

ENERGÍA GEOTÉRMICA

PROSPECCIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL RECURSO

Jose Ignacio Marín Millán

Licenciado en C.C. Geológicas

Master en Ingeniería del Terreno y del Agua.



COITIM. Madrid. 30 de Marzo de 2011



**Proyectos de Geotermia
Estudios Geotécnicos
Estudios Geofísicos
Estudios de Taludes
Estudios Hidrológicos
Patologías de Edificación
Ensayos de suelos, rocas y áridos
Suelos contaminados y Medioambiente**

ge  **cesa**
GEOTECNIA, CALIDAD Y CONSULTORÍA ESPECIAL, S.L.

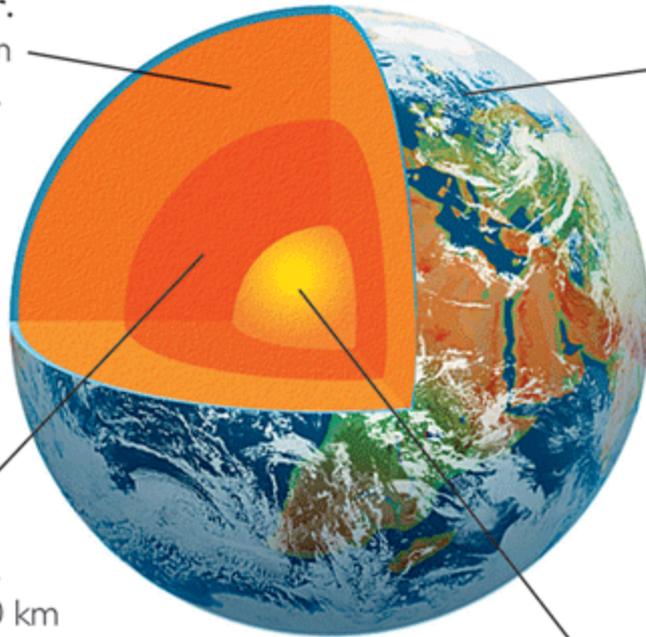
- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. TIPOS DE APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO**
 - PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD**
 - USOS TÉRMICOS DIRECTOS**
 - USOS TÉRMICOS CON BOMBA DE CALOR**
- 3. PROSPECCIÓN DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS**
- 4. INVESTIGACIÓN GEOTÉRMICA EN ESPAÑA**
- 5. YACIMIENTO GEOTÉRMICO DE MADRID NORTE**
- 6. INSTALACIONES DE MUY BAJA TEMPERATURA**
- 7. SISTEMAS DE PERFORACIÓN EN GEOTERMIA SOMERA**



CALOR INTERNO DE LA TIERRA

ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

Manto superior.
De 70 a 700 km
de profundidad.



Corteza.
Con una
profundidad
de 20 a 70 km
bajo los
continentes,
y 10 km bajo
los océanos.

Manto inferior.
De 700 a 2.900 km
de profundidad.

Núcleo. De 2.900 a más de 6.000 km
de profundidad.

NÚCLEO:

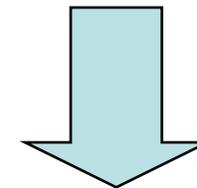
ESPESOR DE 3500 KM
T^a SUPERIOR A 4000 °c

MANTO:

ESPESOR DE 2900 KM
T^a DE 4000 A 1000 °c

CORTEZA:

ESPESOR VARIABLE DE 5 A 20 KM
T^a DE 1000 °c A 15-20°C EN SUPERFICIE



!! EL 99% DE LA MASA DE LA TIERRA ESTÁ A T^a>1.000°C !!!

!! TAN SOLO EL 0,1% DE LA MASA DE LA TIERRA ESTÁ A T^a<100°C !!!



GRADIENTE GEOTÉRMICO

ESTE CALOR INTERNO, TIENDE A DISIPARSE DESDE EL INTERIOR DE LA TIERRA, HACIA LA SUPERFICIE.

