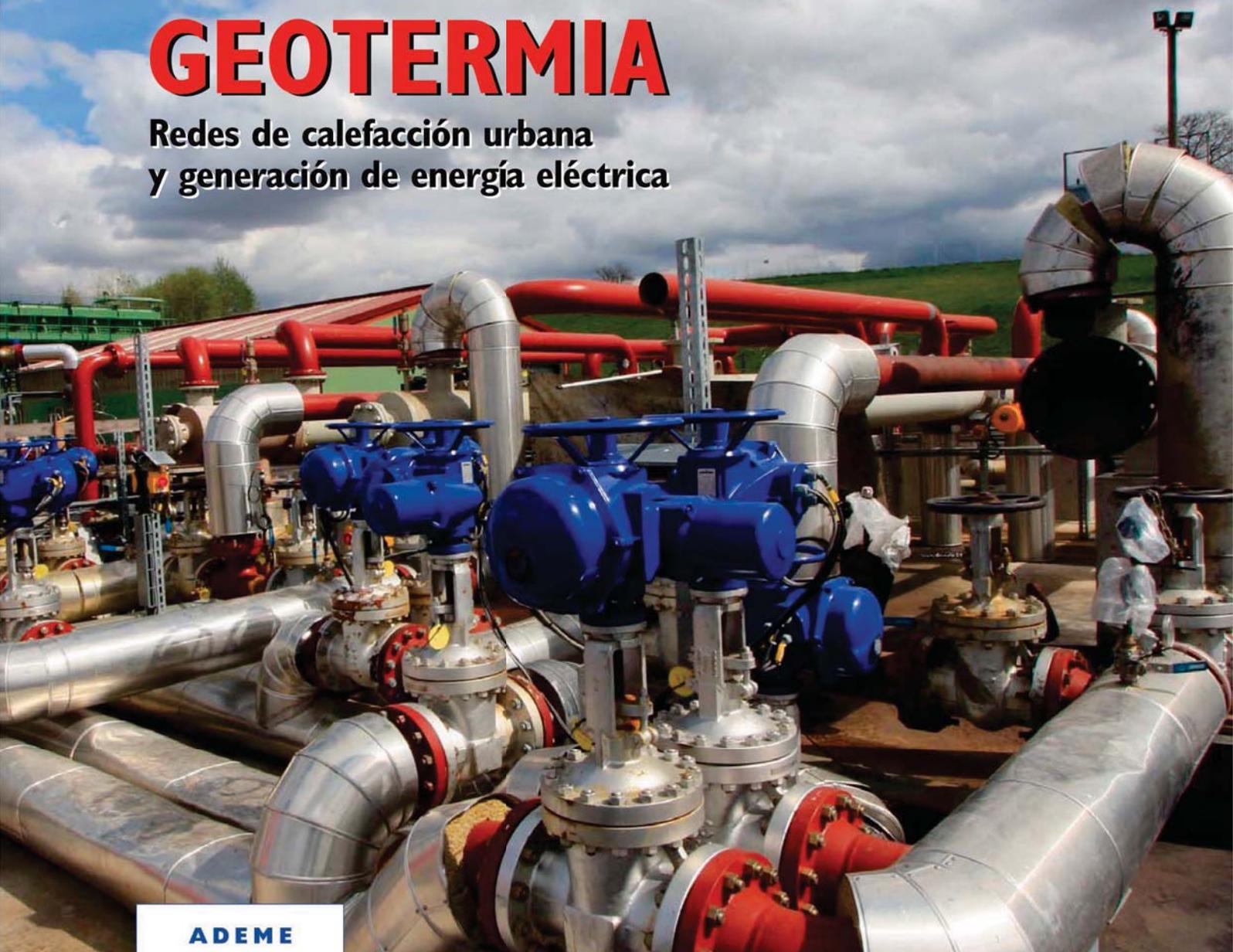


El saber hacer francés
en el campo de la

GEOTERMIA

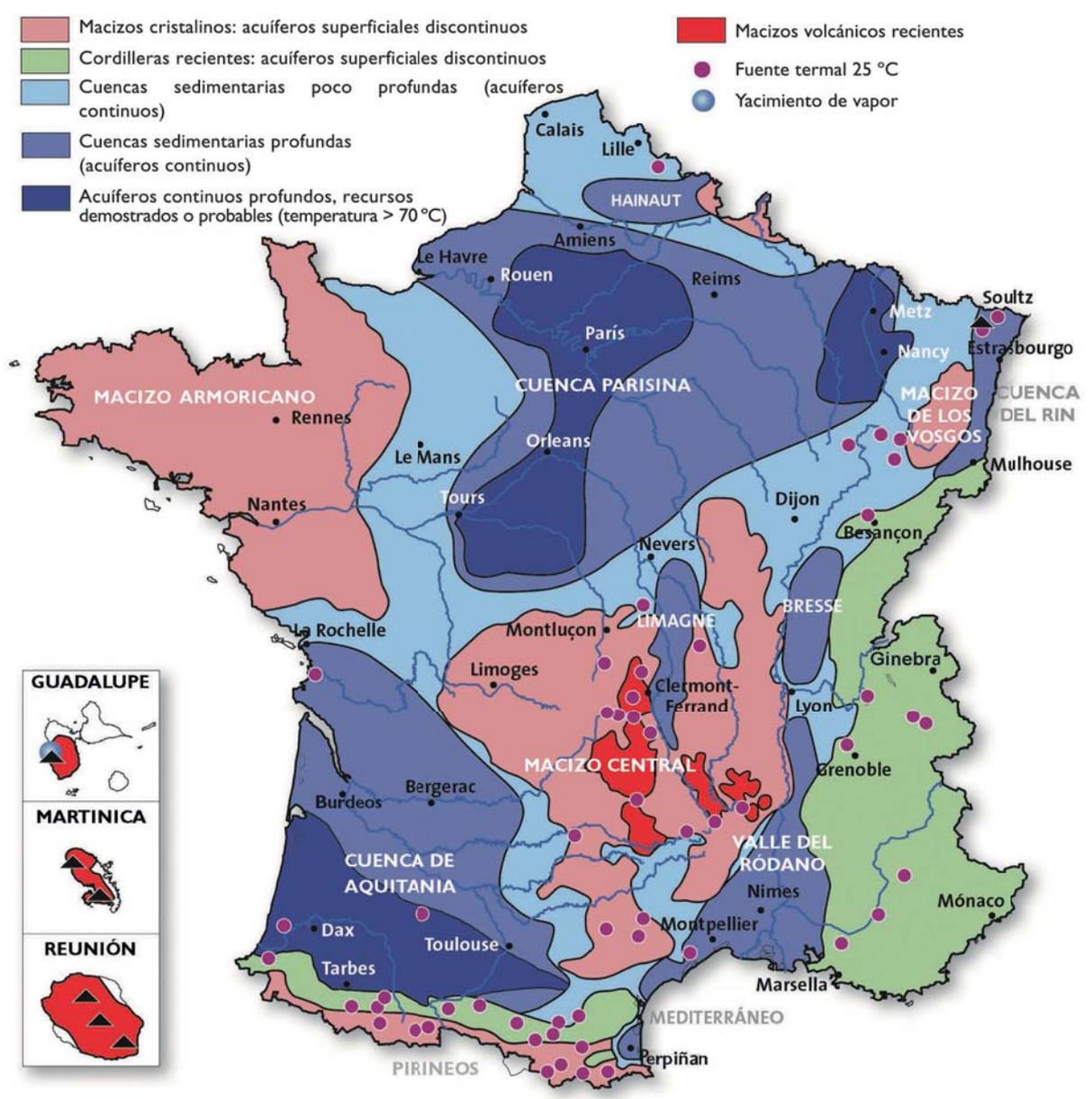
Redes de calefacción urbana
y generación de energía eléctrica



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



Mapa de los recursos geotérmicos de Francia.

Foto de portada
 Intercambiadores de calor - Planta piloto de energía geotérmica profunda de Soultz-sous-Forêt.
 © Christian WEISS – ADEME

Esta publicación tiene como objetivo dar a conocer a nivel internacional el saber hacer de los sectores público y privado de Francia en materia de energía geotérmica (redes de calefacción urbana y generación de energía eléctrica).

Otros títulos de la colección
 Le savoir-faire français dans le domaine des énergies renouvelables
 Le savoir-faire français dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments
 Le savoir-faire français dans le domaine de la prévention de la pollution de l'air
 Le savoir-faire français dans le domaine de la dépollution des sols et des eaux souterraines
 www.ademe.fr/ Médiathèque / publications ADEME



© Joëlle Arnaud, Pierre-Grégoire Scholl

Contexto

El término geotermia procede del griego geos (tierra) y thermos (calor) y se refiere tanto a la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos del planeta, como al conjunto de procesos industriales que tienen como objetivo explotar estos fenómenos para generar energía eléctrica y/o calor.

La energía geotérmica es la que se obtiene al aprovechar el calor del subsuelo. Este calor proviene principalmente de la desintegración de elementos radiactivos que forman parte de la corteza terrestre y de la disipación de energía primaria. Los volcanes, los géiseres o las aguas termales son algunas de sus manifestaciones más visibles en la superficie terrestre, pero su presencia también se puede identificar fácilmente gracias al concepto de gradiente geotérmico, es decir, el aumento de la temperatura con la profundidad.

El gradiente geotérmico del planeta es en promedio de 33 °C por kilómetro, como en Francia por ejemplo, pero su valor puede ser muy superior, especialmente en áreas de vulcanismo activo o reciente donde se pueden alcanzar varias decenas de °C por 100 metros.

Para aprovechar el calor del subsuelo a poca profundidad, se puede recurrir a bombas de calor que permiten producir tanto calor como frío. Por su parte, el calor obtenido a mayor profundidad (varios centenares de metros) se puede utilizar directamente para usos térmicos (calefacción de edificios, procesos industriales, aplicaciones agrícolas, etc.) o para producir energía eléctrica.

Una energía ecológica y renovable, disponible en todas partes

En la actualidad, más de 35 países recurren a la energía geotérmica para generar electricidad con una capacidad instalada mundial de 11 GW mientras que 79 países producen calor mediante energía geotérmica con un total de 43 GW instalados.

Francia ocupa el tercer puesto de Europa en términos de capacidad y desempeña un papel importante en el desarrollo de esta energía. El Grenelle del Medio Ambiente prevé que entre 2006 y 2020 se sextuple el aporte de calor geotérmico

al conjunto energético francés lo que supondría la sustitución de 1,3 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep). Por su parte, la producción de energía eléctrica de origen geotérmico debería aumentar en Francia de 15 a 80 MW, con un potencial a largo plazo estimado en 200 MW.

