

ENERGÍA GEOTÉRMICA EN ECUADOR, CONDICIONES ACTUALES
Y NECESIDAD DE UNA LEGISLACIÓN ESPECÍFICA¹Geothermal Energy in Ecuador: Current Conditions
and the Need for a Specific LegislationJERÓNIMO CARCELÉN PACHECO²

Philippi Prietocarrizosa Ferrero DU & Uría, Santiago, Chile

CARLOS IZQUIERDO APOLO³

Pérez Bustamante y Ponce, Quito, Ecuador

Resumen

Se identifica la necesidad de promulgar una legislación específica que regule el desarrollo de la industria de generación eléctrica, usos directos industriales y de calefacción a partir del aprovechamiento de recursos geotérmicos. Para este fin, se abordarán conceptos preliminares e introductorios que expliquen el funcionamiento de la energía geotérmica y su potencial en la región, para luego desarrollar un análisis de la situación actual de esta industria en Ecuador, que incluye el estudio del marco regulatorio eléctrico y los procedimientos de concesión contemplados en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento. Para finalmente, realizar un breve análisis de derecho comparado y determinar ciertos criterios regulatorios que deberían tomarse en cuenta para una Ley de Energía Geotérmica en Ecuador.

Palabras clave

Energía geotérmica, Energías renovables no convencionales, Derecho eléctrico, Concesiones eléctricas.

Abstract

This article identifies the need to enact specific legislation to regulate the development of the electricity generation industry, direct industrial uses and heating from the use of geothermal resources. For this purpose, preliminary and introductory concepts that explain the functioning of geothermal energy and its potential in the region will be addressed, which will allow developing an analysis of the current situation of this industry in Ecuador, including the study of the electrical regulatory framework, and the concession procedures contemplated in the Organic Law of the Public Service of Electrical Energy and its regulations. Finally, a brief comparative law analysis will be carried out to determine certain regulatory criteria that should be considered for a Geothermal Energy Law in Ecuador.

¹ Los autores de este artículo han contribuido en partes iguales.

² Profesor en la Cátedra Derecho Minero en la Universidad Diego Portales; Programa de Desarrollo Minero de la Universidad Central; del Magister en Derecho Administrativo Económico de la Universidad Católica de Chile; del Magister en Derecho Minero y Aguas de la Universidad Finis Terrae, y de la Escuela Europea de Negocios. Presidente del Consejo Geotérmico Chileno A.G. (2018-2020). Actualmente cursa un Doctorado en Derecho y es profesor visitante de University of Western Ontario, Canadá. Socio en Philippi Prietocarrizosa Ferrero DU & Uría. Correo electrónico jeronimo.carcelen@ppulegal.com; <https://orcid.org/0000-0002-6659-7722>.

³ Abogado por la PUCE, con un LLM con mención en Derecho Regulatorio por la Pontificia Universidad Católica de Chile, asociado en Pérez Bustamante y Ponce. Correo electrónico cizquierdo@pbplaw.com; <https://orcid.org/0000-0001-5710-0262>.



Keywords

Geothermal Energy, Non-Conventional Renewable Energies, Electricity Law, Electricity Concessions.

1. Planteamiento del problema

El Ecuador, al igual que casi todos los Estados a nivel global, está en proceso de sustituir el uso de combustibles fósiles, el llamado cambio de la matriz energética. Sin embargo, muchas energías renovables están limitadas, desde la perspectiva operativa, por condiciones climáticas fluctuantes.

Un sistema eléctrico eficiente debe asegurar una provisión ininterrumpida de energía eléctrica, lo que puede verse comprometido si se parte de una generación basada en fuentes inconstantes. Por su parte, aun cuando una central de generación eléctrica con base en energía geotérmica es una fuente estable de generación, a saber, que no depende de condiciones climáticas; es una tecnología no explotada aún en el Ecuador.

A este respecto, el marco normativo ecuatoriano contempló la posibilidad de que se entregue a la iniciativa privada ciertos proyectos de generación con base en energías renovables. Al 2022 se han lanzado dos procesos de licitación; no obstante, no se ha considerado ningún proyecto de energía geotérmica. Dadas las características de esta tecnología, los países que aprovechan este tipo de energía cuentan con una normativa específica.

Por esa razón, el presente artículo analiza las características propias de la energía geotérmica e identifica los elementos mínimos que deberá contemplar una legislación específica enfocada al Ecuador.

2. Descripción de la energía geotérmica, sus beneficios y desafíos

2.1. Conceptos preliminares

La geotermia es el calor que se produce en el interior de la tierra y es transferido a la superficie. En general, los lugares más apropiados para el aprovechamiento de este recurso están cerca de los volcanes. Este fenómeno natural responde a que, en principio, existe una relación directamente proporcional entre la profundidad de la corteza terrestre y el calor; es decir, a mayor profundidad la temperatura aumenta (Marzolf, 2014, p. 7).

Sin embargo, se suele dar un fenómeno por el cual el calor atrapado en el centro de la Tierra muchas veces asciende a la proximidad superficial. En ese sentido, la teoría de las placas tectónicas advierte que, como efecto del choque de éstas, una placa se superpone a otra mediante el proceso de subducción. En consecuencia, la placa que se incrusta hacia el centro de la tierra provoca que el material caliente -fundido- ascienda a lo largo de los cordones volcánicos de las cordilleras. Al ascender el calor, este puede ser aprovechado (Dickson y Fanelli, 2004, pp. 4-9).

El principio físico que permite aprovechar este recurso para la generación eléctrica ocurre en razón de que se produce un “choque” de fluidos geotérmicos con una fuente de calor existente en las profundidades, como consecuencia de ello, la temperatura y la presión de los fluidos aumentan siendo expulsados a la superficie, esto permite accionar motores o turbinas generando así energía eléctrica.

