya que por la simplicidad en el uso de los mismos¹⁸ no es necesaria una experiencia de años, como exige la Ley y su Reglamento.

¹⁷ Ver “Anexo Minuta”.

¹⁸ En este caso la simplicidad en el uso de los proyectos de usos directos de la geotermia se refiere a que muchos de éstos podrían instalarse en zonas rurales, ser instalados y operados por los habitantes de esas zonas e incluso ellos mismos podrían dar mantenimiento a las instalaciones necesarias. Por lo que la experiencia en usos directos de la geotermia como en invernaderos, desaladoras, BCG, entre otras no resulta un requisito *sine qua non* para su implementación y eficiencia.

Retroalimentación

Al respecto, se comentó que el problema planteado es cierto. Sin embargo, en proyectos como Bombas de Calor Geotérmico (BCG, también llamados intercambiadores de calor), a nivel internacional sí se exige que las empresas que instalen, operen y den mantenimiento a esta tecnología tengan experiencia basta ya que por las características de su instalación, cualquier mal funcionamiento es de difícil reparación por lo que aquellas compañías que pretendan instalar esta tecnología deben estar capacitadas y ser experimentadas en la materia. Con el fin de regular adecuadamente este tema en particular, se sugirió revisar la regulación canadiense y turca.

II. Reinyección

Fundamento

Artículo 23 fracción II de la Ley de Energía Geotérmica

Los permisionarios estarán obligados a:

[...]

II. Tratándose de yacimientos geotérmicos hidrotermales, a reinyectar el agua geotérmica al yacimiento del cual fue extraído, con el objeto de mantener el carácter renovable del recurso;

[...]

Planteamiento

Se expuso a los asistentes a la reunión que, la obligación de reinyección en el caso de proyectos de usos directos es una obligación demasiado onerosa, ya que las actividades de reinyección tendrían un costo más alto que aquel que pudiera tener la implementación del proyecto en sí mismo.

Retroalimentación

En primer lugar se comentó que en los casos de usos directos de la geotermia no siempre se requiere un uso de recursos hídricos.

Asimismo, se mencionó que no todos los proyectos de usos directos de la geotermia son de baja cuantía, por lo que sí debía tomarse en cuenta para proyectos poco onerosos pero no en general, sin embargo lo que se sugiere es especificar en que condiciones debe realizarse la reinyección y aclarar los casos en los que por las condiciones del proyecto en particular la reinyección es técnicamente imposible.

Por otro lado, se comentó que las vicisitudes de la reinyección no son sólo para usos directos de la geotermia, sino que también en los casos de la generación de energía eléctrica, por lo que se sugirió que los temas relacionados con la reinyección sean objeto de lineamientos emitidos en coordinación con CONAGUA, para regular en especial dicho tópico, y probablemente también con la participación de SEMARNAT.

III. Garantías

Fundamento

Artículos 23, 34 y 57 de la Ley de Energía Geotérmica

23. Los permisionarios estarán obligados a:

[...]

VII. Garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas del permiso, así como los daños y perjuicios que pudieran causar la realización de trabajos de exploración;

[...]

34. Los concesionarios están obligados a:

[...]

XI. Contratar un seguro contra riesgos, a efecto de asegurar la continuidad de operaciones de explotación del área geotérmica y la generación de energía eléctrica;

[...]57. Los **concesionarios deberán contar con un seguro de riesgos, planes de emergencia y contingencia previamente aprobados por la Secretaría** o, en su caso, por alguna otra autoridad competente en la materia de que se trate, en los que se definan políticas, lineamientos y acciones para optimizar comunicaciones y uso de recursos, que les permitan solventar efectiva y oportunamente las eventualidades, con el fin de minimizar el impacto al entorno y asegurar la continuidad de las operaciones del área geotérmica.

Planteamiento

Se explicó que la obligación de garantizar para el caso de usos directos no se requiere, sino que bastará con las obligaciones de índole civil que existen en la legislación común.

Retroalimentación

En este tema, se comentó que efectivamente no sería necesario presentar una garantía de cumplimiento para realizar actividades relacionadas con usos directos de la geotermia, por el bajo impacto y mínimo riesgo, en especial de los proyectos analizados que fueron mencionados inicialmente.

No obstante, tales precisiones deben ser aclaradas mediante como reglas de carácter general.

IV. Permisos

Fundamento

Artículo 28 de la Ley de Energía Geotérmica

Para solicitar el otorgamiento de un título de concesión, será requisito indispensable ser permisionario del área geotérmica de que se trate y haber cumplido con los términos y condiciones del permiso correspondiente, así como con las disposiciones que sobre el particular prevea esta Ley y su Reglamento.

Asimismo, los concesionarios deberán, en términos de las disposiciones legales aplicables, presentar a la Secretaría, evidencia documental y/o de campo que permita a la autoridad competente en el ramo, determinar que en los trabajos de explotación que se realizarán, no habrá interferencia con acuíferos adyacentes al yacimiento geotérmico, en caso de que la hubiera, el asunto se someterá a dictamen de la Comisión Nacional del Agua.