Un reconocido saber hacer

Tras un importante período de desarrollo en los años 80 motivado por la subida del precio del crudo, seguido de un descenso de su explotación en los años 90, el mercado francés de la energía geotérmica vuelve a experimentar en la actualidad un renacimiento propiciado por un marco de políticas favorable para el desarrollo de las energías renovables.

En particular, la industria geotérmica francesa puede apoyarse en la experiencia adquirida en la cuenca parisina, que es la

zona de mayor densidad del mundo en operaciones geotérmicas de baja entalpía activas en un mismo acuífero. Este dinamismo está vinculado a la política de apoyo fomentada por los gobiernos de los últimos años y a la existencia de una activa oferta profesional.

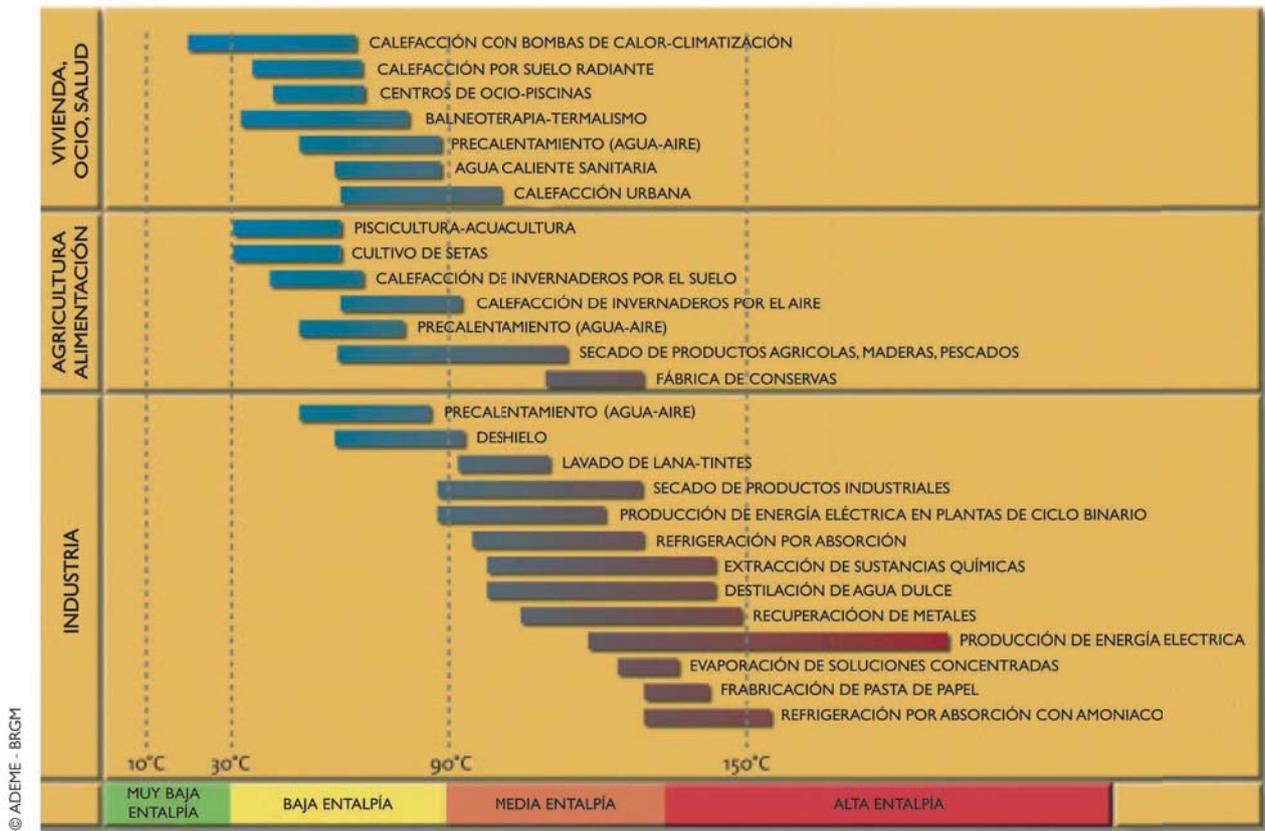
Francia cuenta, de hecho, con el completo entramado industrial necesario para producir los componentes de los bucles geotérmicos y de las instalaciones de superficie (tubos de perforación, intercambiadores de calor, válvulas, turbinas, alternadores, sistemas de control, sistemas de protección contra la corrosión, plantas de ciclo binario, etc.) para la generación de electricidad o de calor.

A esto se suman una capacidad consolidada para la operación de plantas energéticas y en ingeniería de subsuelo, así como la reconocida experiencia técnica de empresas capaces de realizar las más complejas perforaciones a gran profundidad.

Perforación de geotermia profunda en París - CPCU.



© Jacques Le Goff - ADEME



Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura..

Tecnologías maduras

La energía geotérmica de mediana y alta entalpía (temperatura superior a 90 °C) se destina principalmente a la producción de electricidad. Estos yacimientos se suelen encontrar a una profundidad de entre 500 y 1.500m en zonas de vulcanismo activo o reciente, en los bordes de las placas tectónicas. En el caso de Francia, estos recursos están presentes en los departamentos insulares de ultramar (Guadalupe, Martinica, Reunión, Mayotte).

En los yacimientos de alta entalpía, la electricidad se genera en centrales de vapor en las que el vapor que sale directamente del pozo geotérmico a más de 150 °C se envía a una turbina conectada a un alternador.

En el caso de los yacimientos de mediana entalpía (entre 100 °C y 150 °C de temperatura) se recurre a centrales de ciclo binario en las que un fluido orgánico volátil

(isobutano, isopentano, etc.) fluye en un circuito cerrado (tecnología de Ciclo Orgánico de Rankine – ORC, por sus siglas en inglés).

También existen centrales de cogeneración electricidad-calor para aplicaciones de calefacción o refrigeración.

Este es también el caso de los sistemas geotérmicos estimulados (*Enhanced Geothermal Systems – EGS*), concebidos para yacimientos de baja permeabilidad (fosas tectónicas, áreas periféricas de los campos geotérmicos de alta entalpía), fracturados de forma natural, de miles de metros de profundidad, que hay que estimular por vía hidráulica o química con el fin de aumentar su permeabilidad.

La energía geotérmica de baja entalpía (entre 30 y 100 °C de temperatura) aprovecha directamente el calor de recursos que se encuentran en formaciones sedimentarias profundas de alta porosidad y permeabilidad localizadas entre los 500 y 2.500 m de profundidad.

Este es el tipo de recursos que se encuentran en Francia, por ejemplo, en la cuenca parisina y en la cuenca de Aquitania y que se utilizan habitualmente para calefacción urbana, calefacción de invernaderos, piscinas y spas, acuicultura y secado. Para optimizar el aprovechamiento de los recursos geotérmicos se pueden conectar bombas de calor.

La energía geotérmica de muy baja entalpía (por debajo de 30 °C de temperatura) requiere bombas de calor para elevar la temperatura del recurso tomado del subsuelo hasta un nivel adecuado para el uso que se le vaya a dar (por lo general, calefacción de edificios). Este tipo de energía geotérmica se destina principalmente a la calefacción y la refrigeración de viviendas individuales o colectivas y de establecimientos del sector servicios.



Mecanismos innovadores de apoyo al sector geotérmico

Un desarrollo geotérmico con objetivos ambiciosos

En los últimos años, Francia se ha fijado el objetivo de multiplicar por 6 el aporte de calor geotérmico al conjunto energético del país lo que supondría la sustitución de 1,3 millones de toneladas equivalentes de petróleo. Por su parte, la producción de energía eléctrica de origen geotérmico en Francia debería aumentar de 15 a 80 MW.

Estos objetivos se enmarcan dentro de la política general para Francia, definida en el contexto de negociaciones en la Unión Europea, cuyo objetivo es aumentar la proporción de energías renovables en el consumo final de energía hasta el 23% antes del año 2020 (50% para los departamentos franceses de ultramar).

Esto fue lo acordado en el marco del Grenelle del Medio Ambiente, un amplio proceso de consulta iniciado en 2007 con el objetivo de definir de forma participativa decisiones a largo plazo en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible en Francia.

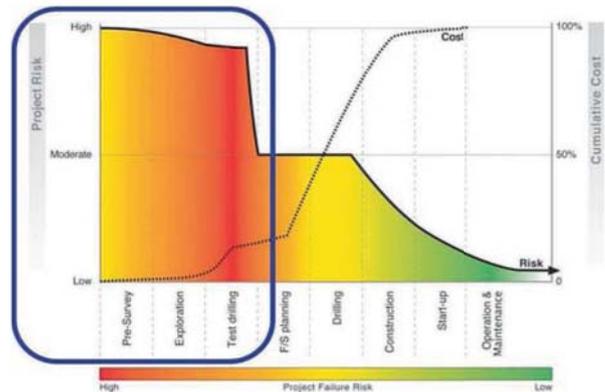
Francia - país pionero en la cobertura de los riesgos geológicos de la energía geotérmica

Uno de los principales impedimentos para el desarrollo de proyectos geotérmicos es lo que se conoce como **el riesgo geológico**.



Campana de comunicación de la ADEME sobre el Fondo Calor.

Este riesgo está relacionado con el hecho de que no se puede conocer con precisión la existencia del recurso geotérmico explotable más que a través de la realización de perforaciones, una operación muy costosa que puede terminar en fracaso (por ejemplo, ausencia de recursos, temperatura o cantidad de flujo explotable inferiores a lo previsto, fluido geotérmico inutilizable por ser demasiado ácido, etc.).



El riesgo "geológico" de la energía geotérmica.

Con el fin de superar este tipo de riesgos y hacer posible el desarrollo de proyectos geotérmicos, Francia puso en marcha a principios de los años 80 un mecanismo de seguros liderado por la ADEME y SAF Environnement (subsidiaria de la Caja de Depósitos y Consignaciones), y de ayuda financiera para la realización de los proyectos.

Este mecanismo ha permitido instalar en Francia decenas de sistemas geotérmicos de calefacción con una capacidad energética equivalente a la consumida por más de 200.000 viviendas¹, ubicados principalmente en las regiones de París y Aquitania.

En la misma línea, en el año 2011 se adoptaron medidas para crear un sistema de apoyo a la exportación del sector geotérmico francés con mecanismos tanto financieros como de cobertura del riesgo geológico.