La energía geotérmica es clasificada como un recurso natural renovable debido a que el calor de un reservorio activo es continuamente restaurado de forma natural, y los fluidos geotérmicos extraídos se restablecen por recarga natural y por reinyección una vez empleados. Sin embargo, en dependencia de las características del sistema geotérmico es posible inyectar

agua superficial y obtener el ciclo antes descrito (Goldstein, Bertani y Gutiérrez, 2011, pp. 401-436).

2.2. Ventajas y desafíos

La energía geotérmica tiene atributos que la convierten en una excelente alternativa para diversificar y limpiar la matriz eléctrica de un país. Asimismo, es sustentable, renovable y autónoma, tiene la capacidad de proporcionar energía de base estable y segura a un costo operacional bajo con una vida útil de al menos 50 años.

Es una energía flexible que se complementa de manera eficaz con otras energías renovables “intermitentes” como la solar y eólica. Mientras que, la capacidad operativa de estas últimas depende de condiciones climáticas (niveles de viento o sol), una planta geotérmica producirá una cantidad estable de energía las 24 horas del día. Es decir, la energía geotérmica ofrece un altísimo factor de planta (hasta 96%) y proporciona energía de carga base fiable por muchas décadas. Esta característica es fundamental para el diseño de políticas públicas, pues los Estados buscan asegurar la provisión de un servicio de energía eléctrica confiable.

Por lo antes descrito, el cambio en las condiciones climáticas no tendrá mayores impactos en los costos ni la efectividad del uso de la energía geotérmica, pero su despliegue puede desempeñar un papel importante en su mitigación.

Está exenta de un proceso de combustión que emita dióxido de carbono. En términos ambientales, las centrales geotérmicas son de bajo impacto, a saber, utilizan muy poco terreno superficial comparado con otras energías renovables. Además, generan bajas o nulas emisiones de CO₂ y ruidos, pudiendo integrarse en armonía al paisaje y las comunidades (Gehring y Loksha, 2012, p. 152).

El primer uso registrado de energía geotérmica para la generación de electricidad ocurrió en Italia en 1904, un motor geotérmico de vapor en la población de Lardarello encendió cinco lámparas eléctricas; el mismo campo geotérmico, a finales de la década de 1930 generaba alrededor de 100 MW de energía eléctrica (Bradbrook y Rønne, 2014). Es decir, esta es una tecnología madura.

A pesar de que la energía geotérmica representa varios beneficios respecto de otras fuentes de generación eléctrica, afronta dificultades que debe superar para convertirse en un recurso atractivo para las inversiones en su desarrollo.

Las barreras que debe sortear se relacionan, por un lado, con una relativamente escasa localización de estos recursos; y por el otro, al alto riesgo y gasto intensivo de capital en la fase de exploración.

El desarrollo de un proyecto geotérmico consta de varias fases. La primera, de exploración o prefactibilidad está encaminada a confirmar la existencia de un yacimiento geotérmico adecuado para la generación eléctrica. Si el resultado es positivo se inicia la segunda fase, el diseño y factibilidad de proyecto. Y, finalmente, la fase de construcción y operación de la planta (Marzolf, 2014, p. 39).

Si dividimos el total de un costo de un proyecto para sus distintas fases, encontramos que: (i) la exploración y confirmación del recurso, que representa alrededor del 10% al 15% del costo total de inversión; (ii) las perforaciones de pozos de producción e inyección, que representa alrededor del 20% al 35%; (iii) las instalaciones de superficie del 10% al 20%; y, (iv) la construcción de la Planta, que puede variar desde el 40% al 60% de la inversión. (Bromley et al, 2010).

2.2.1. Riesgo de los proyectos geotérmicos y costo acumulado de la inversión.

Como se observa a continuación, el riesgo asociado a un proyecto geotérmico disminuye conforme se avanza en su desarrollo; sin embargo, se requiere una inversión intensiva de capital en la confirmación de la existencia del recurso.

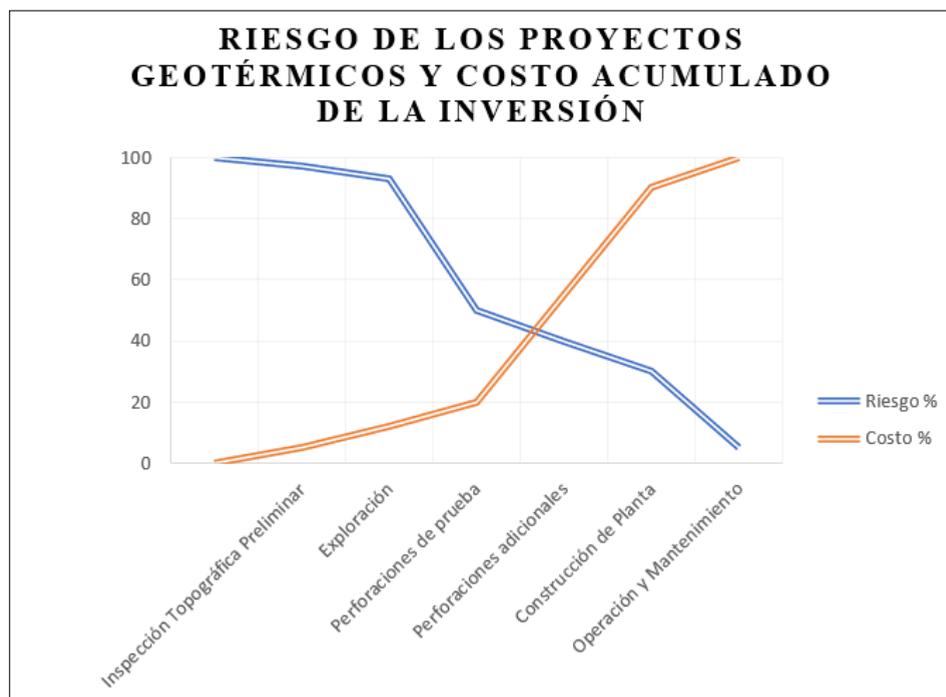


Figura 1. Riesgo de proyectos geotérmicos. Manual de Geotermia de Gehringer y Loksha.