FLUJO DE CALOR TERRESTRE

-CONDUCCIÓN:

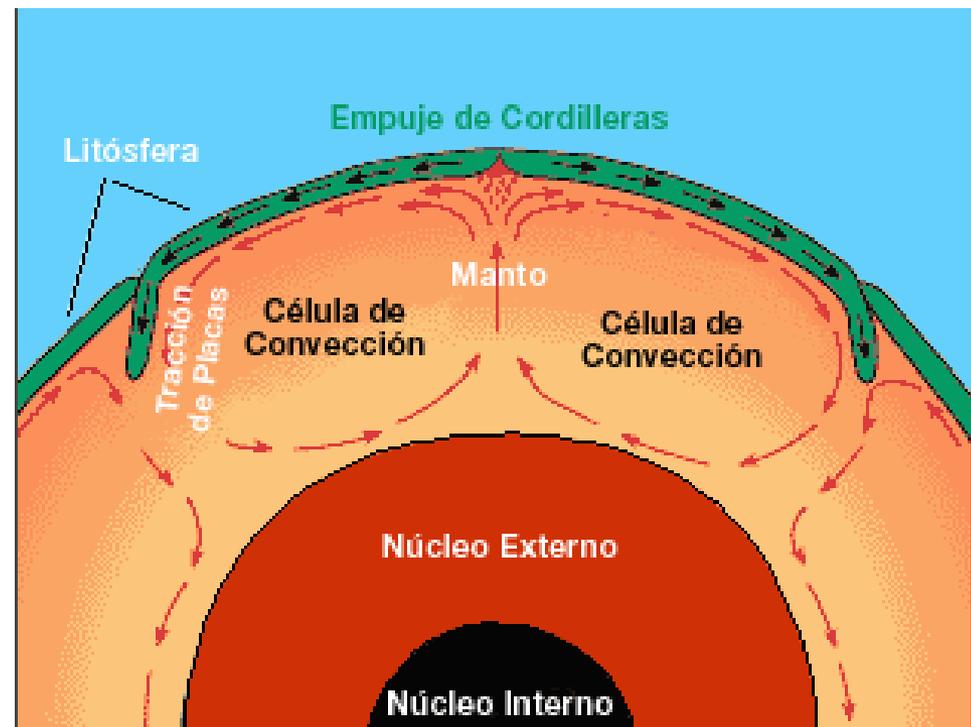
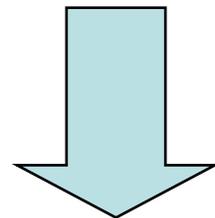
Transmisión de calor por vibración de las partículas que entran en contacto

-CONVECCIÓN:

Movimiento convectivo de los fluidos

-RADIACIÓN:

Transmisión de calor a través de ondas electromagnéticas.



GRADIENTE GEOTÉRMICO MEDIO DE 3°C CADA 100m de prof.