El Fondo Calor Renovable

Dotado de un presupuesto de 1,2 millones de euros para el período 2009-2013, el Fondo Calor, gestionado por la ADEME, proporciona financiación para proyectos que utilicen calor renovable en los sectores servicios, industria y de vivienda colectiva.

Su objetivo principal es ayudar a que las plantas que producen calor a partir de energías renovables puedan ser económicamente competitivas con respecto a aquellas que cubren las mismas necesidades energéticas utilizando energía convencional.

En lo que concierne a la energía geotérmica, pueden optar a estas ayudas las plantas de geotermia profunda con o sin redes de calefacción urbana, las plantas con bombas de calor en acuíferos superficiales o en campos de sondas geotérmicas, así como aquellas que cuenten con sistemas de recuperación de energía a partir de aguas residuales o de agua de mar.

El Fondo Calor puede solicitarse desde la fase inicial de los proyectos para la realización de estudios de viabilidad, pruebas de respuesta térmica o perforaciones de prueba.

Desde su creación en 2009, el Fondo Calor ha financiado 182 proyectos geotérmicos en Francia, los cuales han permitido aprovechar más de 50.000 tep/año.

Cabe destacar además que, como complemento a la ayuda proporcionada por el Fondo Calor Renovable, las redes de calor francesas que utilicen más del 50% de energías renovables y de recuperación, como la energía geotérmica, se benefician de un tipo reducido de IVA (5,5%) sobre el calor que distribuyen.

El saber hacer francés en el campo de la geotermia

¹ Cálculo realizado tomando como referencia una vivienda estándar de 80 m² habitada por una familia de cuatro miembros.

Apoyo a la I+D y a la innovación

Son numerosos los proyectos para mejorar las tecnologías existentes o para desarrollar nuevas tecnologías a través de los cuales se moviliza a los actores franceses de la geotermia.

La I+D y la innovación geotérmica pueden beneficiarse de diferentes mecanismos de apoyo a la investigación tanto a nivel nacional como europeo, entre los que destacan:

- **financiación de la UE (FP7, programa Energía Inteligente para Europa, etc.),**
- **el Fondo Unico Interministerial de Competitividad,**
- **financiamiento de la Agencia Nacional de Investigación (ANR), la ADEME, OSEO, etc.,**
- **fondos regionales y otros fondos asociados (Fondo Europeo de Desarrollo Regional).**

Programa Europeo de Energía Geotérmica Profunda de Soultz-sous-Forêt.

El concepto de "Sistemas Geotérmicos Estimulados" (*Enhanced Geothermal Systems, EGS*) hace referencia a la extracción en profundidad de agua caliente que se encuentra de forma natural en fracturas en las que ha aumentado la permeabilidad, permitiendo a la salmuera geotérmica circular a través de bucles de convección.

Iniciadas en Los Álamos en los años 70, las investigaciones de este tipo de sistema a nivel internacional se han concentrado desde 1987 en las instalaciones de Soultz-sous-Forêt, en Alsacia, donde desde hace tres años se encuentra en funcionamiento un piloto científico financiado por la Unión Europea, Alemania y Francia.

Este piloto científico, que sigue siendo hasta hoy el más avanzado del mundo en términos de viabilidad y logros científicos y técnicos, consta de cuatro pozos de profundidades comprendidas entre 3.600 y 5.000 metros.

La circulación de fluido geotérmico entre los pozos gracias a un sistema de bombeo permite recoger del fondo del pozo aproximadamente 40 litros de agua por segundo a una temperatura de 200 °C para producir 1,5 MW de electricidad mediante una unidad de conversión termoelectrica de tipo ORC (Ciclo Orgánico de Rankine).

Desarrollo de proyectos de demostración

Como parte de un gran esfuerzo nacional por impulsar la industria francesa (Programa Inversiones del Futuro), se ha destinado un amplio programa de 1,35 mil millones de euros a la ejecución de proyectos piloto en el campo de las energías renovables y de baja emisión de carbono. Este programa se desarrolla a lo largo del período 2010-2014.

Los proyectos, ya sean instalaciones de demostración o plataformas tecnológicas, tienen por objeto la experimentación preindustrial de tecnologías disruptivas. Permiten que las empresas puedan asumir ciertos riesgos tecnológicos y financieros entre la fase de investigación de nuevas tecnologías ecológicas y su industrialización.

Así, teniendo en cuenta las necesidades identificadas en las "hojas de ruta estratégicas", se abren convocatorias para la presentación de expresiones de interés, entre las que se seleccionan las mejores propuestas de proyectos.

En el caso particular de la geotermia, la última convocatoria se lanzó a finales de 2011 y abarcó los siguientes aspectos:

1. La generación de electricidad de tipo EGS o en depósitos convencionales, con el desarrollo de: instalaciones de demostración o programas de actividades relacionadas no sólo con los componentes y las técnicas, sino también con el conocimiento de los recursos geotérmicos y su explotación;

2. La producción de calor mediante:

- la puesta en marcha de plataformas tecnológicas de energía geotérmica de muy baja entalpía,
- el desarrollo de instalaciones de demostración de energía geotérmica profunda.

El apoyo financiero a los proyectos puede ser en forma de subvenciones, anticipos reembolsables o inversiones accionarias. Este programa está siendo gestionado por la ADEME.

Polos de competitividad: clusters de fomento del crecimiento económico y del empleo

Los polos de competitividad constituyen el pilar fundamental de la política pública francesa en materia de innovación e I+D. Se trata de grupos de empresas (PYME/PYMI y grandes grupos), laboratorios de investigación y centros de educación superior ubicados en un mismo



Central geotérmica de Sucy-en-Brie - caldera.

El polo de competitividad

Avenia

Con sede en la región de Aquitania, Avenia tiene como objetivo desarrollar proyectos innovadores para reunir a los actores de la investigación y la industria del campo de las geociencias (industria geotérmica, almacenamiento subterráneo de fuentes de energía intermitentes, desarrollo responsable de las energías fósiles y almacenamiento geológico del CO₂). Las actividades de Avenia en el campo de la energía geotérmica están relacionadas, en particular, con los aspectos geotérmicos de las redes de calefacción.

lugar que abarcan en su conjunto toda la cadena de valor, consiguiendo así conjugar la capacidad de innovación pública y privada en torno a proyectos de gran potencial.

Para estimular el desarrollo de proyectos, el gobierno inició varios procesos de licitación, los cuales supusieron 1,5 millones de euros en financiación durante el período 2009-2011. Además, gracias al apoyo de los gobiernos locales franceses, los polos gozan de un régimen fiscal especial.

Francia cuenta con una decena de polos activos en el campo de las energías renovables, entre los cuales se encuentra Avenia, un polo dedicado a las geociencias.

Institutos y laboratorios de excelencia

Además de los proyectos de demostración antes mencionados, la I+D y la innovación geotérmica también están sustentados por el programa marco Inversiones del Futuro a través de otras herramientas, como los institutos y laboratorios de excelencia.

Instituto de Excelencia Geodenergías (geotecnologías, Orleans)

Los Institutos de Excelencia en el campo de la Energía Libre de Carbono (Instituts d'excellence dans le domaine des énergies décarbonées, IEED) son institutos temáticos nacidos de una alianza estratégica público-privada a través de los cuales se desarrollan programas de investigación asociados a plataformas tecnológicas, se realizan tareas de investigación y desarrollo experimental teniendo en cuenta las necesidades del mercado, se contribuye a la ingeniería de la capacitación inicial y continua, y se garantiza el aprovechamiento socioeconómico de los resultados.

El IEED Geodenergías (Geotecnologías para una energía libre de carbono) fue certificado en marzo de 2012. Su objetivo es construir los

pilares tecnológicos para el desarrollo de tres sectores industriales relacionados con el subsuelo: el almacenamiento de CO₂, el almacenamiento de energía y la energía geotérmica (calor y electricidad). Bajo la coordinación del BRGM en Orleans, Geodenergías aglutina a 22 empresas y 11 instituciones públicas de investigación.

Laboratorio de excelencia en "G-eau-thermie profonde" (Estrasburgo)

A través de la convocatoria de proyectos Laboratorio de Excelencia (LabEx) de 2011, los laboratorios de visibilidad internacional tienen la oportunidad de acceder a recursos sustanciales para poder competir con sus homólogos extranjeros, atraer a investigadores e investigadores-docentes de renombre internacional, y construir una política integrada de investigación, capacitación y desarrollo de alto nivel.

De esta manera, 171 laboratorios de excelencia fueron seleccionados para recibir financiación por un período de tiempo lo suficientemente extenso como para permitirles implementar una estrategia científica de gran envergadura.

El laboratorio de excelencia G-eau-thermie, con sede en Alsacia, fue certificado en marzo de 2012. Su objetivo es desarrollar el uso de la energía geotérmica profunda gracias a un mejor conocimiento de los yacimientos geotérmicos profundos y al desarrollo de nuevas tecnologías para su explotación. El Instituto combina las capacidades académicas de la Universidad de Estrasburgo y las capacidades industriales del grupo Electricité de Strasbourg. Este proyecto a medio plazo (8 años) ha recibido un total de 3 millones de euros en financiación ministerial.

Ejemplos de proyectos de I+D/innovación

Desarrollo de una máquina de ciclo orgánico de Rankine adaptada para energía geotérmica - Enertime

La compañía Enertime ha desarrollado con su gama ORCHID© una valiosa contribución al diseño, la fabricación y la implementación de módulos industriales (de 500 kW a 5 MW) con ORC (Ciclo Orgánico de Rankine) que utilizan fluidos no tóxicos y no inflamables a temperaturas superiores a 120 °C. La compañía también está desarrollando nuevos módulos que permitan aprovechar recursos geotérmicos a partir de 80 °C.

Enertime se encarga de todos los aspectos del diseño de sus módulos, por lo que está en condiciones de ofrecer soluciones optimizadas a cada proyecto.

A principios de 2011, Enertime consiguió captar un capital de 1,5 millones de euros en fondos de inversión y recibió una ayuda de 1,8 millones de euros de la compañía TOTAL para finalizar el desarrollo del módulo ORCHID© de 1 MW. Este módulo está operativo desde septiembre de 2012 en una aplicación de recuperación de calor industrial en la región francesa de Países del Loira.