En vista a que estos recursos son subterráneos, los métodos de exploración sirven para localizar y estimarlos (Goldstein, Bertani y Gutiérrez, 2011, p. 415). No es posible comprobar si el recurso geotérmico existe en la cantidad y calidad aprovechable sino hasta después de que se ejecuten las perforaciones y se evalúe el yacimiento; es decir, luego de que se han realizado cuantiosas inversiones.

En América Latina y el Caribe, la exploración geológica cuesta alrededor de US\$4 millones por MW, puede durar hasta tres años y tiene una tasa de éxito de alrededor del 60%. En ese sentido, para mitigar dicho riesgo, las políticas de subvenciones y financiamiento concesional desempeñan un papel clave en la viabilidad de los proyectos geotérmicos.

Un ejemplo exitoso son los programas de financiamiento multilateral que contemplan la transferencia del riesgo; en estos casos, se financia la fase de perforación con un esquema de donación contingente, si la exploración no tiene éxito, los recursos otorgados se considerarán financiamiento no reembolsable; por el contrario, si los resultados son positivos el financiamiento se transforma en un crédito concesional pagadero años más tarde (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Consecuentemente, el desarrollo de esta tecnología requiere de una participación propositiva de los gobiernos y los organismos multilaterales, como se verá a continuación, existe potencial geotérmico que valida la búsqueda de mecanismos para ser aprovechado.

2.3. Potencial geotérmico

El mayor desarrollo de la geotermia ha ocurrido en las últimas tres décadas. Hoy en día la capacidad instalada en el mundo alcanza los 13.454 MW. Estados Unidos y Filipinas son los países con la mayor capacidad instalada, unos 3.567 y 1.868 MW, respectivamente. No obstante, el potencial explotable de energía geotérmica en el mundo es mucho mayor. (Ritcher, 2017).

En el caso de América Latina y el Caribe, el BID publicó un informe pormenorizado del potencial geotérmico de cada país. A rasgos generales, la región tiene un potencial geotérmico entre 11 y 55 GW. Sin embargo, en la actualidad solo México, América Central, el Caribe y Chile cuentan con plantas operativas de generación con una capacidad total de 1.7 GW, una fracción del potencial de la región.

Específicamente, en el caso ecuatoriano el desarrollo de la energía geotérmica está alineado con la denominada transformación de la matriz energética, se han realizado las primeras perforaciones exploratorias en algunas áreas con potencial, y la expectativa es contar con la primera planta en un periodo de 5 a 10 años (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

Si bien existen distintas apreciaciones sobre el potencial del país para generar energía geotérmica, una estimación académica lo consideró en 3000 MW (Lloret y Labus, 2014).

La situación geográfica del Ecuador lo convierte en un país con un interesante potencial geotérmico; sin embargo, no se han generado proyectos para el aprovechamiento de este recurso. Como se verá, no se ha expedido normativa específica que aborde las dificultades que tienen que sortear los proyectos geotérmicos.

3. Energía geotérmica en el marco normativo ecuatoriano

3.1. Tratamiento Constitucional

El Constituyente de Montecristi consideró a la energía en todas sus formas como un sector estratégico para el desarrollo del país, por ello de conformidad con el artículo 313, reservó para el Estado el derecho de administrarla, regularla, controlarla y gestionarla. Del mismo modo, el artículo 261, números 7 y 11, estableció la competencia exclusiva del Estado central sobre los recursos naturales y los recursos energéticos.

La Norma Suprema en su artículo 408 consagra la propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado de todos los productos del subsuelo. En consecuencia, al amparo de esta disposición, la geotermia correrá la misma suerte que los minerales e hidrocarburos.

Es así, en Ecuador el uso y la explotación geotérmica requerirá autorización expresa del Estado, en calidad de dueño de tales recursos, y al tratarse de un sector estratégico, la competencia queda reservada para su nivel central.

Otro aspecto relevante, es que la Norma Constitucional impone en los artículos 413 y 414, la obligación al Estado de promover la eficiencia energética y el desarrollo de energías renovables diversificadas; y, la obligación de adoptar medidas para la mitigación del cambio climático mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero y de la contaminación atmosférica.

3.2 Tratamiento legal

Hasta el momento no se ha expedido legislación específica que regule los procedimientos de asignación, exploración y explotación de recursos geotérmicos. Lo que existe es un marco de carácter general, compuesto por la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica

(LOSPEE) promulgada en el 2015, que es desarrollada por su Reglamento General del año 2019, reformado en 2021.

La energía geotérmica es catalogada, junto con la solar, eólica, biomasa, mareomotriz e hidroeléctrica de capacidades menores, como Energías Renovables No Convencionales (ERNC); en ese sentido, la normativa define directrices para su aprovechamiento.

En el artículo 26 de la LOSPEE, se estableció la obligación del Estado de promover el uso de ERNC, y crear así un sistema eléctrico sostenible; del mismo modo, se contempla que estos recursos cuenten con condiciones preferentes en su regulación.

A manera de antecedente, es importante precisar que, por regla general, las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica serán realizadas por empresas públicas o mixtas en las cuales el Estado tenga la mayoría accionaria. El título por el cual se autorizan estas actividades toma la denominación de autorizaciones de operación.

La excepción para que estas actividades se deleguen a la iniciativa privada está establecida en el artículo 25 de la LOSPEE, bajo tres causales: (i) cuando sea necesario para satisfacer el interés público, colectivo o general; (ii) cuando la demanda del servicio no pueda ser cubierta por empresas públicas o mixtas; y, (iii) cuando se trate de proyectos de ERNC que no consten en el Plan Maestro de Electricidad. En estos tres casos, la participación privada toma la denominación de contratos de concesión, y en los dos primeros casos se requiere de una licitación o Proceso Público de Selección (PPS).

Ahora bien, en cuanto a los contratos de concesión la ley prevé dos figuras: la generación y la autogeneración. La diferencia entre ambas radica en que los proyectos de autogeneración buscan cubrir los consumos propios de las empresas vinculadas a estos proyectos, y solo los excedentes pueden ser comercializados; mientras que, los generadores pueden comercializar directamente su energía con empresas distribuidoras, grandes consumidores y exportadores de energía.