ANOMALÍAS EN EL GRADIENTE GEOTÉRMICO

EXISTEN ZONAS CON GRADIENTES GEOTÉRMICOS ANÓMALOS



MANIFESTACIONES GEOTÉRMICAS

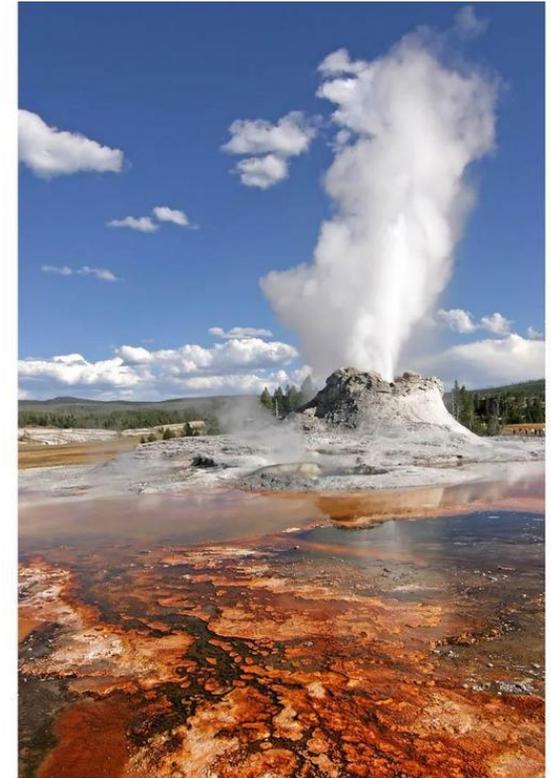
VOLCANES



AGUAS TERMALES



GEISER



FUMAROLAS



VOLCAN DE FANGO



**GRADIENTES
GEOTÉRMICOS
ANÓMALAMENTE
ELEVADOS**



- EXISTE UNA GRAN CANTIDAD DE ENERGÍA ALMACENADA EN EL INTERIOR DE LA TIERRA. ESTA ENERGÍA SE TRANSMITE DEL INTERIOR AL EXTERIOR DE LA TIERRA. ($42 \cdot 10^{12}$ J/s)
- EL GRADIENTE GEOTÉRMICO MEDIO ES DE 3°C CADA 100 m. AUNQUE EXISTEN ZONAS CON GRADIENTE GEOTÉRMICO ANÓMALO, EN LAS QUE SE ALCANZAN ALTAS T° A ESCASA PROFUNDIDAD.
- ADEMÁS, LA TIERRA RECIBE UNA ENERGÍA TÉRMICA POR IRRADIACIÓN SOLAR DE $2 \cdot 10^{17}$ J/s.
- LA SUPERFICIE TERRESTRE SE ENCUENTRE A UNA T° CONSTANTE DE UNOS 15°C
- .. EL CALOR INTERNO DE LA TIERRA SUPONE UNA GRAN FUENTE DE ENERGÍA INAGOTABLE....



ENERGÍA GEOTÉRMICA ES LA ENERGÍA ALMACENADA EN FORMA DE CALOR POR DABAJO DE LA SUPERFICIE SÓLIDA DE LA TIERRA (definición oficial según norma Alemana VDI 4640)

SE DENOMINA **GEOTÉRMIA** AL CONJUNTO DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES Y TECNOLÓGICAS DESTINADAS A EXTRAER ESTA ENERGÍA, BIEN PARA PRODUCIR ELECTRICIDAD, O PARA USARLA CON FINES DE CLIMATIZACIÓN O PROCESOS INDUSTRIALES O AGRÍCOLAS.

RECURSO GEOTÉRMICO ES UNA CONCENTRACIÓN DE CALOR QUE EXISTE EN LA CORTEZA TERRESTRE EN FORMA Y CANTIDAD TALES QUE SU EXTRACCIÓN ES TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE VIABLE.



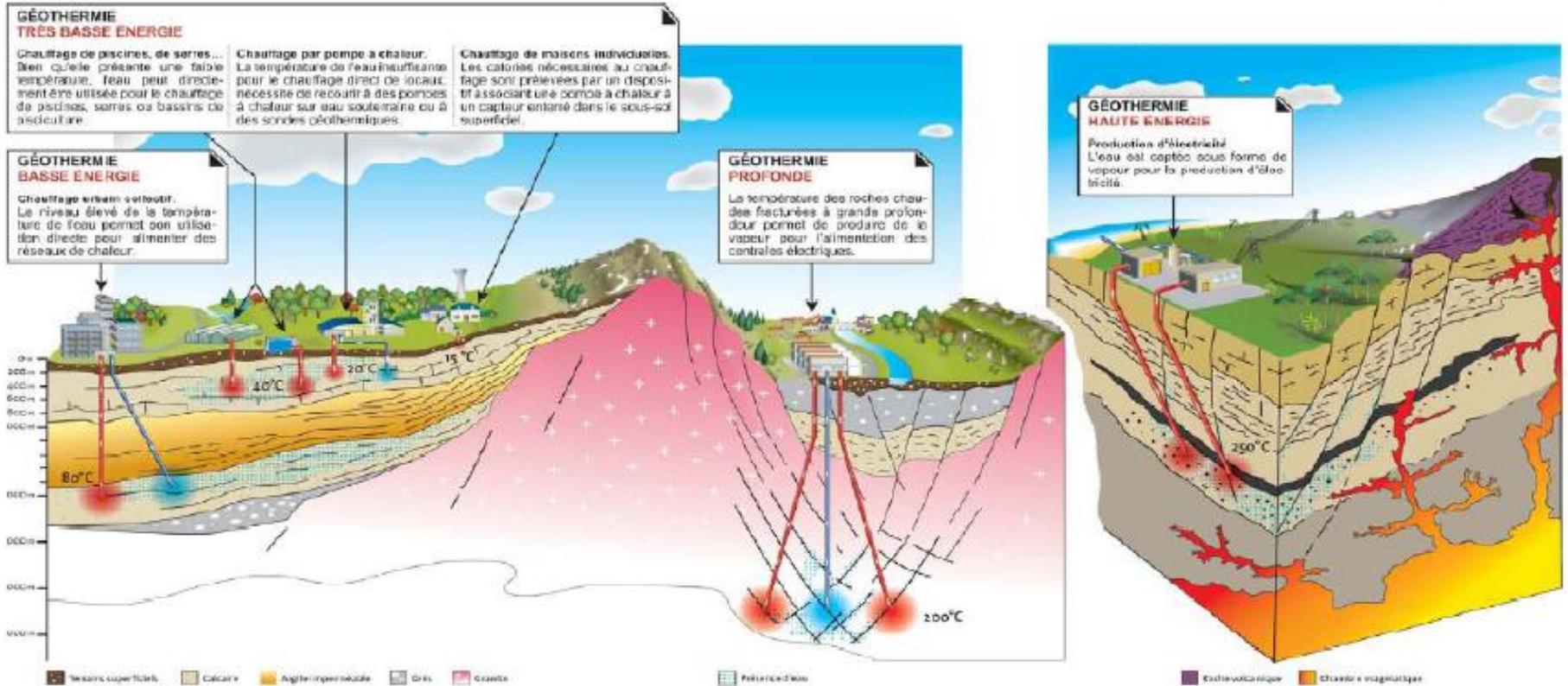
EN FUNCIÓN DE LA Tª DEL FLUIDO QUE SE EXTRAE, SE CLASIFICAN EN..