El dictamen a que se refiere el párrafo anterior, deberá entregarse a la Secretaría en el plazo de cinco días hábiles contados a partir de la solicitud que haga la Secretaría a la Comisión Nacional del Agua. Asimismo, la Secretaría contará con un plazo de diez días hábiles contados a partir de la entrega del dictamen respectivo por parte de la referida Comisión, para resolver fundada y motivadamente si el concesionario puede realizar o no los trabajos de explotación del recurso geotérmico, señalando en su caso, los términos en que deberán efectuarse los mismos.

Planteamiento

Se explicó que el hecho de exigir la fase de exploración en los proyectos de usos directos de la geotermia es un requisito muy alto, pues para muchos de ellos como las BCG, es un hecho que la fuente de calor existe, sin embargo no podría solicitarse de manera directa la concesión y se impone la obligación innecesaria de realizar actividades de exploración y pagar por dicha solicitud de permiso.

Retroalimentación

Se consideró apropiada la puntualización sobre la necesidad de un permiso anterior a la puesta en marcha de varios proyectos de usos directos de la geotermia, sin embargo no se consideró propio su generalización, ya que algunos proyectos sí requieren una fase de exploración.

Asimismo, se comentó que el caso de las BCG lo oportuno es únicamente el registro de quienes instalen esta tecnología, es decir registrar a las empresas, para asegurar que están capacitadas por las razones expuestas en el apartado relativo a la "Experiencia".

Se considera que lo adecuado es realizar las precisiones de pertinentes sobre este tema en particular mediante la expedición de reglas de carácter general.

V. Informes

Fundamento

Artículos 34 y 55 de la Ley de Energía Geotérmica

34. Los concesionarios están obligados a:

[...]

VII. **Rendir a la Secretaría los informes técnicos y financieros semestrales** relativos a la ejecución de los trabajos de explotación en los términos y condiciones que señale el Reglamento de la presente Ley y de acuerdo a los requerimientos que sobre el particular realice la Secretaría, así como, los informes anuales a que se refiere el artículo 55 de esta Ley;

[...]

55. Los **permisionarios o concesionarios deberán presentar a la Secretaría un informe técnico y financiero anual** relativo a las actividades realizadas en el área geotérmica objeto del permiso o concesión.

Planteamiento

Se planteó que los usos directos por su bajo impacto y constante uso deberían tener una rendición de informes más espaciada.

Retroalimentación

Este punto se consideró adecuado y pertinente por los asistentes a la reunión, por lo que deberá considerarse este aspecto en el momento de emitir un documento legal adecuado para su reforma.

VI. Derechos

Fundamento

Propuesta de aprovechamientos elaborada por la Dirección General de Energías Limpias

Planteamiento

Los montos deben analizarse y reducirse.

Retroalimentación

Se comentó que los montos no son obstáculo para implementar proyectos de usos directos de geotermia. También se opinó en el sentido contrario, por lo que se sugiere analizar la propuesta para que se reduzcan los montos por prestación de servicios de la Secretaría y sean proporcionales por el uso del recurso geotérmico.

Vale la pena mencionar que, hasta ahora, imposible explicar cómo se determinan los montos de los derechos/aprovechamientos que deben enterarse, ya que estos no han sido publicados y se trata de información confidencial de la Secretaría de Energía y de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Sin embargo, sabemos que por la naturaleza de los derechos y aprovechamientos sus montos se basan principalmente en el costo que estos implican a la Administración Pública Federal en recursos humanos y materiales, por lo que no reflejan las distinciones técnicas de los proyectos.

VII. Otros temas comentados

Usos de la geotermia de mediana y baja entalpía para generar energía eléctrica

A pesar que México cuenta con un amplio potencial de geotermia en mediana y baja entalpía, su aprovechamiento se ha centrado casi exclusivamente en la balneología.

La tecnología para generar electricidad a partir de recursos geotérmicos de baja y mediana temperatura está totalmente probada. La tecnología para generar electricidad a partir de fluidos geotérmicos de temperatura media y baja, entre unos 120 y 160°C, contenidos en acuíferos someros es un hecho que en México difícilmente se puede poner en marcha debido a que el artículo 81 de la Ley de Aguas Nacionales establece que la explotación, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo, contenidas en yacimientos geotérmicos hidrotermales, requiere de concesión de agua otorgada por la Comisión Nacional del Agua y de autorización en materia de impacto ambiental, **además de que deben presentarse estudios que demuestren que el yacimiento geotérmico hidrotermal y los acuíferos sobreyacentes no tienen conexión hidráulica directa**, lo cual no es factible ya que no puede establecerse a ciencia cierta la independencia entre ellos debido a que la tecnología aún no lo permite¹⁹.

No obstante lo anterior, las características de los proyectos de generación de energía eléctrica con mediana entalpía no implican un uso o explotación exhaustiva del recurso hídrico que se utiliza, sino que una vez extraído el calor se reinyecta, prácticamente, la totalidad del recurso hídrico extraído.

¹⁹ La Dirección de Geotermia de la Secretaría de Energía mencionó que esta situación es un hecho bien sabido por la industria geotérmica.