El desarrollo del sector eléctrico debe obedecer a una planificación nacional, el legislador ideó dos herramientas para la elaboración de políticas públicas:

- El Plan Maestro de Electricidad (PME), actualizable cada 4 años, contiene un estudio de la proyección de la demanda esperada para el próximo decenio. En relación con las ERNC delinea la expansión de proyectos de generación.
- El Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE), con este se busca incrementar el uso eficiente de los recursos energéticos mediante la ejecución de programas y proyectos de eficiencia energética. Dada la situación actual en el país de la energía geotérmica, este segundo instrumento no contiene ninguna pauta aplicable a esta industria.

3.2.1. Procedimiento de concesión

Como se analizó en el punto anterior, la Norma Constitucional impone la obligación de contar con una autorización estatal para el desarrollo y aprovechamiento de recursos naturales. Al no existir un procedimiento específico para la energía geotérmica, es aplicable el procedimiento general establecido en el artículo 25 de la LOSPEE y desarrollado en los artículos 118 al 131 de su Reglamento General.

En el ámbito de participación privada en la generación de energía eléctrica, se requiere suscribir un contrato de concesión. La norma desarrolla dos procedimientos, el parámetro que determina cuál se debe seguir, es la inclusión del proyecto dentro del Plan Maestro de Electricidad o no.

3.2.1.1. Proceso Público de Selección (PPS)

Dentro del Plan Maestro de Electricidad, constan áreas identificadas por el Estado ecuatoriano para el desarrollo de proyectos con potencial geotérmico. Si un interesado tiene la intención de obtener un contrato de concesión sobre estas áreas deberá participar en un PPS.

El PPS inicia con la convocatoria, que da paso a etapa de precalificación de oferentes, en la que se verificará su capacidad técnica legal y financiera, y solo quienes cumplan los requerimientos podrán participar en las siguientes etapas.

Los oferentes calificados deben preparar sus ofertas técnicas y económicas. Posteriormente, el Ministerio calificará dichas ofertas y adjudicará el proyecto al oferente que presente las mejores condiciones, y finalmente, suscribirá el contrato de concesión.

Ahora bien, en 2016 se expidió el primer PME, en dicho instrumento se consideraron 5 proyectos de energía geotérmica de interés para el Estado ecuatoriano. En la actualización de 2020, se mantuvieron los mismos sin modificación alguna.

Nombre del Proyecto	Potencial Estimado
Chachimbiro	178 MWe
Tufiño-Chiles-Cerro Negro (binacional Colombia)	330 MWe
Chalupas	283 MWe
Chacana-Cachiyacu	83 MWe
Jamanco	26 MWe

Figura 2. Proyectos de energía geotérmica. Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

3.2.1.2. Propuesta de particulares o concesión directa

Este procedimiento se encuentra un poco menos desarrollado por la normativa, sin embargo, los artículos 29 de la LOSPEE, y 22, 23 y 130 de su Reglamento brindan los parámetros generales.

En el caso de que el proyecto no se encuentre planificado, la iniciativa radica en el sector privado. Las empresas deben elevar una propuesta al Ministerio, con lo cual se debe realizar el análisis y estudio correspondiente.

Este tipo de proyectos pueden ser autorizados bajo dos figuras: (i) proyectos de generación para negociación de energía con las empresas distribuidoras (contratos regulados) o directamente con grandes consumidores (contratos bilaterales); o, (ii) proyectos de auto-generación, en este caso los excedentes podrán ser negociados tanto con empresas distribuidoras como con grandes consumidores.

En el caso de que se trate de proyectos de generación, si a criterio de la Autoridad el proyecto es de interés público, convocará a un PPS, y se seguirá el procedimiento descrito en el punto anterior, con la salvedad de que el proponente contará con el beneficio de una bonificación adicional para su oferta económica, y la posibilidad de mejorar la oferta cuando se presenten otros oferentes.

Si el proyecto propuesto no es de interés público, el Ministerio otorgará directamente al proponente el título habilitante y posteriormente suscribirá el contrato de concesión.

Cuando se trate de proyectos de autogeneración, y no estén explícitamente incorporados en el PME, el proponente lo podrá desarrollar, a su cuenta y riesgo, previa autorización expresa del Ministerio.

3.2.2. Particularidades

Es importante señalar que, al finalizar el plazo del contrato de concesión, todos los bienes deben ser revertidos y transferidos obligatoriamente y sin costo alguno al Estado ecuatoriano, conforme se encuentra establecido en el artículo 32 de la LOSPEE y 139 del reglamento. Es decir, la normativa establece un modelo de concesión Build, Own Operate and Transfer BOOT, que es una especie de contrato de concesión, por la cual, el sector privado asume el diseño, financiamiento, construcción y posterior operación de un proyecto, para luego explotarlo durante un periodo de tiempo acordado contractualmente, y una vez finalizado, la propiedad de la infraestructura pasa al Estado, que puede decidir seguir explotándolo por sí mismo, o volver a concesionarlo al sector privado (Lodoño, 2014).

3.2.3. Situación actual

En septiembre del 2020 y 2021, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables inició los PPS denominados “Bloque Proyectos ERNC”. Bajo esta figura se concesionó un total de 200 MW en el año 2021, y se busca concesionar 500 MW en el año 2022; no obstante, fueron excluidos los proyectos de generación a base del aprovechamiento de energía geotérmica en ambas licitaciones.

4. Argumentos a considerar para una Ley de Energía Geotérmica

El rol de principal de una ley exclusiva para la regulación de la energía geotérmica es asegurar un clima de inversión favorable (Bradbrook y Rønne, 2014).

Cómo se ha visto, dado que la exploración y prospección implican altos montos de inversión y son actividades de alto riesgo, resulta poco realista esperar inversiones significativas sin que haya confianza de la existencia de un modelo legal de derechos y responsabilidades diseñado previamente.