Proyecto GEOSTOCAL: almacenamiento interestacional de calor residual en acuíferos profundos

El proyecto ANR GEOSTOCAL (2008 - 2011), coordinado por el BRGM, ha conseguido reunir a diversos actores del mundo académico e industrial. Con este proyecto se ha logrado demostrar en el plano teórico la viabilidad técnica y económica de un sistema de almacenamiento interestacional de calor de alta potencia en acuífero profundo, conectado a un sistema de calefacción urbana que aprovecha el exceso de calor residual producido durante el período estival.

Se estudiaron los aspectos técnicos, económicos y ecológicos de diversas configuraciones de almacenamiento, algunas de las cuales son especialmente innovadoras y permiten combinar de manera flexible la energía geotérmica convencional, de tipo minería, y el almacenamiento de calor.

Convencido por estos resultados, PCU, el socio industrial del proyecto de la ANR, está desarrollando en la actualidad un proyecto de demostración industrial con una de estas configuraciones. De hacerse realidad, el seguimiento científico de este proyecto debería proporcionar nuevos datos sobre el acuífero profundo del Dogger de los cuales se beneficiarían directamente las actuales operaciones geotérmicas convencionales y las operaciones de almacenamiento futuras.



Tecnología y desarrollo industrial

ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA Y MEDIANA ENTALPÍA PARA EL SUMINISTRO DE LA RED DE CALEFACCIÓN URBANA

La energía geotérmica procedente de acuíferos profundos, conocida como energía geotérmica de "baja entalpía", es la obtenida de acuíferos de profundidad superior a varios cientos de metros. Dada la magnitud de las inversiones exigidas por este tipo de proyecto - cuando los acuíferos que se van a explotar se encuentran a gran profundidad - suelen estar vinculados con las redes de calefacción urbana. Se trata de sistemas capaces de dar suministro a miles de hogares, por lo que la carga económica de las obras subterráneas necesarias para la explotación de la energía geotérmica puede repartirse entre un número mayor de puntos de consumo.

Tecnología probada

Las redes de calor geotérmico suelen estar alimentadas por una perforación o por un doblete geotérmico, y transportan el calor en forma de agua caliente a través de tuberías subterráneas para calentar

viviendas y edificios públicos e industriales y para suministrar agua caliente sanitaria (ACS).

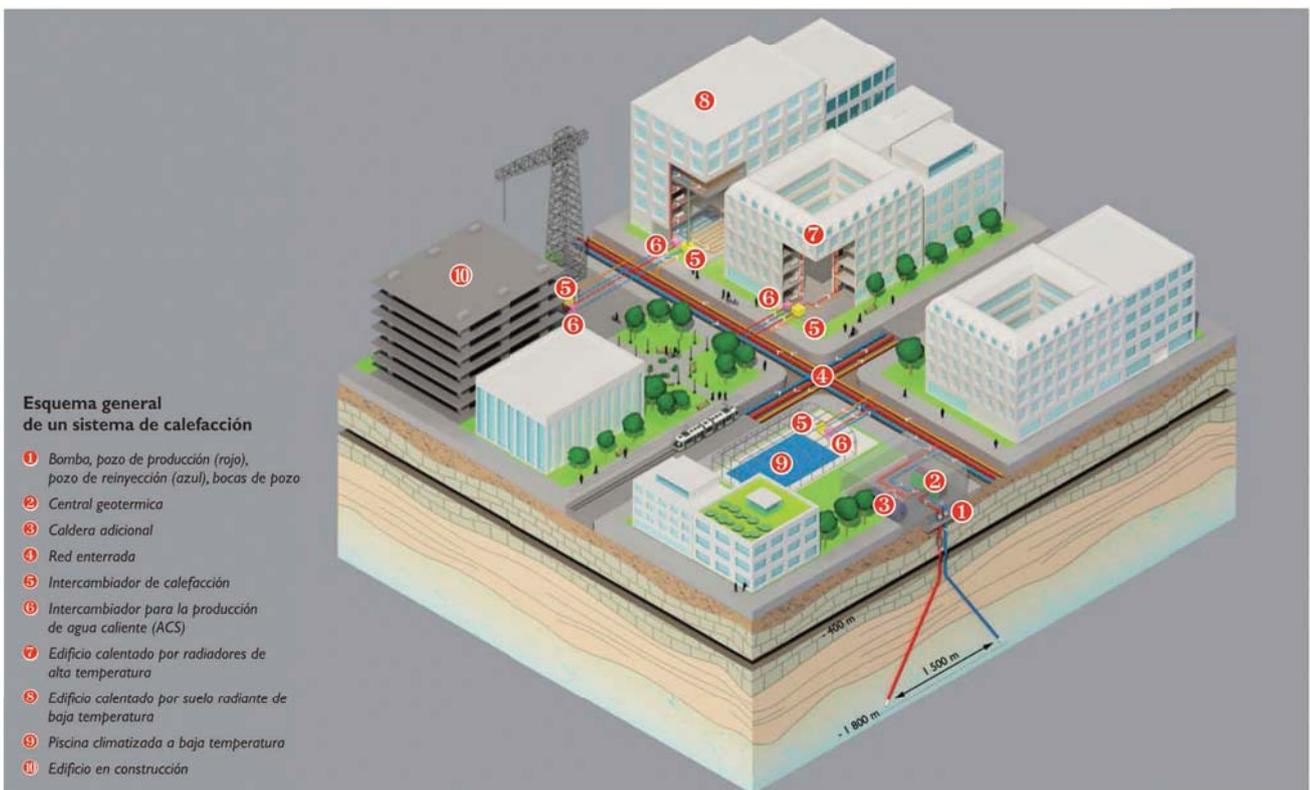
Los recursos utilizados deben tener una temperatura suficiente (entre 30 y 90 °C). Según el caso, se puede utilizar un único pozo conectado a un intercambiador de calor o, lo que es más habitual, un doblete geotérmico acompañado por un intercambiador de calor.

El doblete geotérmico consta de un pozo de producción y un pozo de reinyección. El fluido geotérmico es transportado hasta la superficie gracias a una bomba de producción y, tras haber cedido su energía calorífica, se reinyecta en su acuífero original por medio de otro pozo idéntico. Estos pozos están a una distancia suficiente para asegurar que las aguas ya enfriadas no sean devueltas al pozo de producción. Al inyectar el agua después de eliminar sus calorías se evita contaminar la superficie,

si se tratara de agua salada, o desperdiciar aguas de débil mineralización que podrían destinarse a un uso doméstico o industrial. Esta configuración presenta varias ventajas: no hay liberación de sustancias al medio ambiente (circuito cerrado), se garantiza la sostenibilidad del flujo hidráulico, y se mantiene la estabilidad de las presiones de la explotación.

En Francia, la creación de sistemas de calefacción urbana requieren de la participación de múltiples actores: las instancias públicas con competencias en la gestión inmobiliaria y de infraestructura, usuarios y residentes del barrio, y los profesionales de la energía geotérmica, entre los que figuran compañías operadoras y empresas de servicios (subsuelo y superficie).

Para rentabilizar el costo de la perforación y de las instalaciones en superficie, el suministro de energía debería poder alimentar al equivalente de 3.000 o 4.000 viviendas, agrupadas en la medida de lo posible en un radio inferior a los 3 ó 4 km. Esto significa que se deberían producir al menos 40-45.000 MWh/año.





Aguas termales de los baños públicos de Budapest.

La cuenca parisina: un modelo de explotación de la energía geotérmica de baja entalpía

La cuenca parisina tiene la particularidad de presentar un buen equilibrio entre los recursos geotérmicos disponibles y la demanda de calefacción, ya que muchas aglomeraciones del conurbano están situadas por encima de una serie de acuíferos continuos. Del equivalente aproximado de 200.000 viviendas calentadas por calor geotérmico en Francia, alrededor de 170.000 se encuentran en la región de París.

Esta cuenca sedimentaria consta de cinco acuíferos principales, incluido el Dogger con el mayor número de operaciones de geotermia de baja entalpía del mundo, con 36 explotaciones registradas actualmente destinadas a calefacción colectiva. Como idea del orden de magnitud, una instalación estándar de la región parisina puede calentar aproximadamente entre 4.000 y 5.000 viviendas.

El Dogger se extiende por una superficie de más de 150.000 km² con una temperatura a la altura de la región parisina que oscila entre los 56 y los 85 °C dependiendo de la profundidad del yacimiento (entre 1.600 y 1.800 m).

Las redes de calefacción alimentadas por el recurso geotérmico del Dogger,

Calefacción geotérmica en el aeropuerto París-Orly ADP/CFG Services

Desde finales de 2010, la calefacción de las terminales Sur y Oeste del aeropuerto de París-Orly funciona en parte gracias a la energía geotérmica. La tercera parte del calor es efectivamente de origen geotérmico y proviene de un doblete de pozos a través de los cuales se extrae el agua caliente, que mantiene de forma natural una temperatura de 74 °C, a 1.750 metros de profundidad en el Dogger.

El grupo aeroportuario Aéroports de Paris ha invertido 12,7 millones de euros en la instalación de este sistema, para lo cual la ADEME y el Consejo Regional de Ile-de-France han concedido subvenciones que ascienden al 30% del coste total de la inversión. La gestión de este proyecto estuvo a cargo de los equipos técnicos de Aéroports de Paris, con el apoyo de expertos externos de CFG Services para las operaciones de subsuelo (estudios, supervisión de perforación, activación del doblete geotérmico). Además de permitir un ahorro de gas sustancial, la energía geotérmica también ha contribuido a reducir en 9.000 toneladas al año la cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera por Aéroports de Paris.

Ampliación de la red de distribución de calor de Sucy-en-Brie - Cofely GDF SUEZ

Sucy-en-Brie es un perfecto ejemplo de la experiencia adquirida por Cofely GDF SUEZ en materia de energías renovables. Esta experiencia prueba que se puede desarrollar el uso de los recursos geotérmicos, al tiempo que se garantiza su sostenibilidad, e incrementar el número de beneficiarios ampliando la red de distribución de calor.

Con la perforación de un nuevo pozo de producción y la reconversión de dos pozos ya existentes en pozos de reinyección, Cofely GDF SUEZ ha desarrollado el primer "tripleto" geotérmico de Île-de-France. Estas obras, que se completaron con una ampliación de la red de distribución de calor (3 a 4 km), han permitido incrementar tanto la potencia (de 7 a 11 MW) de la nueva planta de generación como el número de equivalentes en viviendas que reciben suministro (de 2.350 a 2.900).

operadas en su mayoría por empresas privadas como Dalkia, Cofely, IDEX Energie, Coriance a2a, así como por sociedades locales de economía mixta (SEM)

llevan casi treinta años de explotación por lo que ya están ampliamente amortizadas, manteniendo, todavía hoy, una tasa de disponibilidad media de cerca de 95%. La de Melun l'Almct es la más antigua de estas instalaciones, que lleva en funcionamiento desde 1969.