Derivado de lo anterior, existe un problema aparente para llevar a cabo estos proyectos, toda vez que la Ley de Aguas Nacionales no contempla una regulación de los usos no extractivos del agua, que corresponden a los usos que ocurren sin extracción o consumo total del recurso.

Sin embargo, no se considera tal hecho como un obstáculo insuperable, pues dado que no se afectaría la disponibilidad del recurso hídrico, por lo que es un tema que puede salvarse con la interpretación de la Ley de Aguas Nacionales.

POSIBLES SOLUCIONES A LOS TEMAS PLANTEADOS

I. Usos directos de la geotermia

En la reunión se plantearon las siguientes soluciones con fundamento en el artículo 52 de la Ley de Energía Geotérmica:

“El aprovechamiento de energía geotérmica para usos distintos a la generación de energía eléctrica, **será regulado en lo que resulte aplicable**, por esta Ley y su Reglamento, sin perjuicio de las disposiciones específicas que de acuerdo con la materia de que se trate resulten aplicables.”

- Emisión de lineamientos para usos directos de la geotermia.
- Publicación de criterios de interpretación para usos directos de la geotermia en el DOF.

De dichas soluciones para la mejor regulación de los usos directos de la geotermia se consideró por los asistentes a la reunión la **emisión de lineamientos especiales**, emitidos por la Secretaría de Energía, los cuales deberán abarcar los temas planteados en el presente documento, tomando en cuenta la legislación internacional.

II. Generación de electricidad mediante recursos geotérmicos de mediana entalpía

Se debe concienciar a la Comisión Nacional del Agua sobre el uso no extractivo de los recursos hídricos para la generación de electricidad mediante recursos geotérmicos de mediana entalpía pues su regulación e imprecisa interpretación obstaculiza el desarrollo de estos proyectos.

CONCLUSIONES FINALES

Las siguientes conclusiones consideran que técnicamente existen varias formas de distinguir las actividades geotérmica; sin embargo, tomando en cuenta la reforma energética se considera que la regulación debe distinguirse en términos del artículo 1º de la Ley de Energía Geotérmica para usos directos y para generar energía eléctrica, siendo que el segundo se agota en la Ley de Energía Geotérmica, pero no es así para los usos directos.

- Primero.** Los usos directos de la geotermia no son exhaustivamente regulados por la Ley de Energía Geotérmica.
- Segundo.** El hecho de que no sean regulados a profundidad no impide su desarrollo ya que el artículo 52 de la Ley de Energía Geotérmica permite que se aplique la normatividad de acuerdo a sus necesidades.
- Tercero.** La mejor forma para regular los usos directos de la geotermia es mediante la expedición de reglas de carácter general.
- Cuarto.** Debe existir una regulación especial para la instalación de Bombas de Calor Geotérmico, ya que podría bastar con un registro que refleje capacidades para instalar y dar mantenimiento, sin necesidad de otorgar permisos o concesiones.
- Quinto.** Se deberán expedir reglas de carácter general especiales para la reinyección de fluidos geotérmicos que abarquen tanto generación de energía eléctrica como usos directos de la geotermia.
- Sexto.** Los proyectos de generación de electricidad mediante recursos geotérmicos de mediana entalpía requieren de sensibilización ante la Comisión Nacional del Agua sobre el uso no extractivo de los recursos hídricos, con el fin de no obstaculizar dichos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

BUNGE, Mario. *La investigación científica; su estrategia y su filosofía*, Barcelona, Ariel, 1985, 145-193 p.p.

LIMA CERVANTES, Julio César, *Régimen jurídico en materia de aguas nacionales en México*. En: El Foro, primer semestre 2008, tomo XXI, número 1, p. 165.

FARÍAS HERNÁNDEZ, Urbano, *Derecho mexicano de aguas nacionales*, México, Editorial Porrúa, 1993, p. 41.

Revistas

BURGUETE STANEK, Leopoldo. *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*. ABOGADO CORPORATIVO, Núm. 8, Vol. 1, noviembre-diciembre, p. 15, México, 2008.

Investigaciones

Geotermia: Energía de la Tierra, UNAM/Editorial Terracota, 2012.

Análisis Preliminar para la Regulación de la Energía Geotérmica en México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas-Comisión Federal de Electricidad, 1997.

Tesis

Michelle Alejandra, Ramírez Bueno, *Geotermia: Análisis y propuesta*. Tesis, ELD, México, 2013.

Legislación

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Ley de Energía Geotérmica, Diario Oficial de la Federación, México, 11 de agosto 2014.

Ley de la Industria Eléctrica, Diario Oficial de la Federación, México, 11 de agosto 2014.

Ley de Aguas Nacionales, Diario Oficial de la Federación, México, 1 de diciembre de 1992.

Ley General de Bienes Nacionales, Diario Oficial de la Federación, México, 20 de mayo de 2004.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 28 de enero de 1988.

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, Diario Oficial de la Federación, México, 28 de noviembre de 2008.

Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica, Diario Oficial de la Federación, México, 31 de octubre 2014.

Norma Oficial Mexicana NOM-105-SEMARNAT-2006, Diario Oficial de la Federación, México, 2 abril de 1998.