Esto solo podría ocurrir si una ley fija los parámetros mínimos de un sistema de dominio del recurso, y establece un régimen detallado para su exploración, explotación y desarrollo.

Aunque se pueden adaptar las leyes que regulan el sector minero o petrolero para abarcar el aprovechamiento de la energía geotérmica, este enfoque puede generar inconvenientes respecto de a una clasificación errónea o incompleta de los diferentes tipos de recursos geotérmicos (2014). Resulta así, que la vía más adecuada para el impulso de la energía geotérmica es aquella encaminada a la expedición de una ley específica, y el impulso de políticas públicas para su desarrollo.

Como se verá a continuación, en Latinoamérica los Estados que cuentan con una industria geotérmica, cuentan con legislación específica enfocada a este recurso.

5. Derecho comparado

Desde diversos enfoques, múltiples sistemas políticos han abordado el tema geotérmico. A continuación, se analizarán los principales criterios normativos aplicados en las leyes de energía geotérmica de México y Chile.

En América Latina, la primera planta de energía geotérmica entró en operación en México en 1973 (Bruni, 2014), actualmente, este país es el mayor generador de este tipo de energía en la región, con una capacidad instalada de 926 MW (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020, p. 8). Por su parte, en Chile se construyó la primera planta de energía geotérmica en Sudamérica en el año 2017, con una capacidad de 48 MW (2020, p. 15).

Analizar la normativa de estos países permitirá identificar los mecanismos adoptados para el impulsado al desarrollo de esta tecnología.

Las leyes analizadas abordan las necesidades de la industria geotérmica desde los marcos constitucionales propios de cada país; asimismo, contemplan regulaciones específicas comunes, como lo son: la propiedad de los recursos geotérmicos e institucionalidad, y la regulación al aprovechamiento de esta energía.

5.1. México

5.1.1. Propiedad de los recursos geotérmicos e institucionalidad

En los Estados Unidos Mexicanos, la propiedad de los recursos geotérmicos está consagrada -indirectamente- en el artículo 27 de su Constitución, pues según esta disposición corresponderá a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales, y de todos los minerales o sustancias que, en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos.

La Ley de Energía Geotérmica estructura la institucionalidad que regirá al sector. En ese sentido, el Estado expide los registros, permisos, títulos de concesión geotérmica a través de la Secretaría de Energía, institución que también tiene a cargo la administración y revocatoria o caducidad de estos derechos.

El procedimiento de licenciamiento ambiental está a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; mientras que, la fiscalización y control ambiental está a cargo de La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, órgano administrativo de la Secretaría con autonomía técnica y operativa.

5.1.2. Regulación al aprovechamiento de energía geotérmica

La ley antes referida divide la vida de un proyecto geotérmico bajo las figuras de registro, permiso y concesión de explotación.

El registro permitirá a su titular la realización de trabajos de reconocimiento de un área determinada, con una vigencia de ocho meses.

El permiso por su parte permite la realización de trabajos de exploración de un área determinada, de hasta 150 km², con una vigencia de tres años, prorrogable por igual tiempo. Para obtener estas autorizaciones, los proponentes deberán acreditar capacidad técnica y económica.

La concesión de explotación permite el aprovechamiento de los recursos geotérmicos por un periodo inicial de 30 años. En este caso el proponente deberá presentar un cronograma financiero y operativo del proyecto, su viabilidad ambiental y de interconexión.

Durante la vigencia de las autorizaciones los titulares mantienen la obligación de presentar informes anuales y acreditar el cumplimiento de sus cronogramas.

5.2. Chile

5.2.1 Propiedad de los recursos geotérmicos e institucionalidad

La Constitución, en su artículo 14, número 24, regula el derecho de propiedad de minas canteras e hidrocarburos sin regular de forma directa los recursos geotérmicos. Por este motivo, la Ley de Energía Geotérmica en su artículo 4 hace un reconocimiento explícito del dominio estatal de los recursos geotérmicos (Ley 19.657).

El Estado actúa a través del Ministerio de Energía, ente que tiene a su cargo los procedimientos para otorgar, administrar y revocar las concesiones de energía geotérmica.

El proceso de autorización ambiental está a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental, ente a responsable de la gestión y administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Mientras que, la fiscalización y control ambiental está a cargo de la Superintendencia del Medio Ambiente, órgano autónomo con personalidad jurídica y patrimonio propio.

5.2.2. Regulación al aprovechamiento de energía geotérmica

La Ley 19.657 establece un procedimiento de petición directa o licitación para acceder a una concesión de exploración, misma que posteriormente puede ser transformada en una concesión de explotación.

La norma consagra presupuestos en los cuales es obligatorio llevar a cabo un procedimiento de licitación: (i) cuando se trate de una concesión que recaiga, total o parcialmente sobre una de las fuentes probables, que es un listado elaborado por el Estado chileno mediante el cual identifica áreas con potencial geotérmico para la generación de electricidad; (ii) cuando existan dos o más solicitudes de concesión en trámite que recaigan sobre todo o parte del mismo terreno comprendido por una de ellas; y, (iii) cuando la Autoridad estatal lo considere pertinente. En los demás casos es posible un procedimiento de petición.

Para los procesos de licitación, como requisito para poder participar, se requiere acreditar un patrimonio mínimo. Se establece un proceso compuesto por dos etapas, una de calificación técnica, los que hayan superado ésta podrán acceder a la segunda presentando su oferta económica.

La vigencia de la concesión de exploración es de 2 años, que puede ser extendido por igual tiempo; se deja a salvo la facultad del titular de iniciar el procedimiento para acceder a la concesión de explotación en cualquier momento mientras se encuentre vigente su concesión, o hasta 2 años de vencida.

Mientras que, los titulares de un permiso de exploración que hayan cumplido con todos los requisitos y obligaciones que se desprenden de su concesión, podrán solicitar ante el Ministerio de Energía la concesión de explotación.

Durante la vigencia de las autorizaciones los titulares están obligados a presentar informes periódicos, el pago de patentes anuales durante la etapa de exploración y acreditar el cumplimiento de sus cronogramas.