Tª DEL FLUIDO	PROFUNDIDAD	PRINCIPALES APLICACIONES
ALTA (>150°C)	GEOTERMIA PROFUNDA	- Proc. Electricidad
MEDIA (100-150°C)		
BAJA (30-100°C)		- Aplicaciones térmicas directas
MUY BAJA (<30°C)	GEOTERMIA SOMERA	- Aplicaciones térmicas mediante bomba de calor.



APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO

TIPO DE ENERGÍA GEOTÉRMICA

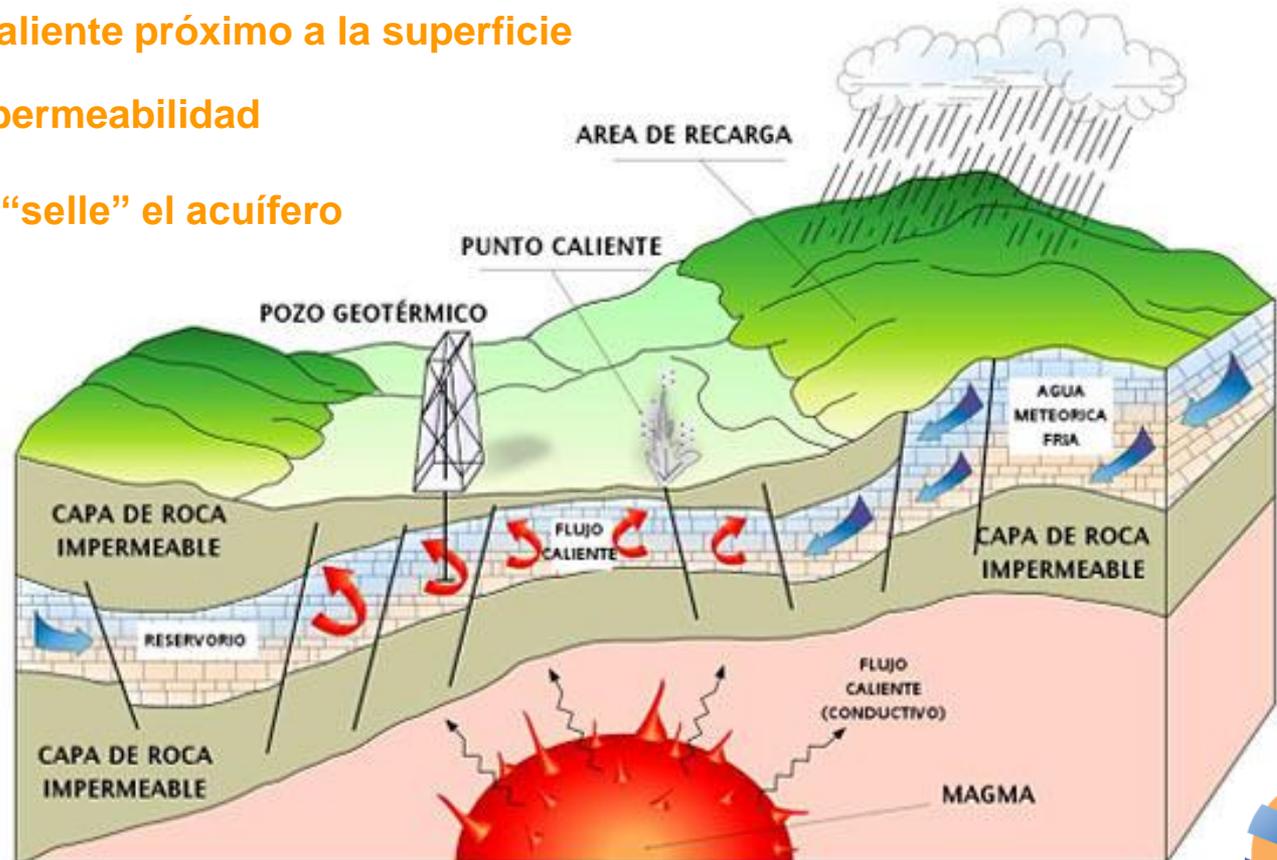


Fuente: Site Geothermie-Perspectives de l'ADEME et du BRGM).