Extractor geotérmico
Planta geotérmica de Melun.



© Antea



Operación de Orly Choisy: la tuberías de la perforación se van ensamblando las unas a las otras a medida que progresa la perforación.

Un nuevo doblete geotérmico para la ciudad de Orly - Antea/COFOR

Desde febrero de 2008, Valophis Habitat cuenta con un nuevo doblete de pozos geotérmicos conectado a la red de calefacción de Orly-Choisy-le-Roi. Este doblete geotérmico de acuífero profundo (1.700 metros) produce más de 300 m³/h de agua a 76 °C. Con estos volúmenes de agua caliente, Valophis cubre el 86% de su red de calefacción con energía geotérmica. Con una longitud de 18 km (ida y vuelta), la red asociada permite dar calefacción al equivalente de 8.000 viviendas, incluidos establecimientos municipales de la ciudad de Orly (colegios, institutos, etc.).

Antea Group ha sido responsable de la gestión del diseño y de la obra de este proyecto, junto a COFOR como empresa principal. Con esta operación se reducen en 15.000 toneladas al año las emisiones de CO₂ con respecto a un sistema de gas, al tiempo que se logra un ahorro significativo, ya que el precio del MW pasa de entre 35 y 40 euros en el caso del gas a 27 euros en el caso de la energía geotérmica. Esto supone un ahorro anual de 150 a 200 euros para una familia de cuatro personas que viven en un apartamento de 4 habitaciones.

Desarrollo geotérmico en la ciudad de Meaux - Coriance

El Sindicato Mixto de Energía Geotérmica de Meaux y su delegada Energie Meaux, subsidiaria de Coriance, han firmado, bajo el auspicio de la Municipalidad de Meaux, un acuerdo para el desarrollo de la energía geotérmica: se prevén inversiones por valor de 26 millones de euros. Se transformarán en tripletes tres dobletes ya existentes perforando nuevos pozos de producción y revistiendo los pozos existentes para su uso en el proceso de reinyección. Se mantendrá además un cuarto doblete. Con la instalación de bombas de drenaje será posible alcanzar un flujo total de 885 m³/h. Una bomba de calor (4 MW) permitirá optimizar la recuperación de energía en el subsuelo. Se duplicará así la capacidad geotérmica de Meaux: el 60% de la red de calefacción será alimentada a partir de recursos renovables, locales y seguros. En última instancia, se dará suministro al equivalente de cerca de 12.000 viviendas, evitando la emisión de... ¡30.000 toneladas de CO₂ al año!

Central geotérmica de Meaux - Coriance.

© Cédric Helsly - Forreca Coriance



Renovación de las explotaciones

La sostenibilidad de las redes de calor geotérmico más antiguas exige hoy un proceso de renovación de los dispositivos. Dependiendo del caso, los dispositivos existentes evolucionan para convertirse en tripletes de perforaciones (perforación de un pozo de producción tras la rehabilitación de los dos pozos existentes en forma de pozos de reinyección de menor diámetro) o se los abandona y reemplaza por un nuevo doblete. Desde 2007, se han renovado cuatro plantas en los municipios de Orly, Sucy-en-Brie, La Coumeuve y Coulommiers. Al mismo tiempo, se han creado tres nuevas plantas (dobletes): Noroeste de París, instalaciones aeroportuarias de Orly y Lognes.

Estas operaciones reflejan el reciente resurgimiento de la energía geotérmica profunda en la región de Île-de-France, que continuará en los próximos años (7 renovaciones previstas para el periodo 2012-2013).

Un importante potencial de desarrollo

La energía geotérmica de baja temperatura en la Francia metropolitana ofrece múltiples perspectivas de desarrollo. En la cuenca parisina, la atención se centra en los acuíferos Albiense/Neocomiano, Lusitano y Triásico, que tienen un potencial interesante, sobre todo cuando el Dogger es menos propicio o ya ha sido muy explotado.

En la cuenca de Aquitania, los recursos geotérmicos llevan siendo explotados desde hace alrededor de treinta años a través una docena de perforaciones, ubicadas principalmente en la Gironde. El contexto de esta cuenca difiere notablemente del de la parisina, donde todas las plantas funcionan como pozo único, es decir, sin reinyección de fluido.

La Alsacia y el alto valle del Rin presentan un potencial geotérmico que ya ha sido explotado en Alemania (planta de Bruchsal, al nordeste de Karlsruhe). Una perforación profunda (del orden de los 2.000 metros) en la región de Rittershoffen, cerca de Estrasburgo, permitirá comprobarlo en el territorio nacional.

A nivel internacional, el exitoso modelo de operación del Dogger en la cuenca de París podría servir de ejemplo para los países de Europa Central y del Este, bien dotados en recursos geotérmicos de baja y mediana entalpía. Nos referimos en particular a la llanura Panónica, la cuenca de Podhale y la cuenca de los Cárpatos.

Energía geotérmica para un ecobarrio - Dalkia

Dalkia, líder global en servicios de energía, financia, diseña y opera numerosas instalaciones geotérmicas en sondas secas o en acuíferos que van de pocos a miles de metros de profundidad. Dalkia opera, por ejemplo, 17 dobletes geotérmicos de las 36 instalaciones que están operativas en la región de Île-de-France.

Dalkia está desarrollando y operará durante veinticinco años, en el fuerte de Issy-Les-Moulineaux, la primera red de calor geotérmico con bucle de agua templada (27 °C) que dará suministro a un ecobarrio. A partir del 1 de enero de 2013, dos pozos geotérmicos excavados a 600 metros de profundidad para llegar a la napa del Albiense (28 °C), darán suministro de agua caliente sanitaria y calefacción a 1.600 viviendas, 2 escuelas, tiendas y una piscina. Las bombas de calor instaladas en las bases de los edificios permitirán calentar y refrigerar las viviendas y los comercios.

Último proyecto iniciado: el diseño, la ejecución y la financiación a 25 años de un doblete en el Dogger (2.000 m, 71 °C), para alimentar la red de calor de Lognes (Île-de-France). Otros proyectos: Arcus en Noruega (90 sondas secas a 300 m), Le Plessis-Robinson en Île-de-France (dos perforaciones a 900 m en el Neocomiano - 38 °C), China, etc.

Cartografía de "burbujas frías" en los departamentos de Seine-Saint-Denis y Val-de-Marne tras 30 años de explotación geotérmica

Tras la reanudación de la explotación de la energía geotérmica profunda en Île-de-France en la primera década del presente siglo, la ADEME y el BRGM empezaron a considerar la necesidad de gestionar eficazmente las "burbujas frías" que se habían ido formando alrededor de los pozos de reinyección desde el inicio de las operaciones, en su mayor parte entre los años 1980 y 1985.

De los 36 dobletes que actualmente operan en la región parisina, 27 se encuentran en Val-de-Marne y Seine-Saint Denis. Desde el año 2009, se ha implementado a través de estos departamentos un modelo de gestión de los recursos que pretende, en primer lugar, comprender mejor la magnitud de las zonas refrigeradas para optimizar la ubicación de nuevos pozos en operaciones nuevas o rehabilitaciones y, en segundo lugar, predecir el comienzo del enfriamiento en los pozos de producción. Este modelo desarrollado por el BRGM se alimenta a través de la base de datos DOGGER, fundada en 2001 con la colaboración de ingenierías especializadas en subsuelo, que incorpora toda la información relativa al funcionamiento de las operaciones.



Filtero de la central geotérmica de Lognes (DALKIA).



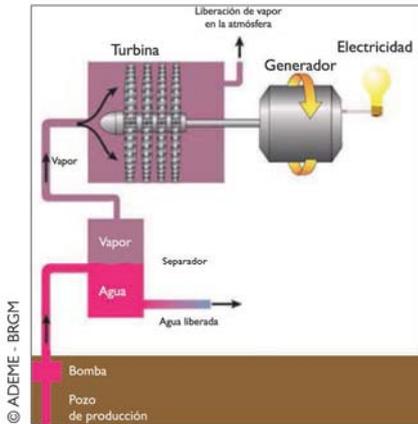
ENERGÍA GEOTÉRMICA DE ALTA ENTALPÍA PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Descubierta desde hace un siglo, la producción de electricidad a partir de energía geotérmica tomó relevancia a partir de la década de 1970 y representa ahora cerca de 11.000 MW en todo el mundo.

Las tecnologías actuales permiten generar electricidad a partir de temperaturas cada vez más bajas. Además, los sistemas geotérmicos mejorados, llamados EGS, ofrecen perspectivas muy prometedoras.

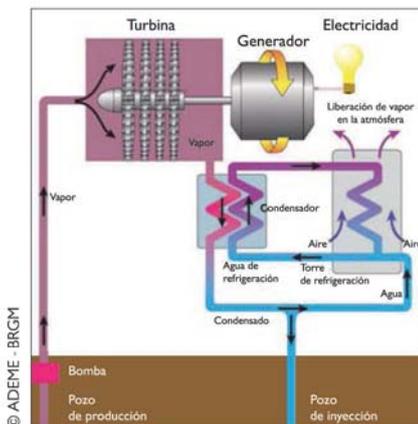
Generación de electricidad en zonas volcánicas

La generación de electricidad geotérmica en zonas de volcanismo activo se basa en la explotación de yacimientos que contengan recursos con temperaturas comprendidas entre 100 y 350 °C. En este tipo de instalación, el vapor producido en la boca del pozo alimenta una turbina y un alternador que produce electricidad. El fluido condensado se reinyecta a continuación en el yacimiento con el fin de optimizar la vida de la explotación.



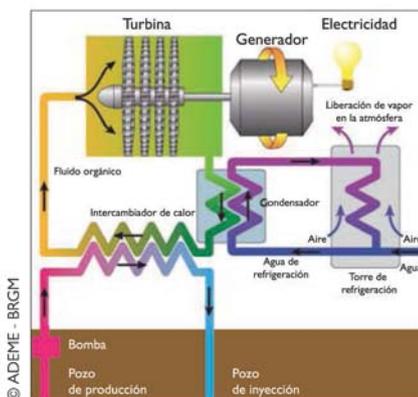
© ADEME - BRGM

Central de escape libre o de contrapresión: tras la separación de la fase líquida, el vapor resultante se expande en una turbina y se libera a la atmósfera.