5.3. Análisis de derecho comparado

Así las cosas, los países que tienen una industria geotérmica, en mayor o menor medida consolidada, han promulgado leyes para regular su aprovechamiento. Como punto de partida, la regulación debe adoptar una definición de energía geotérmica; posteriormente, delimitar la propiedad de los recursos geotérmicos, su relación con la propiedad de los predios superficiales y establecer la autoridad con la competencia para regular el sector.

Asimismo, se debe diseñar un sistema de licencias que garantice el derecho exclusivo para explorar y luego explotar los recursos geotérmicos por un periodo determinado; en ese sentido, las legislaciones analizadas dividen el aprovechamiento del recurso en exploración y explotación, con un procedimiento de licenciamiento para cada fase.

La exploración es impulsada, mientras que, para la explotación se han diseñado procedimientos por los cuales los interesados acrediten su capacidad técnica y económica, y propongan un cronograma de actividades, de esa forma, se busca asegurar la viabilidad de los proyectos.

Estas licencias están, de alguna manera, sujetas al cumplimiento de obligaciones como: entrega de informes periódicos de cumplimiento y pago de patentes anuales; de ese modo, un marco normativo debe contener causales de caducidad en caso del incumplimiento de los compromisos adoptados, y la posibilidad de efectuar renuncia de la concesión, en el caso de que se pierda la capacidad técnica o económica; por ello, se deben diseñar mecanismos para volver a concesionar un área y así proseguir con el proyecto.

Respecto del componente ambiental, es importante asegurar certeza jurídica en cuanto al procedimiento de licencia ambiental. Se destaca la legislación chilena, con la cual, dadas las características de la exploración, estas actividades no ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, y las actividades de explotación ingresarán únicamente en la medida de que la planta de generación sobrepase los 3 MW de capacidad. Del mismo modo, aunque la regulación ambiental sea desarrollada en cuerpos normativos distintos al de aprovechamiento de energía geotérmica, el “sistema de ventanilla única” por el cual la evaluación ambiental de un proyecto se somete a una única revisión por parte de todas las entidades públicas con competencias ambientales y de la ciudadanía en general de forma previa a su aprobación, es una herramienta digna de emular, ya que genera un clima de seguridad jurídica para la atracción de las inversiones.

En cuanto al ámbito financiero, es importante que se establezcan incentivos. Un ejemplo de medidas exitosas se ha evidenciado en México, como la obligación de compra de certificados de energía renovable y la creación de programas de financiamiento y transferencia de riesgos, con los cuales indirectamente el Estado asume el riesgo de las primeras fases de la exploración geotérmica.

6. Consideraciones normativas para una Ley de geotermia en Ecuador

Como se señaló, las leyes de geotermia en la legislación comparada contienen ciertos criterios normativos comunes mínimos.

Adicionalmente, la Unión Europea a través de Energía Inteligente Europa (IEE por sus siglas en inglés), desarrolló un marco modelo para la regulación de energía geotérmica. El estudio lo dividió en tres ejes: Legal; Financiero; y, Medidas de Soporte o Complementarias (Geothermal Regulation - Heat and Intelligent Energy Europe, 2009).

Este modelo contempla un esquema base que debe ser observado en la elaboración de un marco regulatorio. Dentro de los aspectos legales, se destaca: la importancia de adoptar una definición de energía geotérmica; la necesidad de clarificar la propiedad sobre los recursos geotérmicos y establecer la autoridad con la competencia para regular el sector; la adopción de un sistema de licencias que garantice el derecho exclusivo para explorar y luego explotar recursos geotérmicos en un área definida por un periodo determinado; simplificar regulaciones y procedimientos administrativos; y regular el monitoreo y recopilación de datos relativos a los recursos geotérmicos que permitan establecer una línea base de su potencial.

En cuanto al ámbito financiero, se enfatiza la importancia de establecer incentivos. En primer término, fijar un valor mínimo por concepto de tasas administrativas, y su explotación no debería estar sujeto al cobro de regalías, dada la característica renovable de la energía geotérmica. De la misma forma se deberá diseñar una legislación fiscal que promueva el incremento de inversión en el sector. Finalmente, resultaría pertinente idear mecanismos para reducir el riesgo asociado a las perforaciones de exploración.

Una ley de energía geotérmica para el Ecuador, en primer término, debiera definir lo que se entiende por recurso geotérmico y los criterios técnicos para determinarlo (por ejemplo, temperatura). En general, las definiciones de energía geotérmica entregadas por las diver-

Las leyes tienen en común que en todas ellas se hace referencia a que dicha energía se obtiene del calor del subsuelo; además, cada legislación le agrega elementos característicos distintos (elementos que la componen, forma de ser producción, forma de extracción, carácter renovable, forma de utilización, entre otros). Dentro de esa definición podrá haber una distinción entre actividades de baja (usos directos) y alta entalpía (generación eléctrica).

Las leyes de geotermia establecen los derechos que se otorgan a los particulares para explorar o explotar los recursos geotérmicos y sus diversas formas de aprovechamiento (usos y actividades). Aunque existen algunas diferencias en el otorgamiento y alcance de estos derechos, normalmente responden a denominaciones tales como permisos, licencias, concesiones o contratos.

Respecto de las actividades asociadas a cada título, en general se establece que los particulares pueden adquirir derechos para explorar o explotar los recursos geotérmicos. En algunos casos como en México se distingue el permiso de exploración de la concesión de explotación y en otros como en Islandia se reconoce una sola figura, denominándose concesión, licencia o contrato de otorgamiento ya sea de exploración o explotación.

En el caso que se otorgue un título para cada etapa (exploración y explotación) o el título sea uno solo, pero se divida en dos etapas, es relevante que el marco normativo otorgue a su titular seguridad de que podrá transformar el título de exploración en explotación, ya que será a través del aprovechamiento de dichos recursos que podrá recuperar la inversión realizada durante las actividades de exploración.

En el mismo sentido, es habitual que las leyes de geotermia contengan normas que permiten ejecutar actividades para diferentes usos de la energía geotérmica, ya sea para la generación de energía eléctrica o para uso doméstico o industrial. En Chile, las concesiones de energía geotérmica sólo tienen por objeto la generación de electricidad; sin embargo, actualmente existe un Proyecto de Ley que Perfecciona la Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica, que pretende modificar la legislación actual y distinguir los aprovechamientos someros de energía geotérmica de los aprovechamientos para plantas de generación eléctrica. Para ello, el Proyecto propone utilizar como elemento distintivo los metros de profundidad de perforación (400m) y la temperatura promedio máxima que alcanza (90°C). Esta clasificación adquiere relevancia en los procedimientos para obtener concesiones de exploración y explotación sobre los recursos geotérmicos.

Hay países que clasifican los recursos geotérmicos en razón a la temperatura o la entalpía, pero dicha clasificación no está reconocida en un cuerpo legal. En México, la Secretaría de Energía clasifica los sistemas geotérmicos de alta entalpía (más de 200°C), media entalpía (entre 150 y 200°C) y baja entalpía (entre 90 y 150°C).

En cuanto a los procedimientos para el otorgamiento de los títulos para desarrollar actividades de exploración o de explotación, estos se otorgan, principalmente, en un procedimiento administrativo a solicitud del interesado o a través de un procedimiento de selección objetiva regido con sujeción a los principios que gobiernan la contratación estatal.

Otro aspecto normativo para tener en consideración es la duración del título. Por una parte, es necesario considerar las actividades que se desarrollarán, el monto de inversión asociado a dichas actividades y los plazos de obtención de los permisos ambientales aplicables. Así, el título que autorice la exploración o explotación de los recursos geotérmicos debe estar vigente durante el tiempo suficiente para hacer viable el proyecto tanto operativa como financieramente.

En general, se establecen distintos plazos de duración al permiso de exploración y de explotación, pero en casi todos los países estos plazos son determinados y prorrogables,

salvo en Chile. La ley chilena, establece que la concesión de exploración tiene una duración de dos años, prorrogable por dos años más, y la concesión de explotación tiene una duración indefinida. En Islandia, la licencia de exploración se concede generalmente por un plazo que fluctúa entre 1 y 15 años, mientras que la licencia de explotación tiene una duración máxima de 65 años.

Además del ejercicio del derecho principal para explorar o explotar el recurso geotérmico, existen una serie de derechos o facultades que deberán ejercerse para el desarrollo de un proyecto de energía geotérmica, tales como acceso a los predios superficiales y aprovechamiento de recursos hídricos. Estos deben ser garantizados a favor del titular del permiso o licencia.

Como contrapartida a los derechos otorgados por el título correspondiente, el interesado deberá cumplir ciertas obligaciones, como la entrega de información geológica a la autoridad, el cumplimiento del cronograma técnico y financiero, además de la contratación de seguros.

Si bien aún no es un estándar de rango legal, tanto Australia como Canadá han elaborado metodologías para la estimación de reservas y recursos geotérmicos que sirven o podrían servir de base para la entrega de información geológica a la autoridad competente. Además, tanto la autoridad competente para otorgar permisos y concesiones, como la autoridad ambiental exigen la entrega de reportes periódicos respecto de las actividades ejecutadas. Por otra parte, habitualmente el concesionario debe pagar un derecho, patente o impuesto.

Finalmente, para efectos del otorgamiento de certeza jurídica, es importante que la ley de geotermia considere causales expresas de extinción del título, las que están directamente relacionadas con el incumplimiento con las obligaciones del concesionario.

Dentro de las legislaciones comparadas es posible encontrar ciertas causales comunes: (i) en caso de que los títulos estén sujetos a un plazo, procede como causal el cumplimiento del plazo de vigencia, sin que se solicite la prórroga; (ii) el no pago de la patente, título, impuesto o derecho correspondiente; (iii) renuncia del titular; (iv) incumplimiento grave de ciertas reglas establecidas en el título o en la legislación aplicable; (v) declaración de quiebra, disolución, liquidación del permisionario o concesionario; y (vi) no iniciar o desarrollar las actividades de exploración y/o de explotación dentro de un plazo determinado.

En resumen, un régimen legal efectivo para manejar y explotar recursos geotérmicos debe ser enfocado desde una perspectiva integral. Así, la base del sistema debe ser una ley de energía geotérmica que desarrolle los siguientes criterios normativos: (i) disposiciones generales; (ii) definición y propiedad; (iii) títulos; (iv) actividades y usos; (v) procedimiento; (vi) duración del título; (vii) derechos que otorgan los títulos; (viii) obligaciones; y (xi) extinción del título. No obstante, para que esta industria tenga un verdadero impulso, juntamente con la aprobación de una ley de energía geotérmica se deberán aprobar ciertos incentivos fiscales o beneficios asociados.

7. Conclusiones

El calor producido en las entrañas de la tierra es un recurso natural renovable que puede ser aprovechado para generar electricidad con una energía de carga base estable, a diferencia de la energía eólica o fotovoltaica. Su potencial en Ecuador y en la región es enorme y su utilización puede contribuir en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, es una industria de altos riesgos financieros, ya que requiere una inversión intensiva de capital en las primeras fases, por lo que se han diseñado diversos mecanismos para administrar estos riesgos.

Particularmente en Ecuador, todos los productos del subsuelo son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado; del mismo modo, la energía es un sector estratégico de competencia del Estado central. Por regla general las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, importación y exportación de energía eléctrica y servicio de alumbrado público, son realizadas por empresas públicas o mixtas en las cuales el Estado tenga la mayoría accionaria; sin embargo, la generación de electricidad con base al aprovechamiento de energía geotérmica podría ingresar dentro de las excepciones contempladas.