© ADEME - BRGM

Central de condensación: la turbina se alimenta del vapor obtenido en la boca del pozo de producción, que se condensa a continuación a la salida de la turbina.



© ADEME - BRGM

Central geotérmica de fluido binario: el fluido geotérmico transfiere su calor en un intercambiador de calor con un fluido orgánico que se evapora a baja temperatura y se expande en la turbina.

Central geotérmica de Los Azufres II en México - Alstom

Alstom es líder mundial en infraestructuras para la generación y transmisión de electricidad, así como para el transporte ferroviario. Pionero en el aprovechamiento de la energía geotérmica, Alstom ofrece servicios de planificación, equipamiento y construcción de soluciones geotérmicas que van del suministro de turbinas a la construcción y mantenimiento de la central eléctrica. El grupo ha instalado más de 380 MWV de electricidad geotérmica en todo el mundo, destacando las centrales de Los Hornos (México, 2009), Los Azufres (México, 2000), Las Tres Vírgenes (México, 1998), Lahendong (Indonesia, 1995), Bouillante (Antillas francesas, 1980) y Wairakei (Nueva Zelanda, 1958). La central geotérmica de Los Azufres, encargada en 2000 por el gobierno mexicano, ofrece en la actualidad una de las fuentes de energía más rentables de México. A través de un proyecto llave en mano, Alstom ha proporcionado los servicios de ingeniería, aprovisionamiento y construcción, y en particular la turbina de vapor y el sistema de operación de las cuatro unidades de 25 MW. La extracción del vapor se realiza a través de una perforación que llega hasta un yacimiento geotérmico situado a una profundidad de 4.500 metros. La central inició sus operaciones comerciales en el año 2003 y el conjunto de las unidades suministra a la red mexicana más de 800 GWh de electricidad al año de energía limpia y confiable.

Central geotérmica de Los Azufres en México - Alstom.



© Alstom



Proyecto de desarrollo geotérmico en Dominica BRGM/CFG Services

Situada en las Antillas, la isla de Dominica presenta un gran potencial geotérmico para la generación de electricidad, tal y como se descubrió en la exploración inicial del terreno de Waven Wotten realizada por el BRGM en 1980.

En el marco de los proyectos financiados entre 2005 y 2010 por la Organización de Estados Americanos (Proyecto "Geo-Caraibes") y por la Unión Europea ("Proyecto Geotérmico del Caribe", coordinado por la Región de Guadalupe), CFG Services y el BRGM, en asociación con la ADEME, han llevado a cabo el estudio de viabilidad de un proyecto de planta geotérmica con una capacidad de 120 MW concebida para cubrir las necesidades energéticas de Dominica y exportar el excedente a Guadalupe y Martinica a través de cables submarinos.

El estudio comprendió estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, el desarrollo de un modelo preliminar de la planta y la selección de los emplazamientos propicios para realizar tres perforaciones de exploración, el diseño preliminar de las unidades de producción, una versión actualizada del balance económico haciendo constar el costo de la interconexión y un estudio de impacto ambiental.

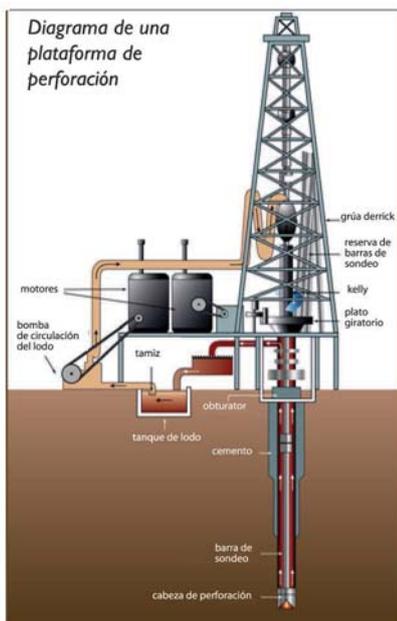
Este proyecto ofrece buenas oportunidades desde el punto de vista ambiental al tiempo que presenta un gran potencial para la cooperación regional y el desarrollo económico de las islas del Caribe, especialmente si se tiene en cuenta que los tres pozos de exploración, finalizados entre finales de 2011 y principios de 2012 bajo la supervisión de la AFD, han podido validar los anteriores trabajos y la presencia de un recurso de alta temperatura.

En la actualidad, se está poniendo en marcha un nuevo proyecto denominado "Géothermie Caraïbe - Fase 2" liderado por la región de Guadalupe y la ADEME en asociación con la región de Martinica, BRGM, AFD, la Caja de Depósitos y Consignaciones de Francia y Electricité de Strasbourg. Su objetivo es preparar un plan de desarrollo geotérmico a escala del Caribe para crear el efecto de masa necesario.

Adaptación de las últimas técnicas de exploración petrolera a la energía geotérmica de alta entalpía- Teranov

Desde finales de 2010, Teranov está desarrollando un programa de investigación aplicada que consiste en adaptar las técnicas más recientes de la exploración petrolera a la energía geotérmica de alta entalpía. El objetivo es ofrecer una variedad de servicios a promotores públicos y privados a través del desarrollo de una herramienta integrada que permita optimizar los costos de exploración y calibrar de forma más precisa el riesgo financiero asociado. Esta herramienta debería estar disponible en un formato y con una precisión equivalente a las herramientas utilizadas habitualmente por los inversores del sector minero e industrial.

En este programa de investigación, Teranov trabaja en estrecha colaboración con las compañías más reconocidas de servicios parapetroleros. Gracias a esta oferta de servicios, Teranov debería poder acceder a los mercados de energía geotérmica de alta entalpía de la región del Caribe y América Latina, en pleno desarrollo en la actualidad.



© ADEME - BRGM

También se puede generar electricidad con recursos de temperaturas comprendidas entre 100 y 160 °C. En este caso, el fluido geotérmico transmite en un intercambiador sus calorías a un fluido orgánico de bajo punto de vaporización cuyo vapor acciona una turbina; el fluido orgánico circula en circuito cerrado entre el intercambiador geotérmico y un condensador. Esta tecnología se denomina tecnología de fluidos binarios u ORC.

Etapas del desarrollo de un proyecto

La ejecución de un proyecto genérico de desarrollo de un recurso geotérmico para la generación de electricidad comprende las siguientes etapas:

- 1 - Reconocimiento preliminar:** A partir de datos geológicos, se selecciona en un territorio determinado las zonas propicias para la existencia de campos geotérmicos;
- 2 - Realización de estudios de prefactibilidad:** Su propósito es poner de relieve la existencia de yacimientos geotérmicos en las zonas reconocidas a priori como propicias;
- 3 - Realización de perforaciones de exploración:** La perforación de exploración tiene por objetivo confirmar la existencia de un yacimiento geotérmico

y evaluar sus características (profundidad, extensión, permeabilidad, propiedades de los fluidos geotérmicos existentes). En caso de que no se den resultados positivos, el proyecto podría abandonarse en este momento;

- 4 - Explotación del yacimiento geotérmico** y puesta en marcha del proyecto de generación de electricidad en sí (estudio de viabilidad, realización de pozos de explotación y construcción de equipos de superficie, incluida la central).



Peritaje del proyecto de energía geotérmica de alta entalpía "Joint Geophysical Imaging", Kenia - CabENR

Entre sus misiones actuales, la ingeniería Alain Boisdet ha realizado para el PNUMA un peritaje del proyecto "Joint Geophysical Imaging" (JGI) en Kenia. El JGI tiene por objeto aumentar la eficacia de la exploración geotérmica para optimizar la ubicación de los pozos. En particular, se está aplicando en Kenia en el marco de los esfuerzos para aumentar la capacidad instalada de 115 MW a más de 1.000 MW para el año 2020. Este método servirá como referencia para los demás países del programa ARGEO. El JGI incorpora una metodología innovadora de imágenes en 3D de los datos obtenidos mediante diversos sensores geofísicos.

Alain Boisdet realizó un peritaje técnico y de gestión del proyecto para identificar los puntos fuertes y los puntos débiles del proyecto y emitir recomendaciones de mejora. Esta misión es una prueba de la reconocida experiencia de CabENR a nivel internacional, que aprovecha su excelente conocimiento de la energía geotérmica y la pertinencia de sus análisis.

© CabENR



Central geotérmica de Olkaria 2 (Kenia).

Piloto de alta entalpía en la Francia metropolitana - Fonroche Géothermie

Consciente de los principales desafíos del sector de la geotermia, la compañía Fonroche Géothermie está trabajando activamente en la ejecución de un proyecto piloto de alta entalpía en la ciudad de Lons, en los Pirineos Atlánticos. La innovadora tecnología desarrollada por este consorcio de compañías especializadas permitiría aprovechar algunos yacimientos geotérmicos hasta ahora inutilizables. Se trata de una unidad de cogeneración geotérmica que, combinada con sistemas termodinámicos adaptados, innovadores y eficientes, generarían 5,5 MW de electricidad y hasta 20 MW de calor explotados a través de redes de distribución de calor en forma de vapor, agua caliente y agua helada para la calefacción y refrigeración de edificios residenciales y comerciales cercanos a la central.

Fonroche Géothermie cuida significativamente el impacto social, societal y medioambiental de su actividad, en particular a través de grandes campañas de comunicación.

Central geotérmica de Bouillante en Guadalupe - BRGM/FED

Esta planta, ubicada en las Antillas, es la de mayor capacidad de generación de electricidad geotérmica convencional de Francia. Compuesta inicialmente por una unidad de 4 MW de potencia, Bouillante 1, realizada por EDF en la década de 1980, a raíz de la estimulación térmica de un pozo ya existente por parte del grupo BRGM en 1998 y de la perforación de tres nuevos pozos en la década de 2000, consta ahora también de una nueva unidad de 11 MW, Bouillante 2.

La compañía Géothermie Bouillante, subsidiaria de los grupos BRGM y EDF, está al mando de la central y del desarrollo de nuevos proyectos de envergadura acorde con la concesión geotérmica que se le ha otorgado. La ingeniería y el mantenimiento del circuito subterráneo está a cargo de CFG Services y la concesión es la sede de los trabajos de I+D realizados por el BRGM y la Université Antilles-Guyane.

© Bernard Sanjuan - BRGM



Central geotérmica Bouillante en Bouillante, Guadalupe.

Una dinámica industria francesa

En Francia, los recursos para producir electricidad geotérmica (yacimientos de alta entalpía) se encuentran en los departamentos de ultramar, especialmente en las Antillas (Guadalupe y Martinica) y en el Océano Índico (Isla de la Reunión, Mayotte).

La central Bouillante, pionera en el Caribe, proporciona de esta manera el 6% de la electricidad consumida en Guadalupe. Por otra parte, hay programas de exploración de superficie ya iniciados en Martinica y en fase de montaje en la Isla de la Reunión y en Guadalupe. Estas iniciativas van siempre supervisadas por una junta directiva en la que están representados todos los actores para que se tengan en cuenta las expectativas de todos los interesados.

Son muchas las compañías francesas que participan en el campo de la energía geotérmica, desde PYME a grandes consorcios. Alstom cuenta con importantes muestras de su trabajo en Indonesia, México y Nueva Zelanda, entre otros. GDF Suez ha participado en el desarrollo de varias plantas en Indonesia a través de su subsidiaria International Power.

Algunos operadores petroleros franceses y otras compañías de ingeniería especializadas también cuentan con competencia para participar en la realización de este tipo de proyectos, desde el estudio de viabilidad a la explotación, pasando por la realización de perforaciones complejas a gran profundidad. Todas estas compañías están federadas en la Asociación Francesa de Profesionales de la Energía Geotérmica (www.afpg.asso.fr).

*Central geotérmica de Lahendong
(producción de electricidad) en Indonesia
CFG Services. Operativa desde 2001
20 MW de potencia.*

Suministro de equipos y ORC para energía geotérmica de alta entalpía - Cryostar

Cryostar es una compañía internacional especializada en la fabricación y el suministro de turbomaquinaria, bombas, turbinas, compresores, turbocompresores, turbogeneradores y de procesos, unidades de vaporización, unidades de licuefacción y ORC (*Organic Rankine Cycle*).

Desde la década de 2000, Cryostar ha desarrollado soluciones específicas para la energía geotérmica de alta entalpía. Cryostar proporcionó en 2007 los turbogeneradores de las centrales geotérmicas de Soutz-sous-Forêts (Francia) - 2,5 MW de potencia - y Unterhaching (Alemania) - 3,7 MW de potencia.



*Géothermie Unterhaching GmbH & Co KG
Turbogenerador Cryostar de 3,7 MW.*

Se encuentra en construcción y estará en funcionamiento en el curso del año 2013. Será el primer proyecto comercial de tipo supercrítico de Europa.



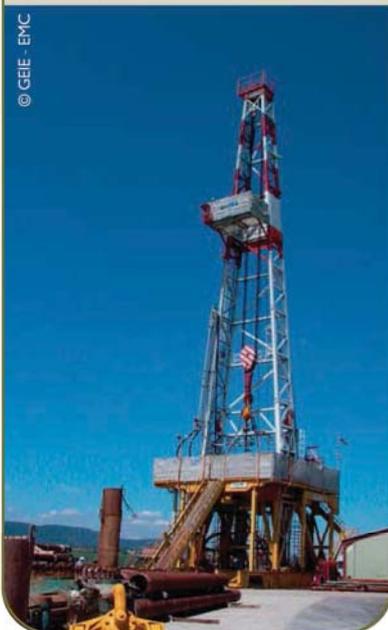
Soultz-sous-Forêt: una planta piloto pionera en experimentación de tecnología EGS

GEIE-EMC cuenta con una planta de energía geotérmica profunda EGS (Enhanced Geothermal System), ubicada en la fosa del Rin en Soultz-sous-Forêts/Kutzenhausen. Está gestionada por un consorcio franco-alemán de compañías del sector energético (ES, EDF, EnBW, Plafzwerke, Steag, Bestec). La planta consta de cuatro pozos geotérmicos, con profundidades de entre 3.600 y 5.000 m que atraviesan una capa de granito fracturado. La central eléctrica de tipo ORC, con una potencia neta de 1,5 MW, es alimentada por un fluido geotérmico (salmuera - 100 g/l) a aproximadamente 170 °C y en torno a 40 l/s en total.

La planta cuenta con un marco científico (50 tesis doctorales, 235 publicaciones, 700 conferencias, 400 informes técnicos) y una infraestructura técnica que sustentan la realización de pruebas/experimentos con equipos de superficie (bombas de producción, intercambiadores de calor, depósitos, corrosión) y en el ámbito del conocimiento del subsuelo (modelado de yacimientos, trazado).

www.geothermie-soultz.fr

Equipo de perforación de Soultz - GEIE EMC.



GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD MEDIANTE TECNOLOGÍA EGS

Son varios los proyectos, que en la actualidad se están desarrollando en distintos rincones del mundo, de centrales geotérmicas con la llamada tecnología de Sistemas Geotérmicos Estimulados (EGS - Enhanced Geothermal Systems), basada en la estimulación de la roca caliente fracturada de forma natural.

Francia, con el piloto científico de Soultz-sous-Forêt, es pionera en este campo.

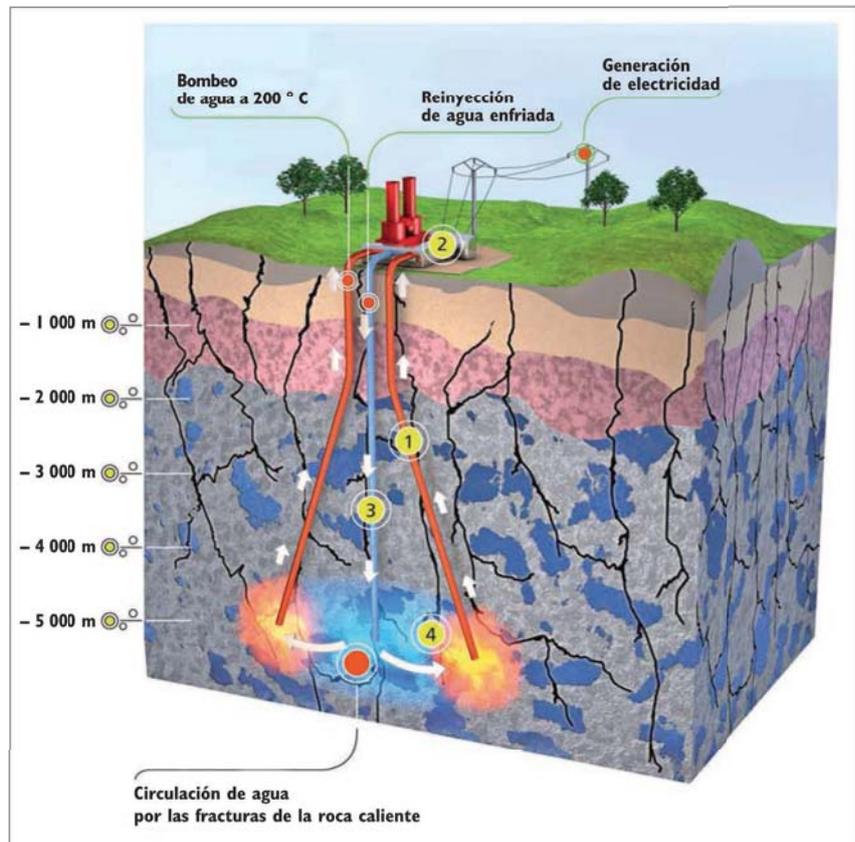
Tecnología de vanguardia

La explotación convencional de la energía geotérmica tiene lugar en yacimientos de alta permeabilidad capaces de proporcionar una gran producción de fluido geotérmico.

Las tecnologías EGS se proponen mejorar el rendimiento hidráulico de entornos más o menos fracturados (roca de basamento o roca sedimentaria de cuencas compactas) con características de porosidad y permeabilidad inadecuados para poder explotar el recurso con los métodos tradicionales.

La extracción de calor en este tipo de formaciones se hace posible mediante la estimulación (hidráulica o química) de la roca para favorecer la circulación del fluido y el intercambio de calor.

Principio de los sistemas EGS - Diagrama de la central de Soultz-sous-Forestal.



El Pitón de la Fournaise en erupción.

Estas tecnologías permiten una explotación más completa de los campos hidrotermales convencionales y la producción de energía geotérmica sin necesidad de estar en un entorno volcánico. Pueden aplicarse en granitos profundos que se encuentren bajo una gruesa capa sedimentaria, muy abundantes en las tierras continentales.

El proyecto más desarrollado en tecnología EGS se inició en 1987, en Francia, en el marco de una iniciativa de colaboración franco-alemana, con el apoyo de la Unión Europea. Ubicado en el departamento de Bajo Rin en Soultz-sous-Forêts, este proyecto ha permitido superar numerosos obstáculos favoreciendo en última instancia una explotación a mayor escala de esta tecnología.

Central de Soultz-sous-Forêts.



© GEIE Explotación minera del calor

Estudios de prefactibilidad sobre los recursos geotérmicos profundos en medios fracturados – ES-Géothermie

En sintonía con la innovación y los proyectos piloto desarrollados en Francia en materia de tecnología EGS, la compañía ES-Géothermie ha realizado varios estudios de prefactibilidad en Alsacia sobre el tema de la roca caliente fracturada.

Estos estudios fueron realizados tanto para la industria (azucarera Cristal Union de Erstein, cervecería Kronenbourg de Obernai) como para gobiernos locales (municipio de Illkirch-Graffenstaden, Wissembourg), y tenían por fin determinar en qué medida y bajo qué condiciones sería económicamente aprovechable el potencial geotérmico profundo susceptible de ser explotado en medios fracturados.

El proyecto ECOGI: primera explotación geotérmica industrial de un yacimiento en medio fracturado - ES-Géothermie

ECOGI (*Exploitation de la Chaleur d'Origine Géothermique pour l'Industrie* - Aprovechamiento del calor de origen geotérmico para la industria) es una iniciativa conjunta de Groupe ES, Roquette Frères y la Caisse des Dépôts para la generación de energía térmica a través de energía geotérmica profunda para alimentar las instalaciones industriales de Roquette en Beinheim.

Diseñada para producir 24 MW térmicos de los 90 MW consumidos en la planta de Roquette a partir de dos pozos (2,5 a 3 km de profundidad), esta central constituirá un ambicioso proyecto que utilizará energía renovable para alimentar la planta industrial de Roquette, situada a 15 km de los pozos, iniciando así una respuesta sostenible y responsable a las necesidades energéticas de los grupos industriales. ES-Géothermie está prestando asistencia a la gestión de este proyecto.

© IPR/METL - MEDDE

La ayuda y experiencia francesas en el plano internacional

A través de iniciativas e instrumentos de financiación específicos, Francia ofrece apoyo internacional a numerosos proyectos de desarrollo así como transferencia de tecnología en el sector de las energías renovables.