Actualmente no existe una norma que regule concretamente la energía geotérmica. La Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica contiene un marco general aplicable a todas las energías renovables no convencionales; en ese sentido, se prevé un modelo de concesión BOOT, por la cual, el sector privado asume el diseño, financiamiento y construcción de un proyecto, para luego explotarlo durante un periodo de tiempo, y una vez concluido, la propiedad de la infraestructura pasa al Estado. El mecanismo para acceder a esta concesión puede ser a través de un Proceso Público de Selección, respecto de áreas contempladas en el Plan Maestro de Electricidad, o, a través de propuestas elevadas por los particulares, respecto de áreas que no hayan sido identificadas por el Estado. Sin embargo, estos procedimientos no toman en cuenta las particularidades de la energía geotérmica, y hasta la fecha los campos con potencial geotérmico no han sido incluidos dentro de tales procesos.

Por las características inherentes al desarrollo de la energía geotérmica; resulta poco realista esperar inversiones significativas sin que haya confianza de que existe un sistema legal de derechos y responsabilidades diseñado previamente. La piedra angular sobre la que se debe basar este sistema legal es una ley de energía geotérmica que tome en consideración los mecanismos para la obtención, administración y extinción de un permiso para el aprovechamiento de este recurso; así como, aspectos ambientales y beneficios tributarios y financieros.

Referencias bibliográficas

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Capturando el potencial geotérmico en América Latina y El Caribe*. BID. doi: <http://dx.doi.org/10.18235/0002702>
- Björn , B., Björn , A., Lochet, A., Björg , A., Þórunn , H., & Kristín , H. (2017). Iceland. En BBA, *Geothermal Transparency Guide*. BBA//Fjeldco.
- Bradbrook , A., & Rønne, A. (2014). New Advances in Geothermal Energy Law. En D. N. Zillman, A. McHarg, A. Bradbrook, & L. Barrera-Hernandez, *The Law of Energy Underground: Understanding New Developments in Subsurface Production, Transmission, and Storage*. New York: Oxford Scholarship Online.
- Bromley, C., Mongillo, M., Hiriart, G., Goldstein, B., Bertani, R., Huenges, E., . . . Zui, V. (2010). Contribution of geothermal energy to climate change mitigation: the IPCC renewable energy report. *Proceedings World Geothermal Congress 2010*. Bali-Indonesia.
- Bruni, Sandro. (2014). *Geotermia: una fuente sostenible de energía*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Dickson, M. H., & Fanelli, M. (2004). *What is Geothermal Energy?* Pisa, Italy: Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR .

- Gehring, M., & Loksha, V. (2012). *Manual de Geotermia: Cómo Planificar y Financiar la Generación de Electricidad*. Washington D.C.: Banco Internacional Para la Reconstrucción y el Desarrollo.
- Geothermal Regulation - Heat and Intelligent Energy Europe. (2009). *Geothermal Regulation Framework*. Dublin. Recuperado el 20 de Octubre de 2020, de https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/gtr-h_final_gtr_h_framework.pdf
- Goldstein, H., Bertani, B., & Gutiérrez-Negrín, L. (2011). Geothermal Energy. En R. P.-M. O. Edenhofer, *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (págs. 401-436). Cambridge University Press.
- Lloret, A., & Labus, J. (2014). Geothermal development in Ecuador. "Short Course VI on Utilization of Low- and Medium-Enthalpy Geothermal Resources and Financial Aspects of Utilization. Santa Tecla.
- Lodoño, M. (2014). Asociaciones público privadas, modelo de desarrollo de infraestructura productiva y social en Colombia y el Mundo. *Revista de Derecho Público Nro. 33*, 803-825.
- Marzolf, N. C. (2014). *Emprendimiento de la Energía Geotérmica en Colombia*. Medellín: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Massachusetts Institute of Technology. (2006). *The Future of Geothermal Energy. Impact of Enhanced Geothermal Systems (EGS) on the United States in the 21st Century*. Idaho: Massachusetts Institute of Technology.
- Ritcher, Alexander. (2017). *Geolac 2017. Think GeoEnergy*. Obtenido de <http://www.think-geoenergy.com/map>
- Ritcher, Alexander. (2020). *Iceland Overview - Energy Market & Geothermal Energy*. Obtenido de <https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Events/2020/May/Overview--Energy-Market--Geothermal-Energy--Iceland.pdf?la=en&hash=6303B09B654AEE9D7F05C82E19D3C29A9DAF62B1>
- The Australian Geothermal Reporting Code Committee. (2010). *Australian Code for Reporting of Exploration Results, Geothermal Resources and Geothermal Reserves*. Obtenido de <http://www.dmp.wa.gov.au/Documents/Geological-Survey/Geothermal-Reporting-Code-Ed-2.pdf>
- The Canadian Geothermal Code Committee. (2010). *The Canadian Geothermal Code for Public Reporting*. Obtenido de <https://www.cangea.ca/uploads/3/0/9/7/30973335/canadiangeothermalcodeforpublicreporting.pdf>

Legislación

- Asamblea Constituyente Ecuador (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial No. 449. 20 de octubre de 2008.
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador (2015). *Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Registro Oficial Suplemento No. 418 de 16 de enero del 2015.
- Presidente de la República del Ecuador (2019). Decreto Ejecutivo No. 856. *Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Registro Oficial No. 21, 20 de agosto de 2019
- Presidente de la República del Ecuador (2021). Decreto Ejecutivo No. 239. *Reformas al Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica*. Registro Oficial No. 575, 11 de noviembre de 2021.

- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2020). Plan Maestro de Electrificación. Ecuador.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia Chile (2005). *Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile 1980*.
- Honorable Congreso Nacional. Chile (2000). *Ley 19.657 Sobre Concesiones de Energía Geotérmica*.
- Parlamento Islandia -Althing- (1998). Act No. 57. *Act on the survey and utilisation of ground resources*.
- Diario Oficial de la Federación. Mexico (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Diario Oficial de la Federación. Mexico (2014). *Ley de Energía Geotérmica*.
- Diario Oficial de la Federación. Mexico (2014). *Ley Industria Eléctrica*.
- Diario Oficial de la Federación. Mexico (2015). *Ley de Transición Energética*.