Fondo FASEP-Estudios y FASEP-Innovación Verde para países emergentes

FASEP es un instrumento de donación al destinatario local (gobierno central, gobierno provincial, municipalidad, agencias técnicas, etc.) de un promedio de aproximadamente 400.000 euros. Permite financiar la prestación de servicios que responden a una solicitud del beneficiario local, para proyectos de desarrollo que pueden necesitar recurrir a los conocimientos técnicos de las empresas francesas (ingeniería, productores o instaladores de equipos, operadores), con financiamiento identificado (público o privado, bilateral o multilateral).

Las energías renovables forman parte de los sectores incluidos en el FASEP. Se apoyan en particular los siguientes tipos de intervención: estudios previos para proyectos de construcción y/u operación de infraestructura, estudios de viabilidad, anteproyectos sumarios, anteproyectos detallados, etc.; asistencia técnica en la preparación o ejecución de proyectos; cooperación institucional con fines económicos.

Por su parte, el FASEP Innovación Verde permite financiar proyectos piloto de demostración de tecnología ecológica francesa e innovadora en países emergentes.

Reserva Países Emergentes (Réserve Pays Emergents - RPE)

La RPE es un instrumento de préstamo intergubernamental con garantía soberana orientado a financiar proyectos, principalmente de infraestructura, para alcanzar los objetivos de desarrollo del país receptor. La financiación de los proyectos se aborda proyecto por proyecto y se aplica principalmente a la financiación de bienes y servicios franceses.

Las prioridades de la RPE son las energías renovables y los proyectos que se enmarcan dentro de los mecanismos previstos en el Protocolo de Kyoto. Este dispositivo está limitado a un determinado número de países y las condiciones de financiación se rigen por las normas de la OCDE.

Proyectos de la Agencia Francesa de Desarrollo (Agence Française de Développement - AFD)

Presente en el terreno en más de 50 países, la AFD financia proyectos de desarrollo económico y social en numerosos países como operador de la Ayuda Oficial al Desarrollo francesa. A través de una amplia gama de instrumentos financieros (préstamos, donaciones, garantías, etc.), la AFD apoya a las autoridades públicas, al sector privado y redes asociativas locales en la implementación de proyectos económicos y sociales muy diversos.

La AFD también interviene en temas de protección del medio ambiente y gestión de la energía. Los montos comprometidos por la AFD en 2010 en los países en desarrollo han permitido ahorrar unos 5 millones de toneladas de CO₂ (equivalente a las emisiones de 1,8 millones de vehículos).

Proyectos del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (Fonds Français pour l'Environnement Mondial - FFEM)

El FFEM es un fondo bilateral creado en 1994 por el Gobierno de Francia tras la Cumbre de Río. Este instrumento de la política francesa de cooperación y desarrollo está limitado a un máximo del 50% del total del proyecto.

La cofinanciación de FFEM apoya asociaciones multi-actor y forma parte de las prioridades estratégicas de la ayuda francesa. Su objetivo es vincular la protección del medio ambiente mundial y el desarrollo local a través de proyectos de desarrollo sostenible en los siguientes temas: biodiversidad, lucha contra el cambio climático, gestión de las aguas internacionales, lucha contra la degradación de los suelos, gestión de contaminantes orgánicos persistentes, etc.

Programa France Export: desarrollo de los mercados de exportación

Junto a sus asociados del equipo de exportación de Francia, UBIFRANCE cuenta con una red de expertos en Energía - Medio ambiente desplegados en 56 países para proporcionar a las empresas francesas un plan de acción centrado en los mercados con potencial. En 2012, este programa abarca unas sesenta acciones en los países emergentes, que van desde la participación en una feria a la organización de encuentros a medida entre compañías, pasando por seminarios para promover la experiencia francesa o la organización de "Vender a" con ordenantes extranjeros.

UBIFRANCE también ofrece una amplia gama de servicios de información, consultoría y desarrollo y de establecimiento de contacto con los tomadores de decisiones extranjeros para ayudar a las empresas francesas a penetrar en los mercados de exportación.



Turbina de vapor
Central Los Humeros (México) – Alstom.

Contactos

INSTITUCIONES PÚBLICAS

Ministerio Francés de Ecología, Desarrollo Sostenible y Energía (MEDDE)

Prepara y ejecuta la política del Gobierno en materia de desarrollo sostenible, medio ambiente, clima y energía. Es el responsable de la política de energía renovable y de la reducción del consumo de energía.

www.developpement-durable.gouv.fr

ADEME (Agencia Francesa de Medio Ambiente y Control de la Energía)

La ADEME es la principal entidad pública francesa dedicada a la implementación de políticas públicas de medio ambiente y gestión de la energía. La agencia crea, fomenta, coordina, facilita y realiza operaciones en las siguientes áreas: gestión de residuos, conservación de suelos, eficiencia energética y energías renovables, calidad del aire y lucha contra el ruido. La Agencia ofrece a las empresas, comunidades, gobiernos y al público en general, su experiencia y asesoría. En el campo de la energía geotérmica, la ADEME desempeña un papel importante al buscar agrupar a todos los actores franceses, definir y orientar el apoyo político y de innovación (Fondo Calor Renovable, hoja de ruta de la energía geotérmica, AMI Géothermie, programas de I+D, etc.).

www.ademe.fr

Club ADEME International

El Club ADEME International es una red de cientos de compañías ecológicas francesas innovadoras y activas en el mercado mundial del desarrollo sostenible. El Club apoya a sus miembros en el desarrollo de proyectos innovadores y alianzas a nivel internacional.

www.clubinternational.ademe.fr

Perspectivas de la energía geotérmica

La ADEME, en colaboración con el BRGM, ha desarrollado un sitio web dedicado a la energía geotérmica:

www.geothermie-perspectives.fr

AFD (Agencia Francesa de Desarrollo)

Eje central de la Ayuda Oficial para el Desarrollo francesa, la AFD es la institución pública responsable de la financiación de proyectos de desarrollo económico y social en muchos países en desarrollo. La AFD trabaja en el campo de la energía geotérmica en varios países (Kenya, Indonesia, Dominica, etc.).

www.afd.fr

BRGM

El BRGM es la entidad pública francesa de referencia en el campo de las aplicaciones de las geociencias para la gestión de los recursos y los riesgos del suelo y del subsuelo. Sus actividades se articulan en torno a tres misiones: la investigación, el apoyo a las políticas públicas y la cooperación internacional. La División de Energía Geotérmica del BRGM participa en el desarrollo y la promoción de esta fuente de energía en Francia y en el extranjero, en colaboración con la ADEME. Las investigaciones del BRGM en esta materia abordan todas las formas de energía geotérmica y se agrupan en torno a los siguientes ejes: el desarrollo del conocimiento del recurso geotérmico superficial y profundo, la optimización de las condiciones de explotación y la integración de la energía geotérmica en los edificios (bombas de calor, redes de calefacción).

www.brgm.fr

UBIFRANCE y las Misiones Económicas

UBIFRANCE, la agencia francesa para el desarrollo internacional de las empresas, es una entidad pública de carácter industrial y comercial que opera bajo la supervisión del Ministro de Economía y Finanzas, el Ministro de Comercio Exterior y la Dirección General del Tesoro. Con una red de 80 oficinas en 60 países, ofrece una completa gama de productos y servicios de apoyo a las empresas francesas en su desarrollo en los mercados extranjeros: productos de información, asesoramiento y seguimiento en la elaboración de su estrategia de desarrollo en el ámbito internacional y actividades de promoción para promover las asociaciones con empresas extranjeras.

www.ubifrance.com

INSTITUCIONES PRIVADAS

AFPG (Asociación Francesa de los Profesionales de la Geotermia)

La AFPG reúne a 85 miembros que representan a los diversos rubros de la energía geotérmica en Francia: equipos de perforación, fabricantes e instaladores de bombas de calor, fabricantes de turbinas, operadores de sistemas de calefacción, estudios, etc. Está organizada en tres ramas principales: energía de alta entalpía, uso directo del calor geotérmico y energía geotérmica asistida por bomba de calor.

Sus misiones se desarrollan en tres áreas principales:

- representar y agrupar a los profesionales del sector en Francia
- informar a las comunidades, al sector privado y al público en general sobre los recursos y la diversidad de la oferta geotérmica
- apoyar al gobierno en temas de regulación, legislación y calidad.

www.afpg.asso.fr

SER (Sindicato de Energías Renovables)

Fundado en 1993, el Sindicato de Energías Renovables es el organismo industrial francés encargado de las energías renovables y aglutina al conjunto de los sectores relacionados: biomasa (France Biomass Energie), energía de la madera, biocombustibles, energías marinas, eólica, geotérmica, hidráulica, bombas de calor, solar fotovoltaica (SOLER), solar térmica y termodinámica. El SER tiene como objetivo promover los intereses de la industria y los profesionales de las energías renovables en el Gobierno, el Parlamento y todos los organismos encargados de la energía, la industria, el empleo y la investigación.

www.enr.fr

PEXE

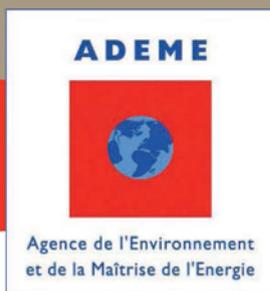
La asociación de empresas ecológicas de Francia tiene por objetivo promover y desarrollar a nivel internacional los negocios ecológicos fortaleciendo su competitividad individual y colectiva. La asociación agrupa a 40 redes de emprendimientos ecológicos franceses, que representan a cerca de 5.000 empresas ecológicas.

www.pexe.fr

LA ADEME EN BREVE

La Agencia de Medio Ambiente y Control de la Energía (ADEME) participa en la implementación de políticas públicas relacionadas con el medio ambiente, la energía y el desarrollo sostenible. La Agencia ofrece a las empresas, comunidades, gobiernos y público en general su experiencia y asesoría para que éstos puedan progresar en sus esfuerzos medioambientales. También ayuda a financiar los proyectos, desde la investigación hasta la ejecución, en las siguientes áreas: gestión de residuos, conservación de suelos, eficiencia energética y energías renovables, calidad del aire y lucha contra el ruido.

La ADEME es una institución pública dependiente del Ministerio de Ecología, Desarrollo Sostenible y Energía y el Ministerio de Educación Superior e Investigación de Francia.



En colaboración con :



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 49004 Angers Cedex 01
FRANCIA

www.ademe.fr