Para que exista un yacimiento geotérmico de alta temperatura, susceptible de ser explotado para producir electricidad, se deben conjugar una serie de circunstancias geológicas:

- Existencia de un foco caliente próximo a la superficie
- Capa acuífera con alta permeabilidad
- Capa impermeable que “selle” el acuífero



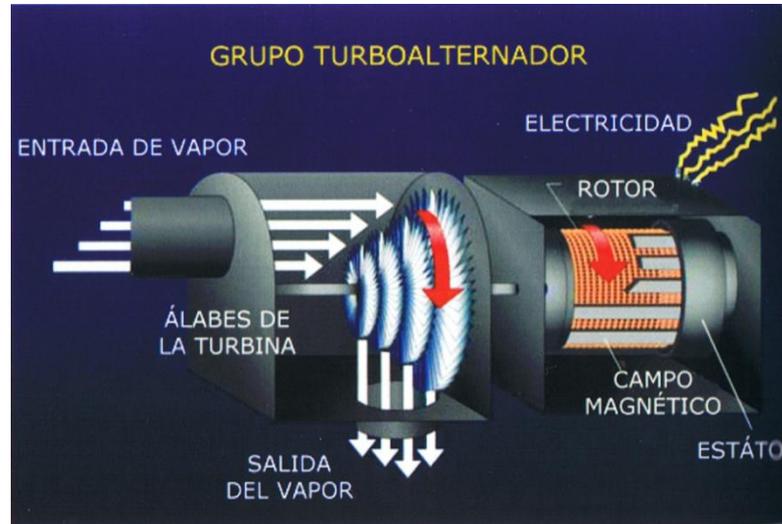


Figura 6.1. Esquema de un turboalternador. La fuerza del vapor obliga a girar al eje de la turbina.

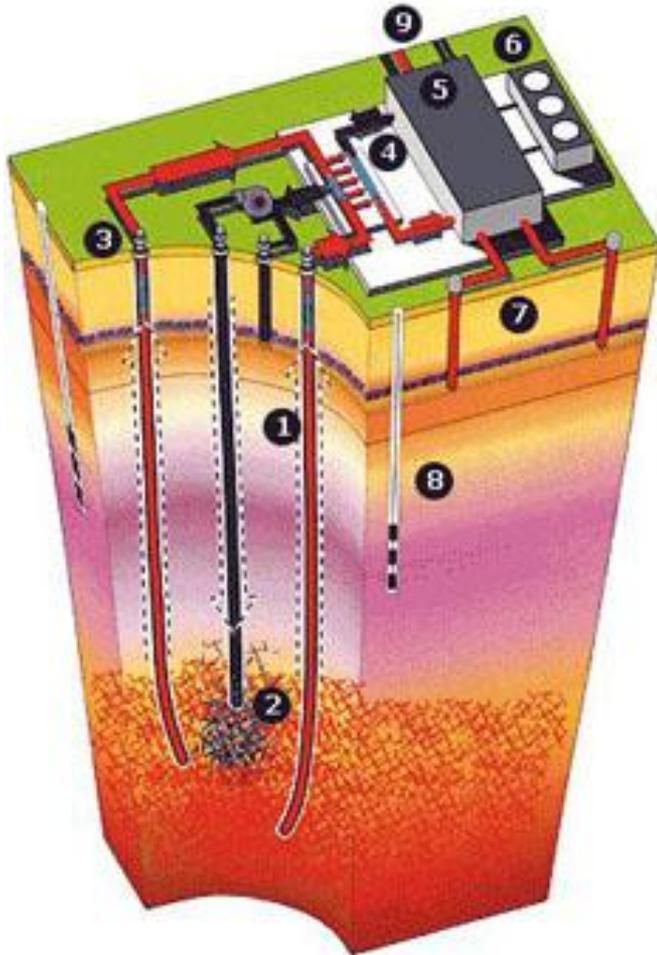
(©2000 Geothermal Education Office).

-Existen 3 tipos de plantas:

- Plantas de vapor seco. Se extrae vapor seco a más de 150°C, el cual se utiliza directamente para producción de energía, mediante turbinas.
- Plantas flash. (mezcla de vapor/agua). Se tiene que separar previamente el vapor de la parte acuosa, para posteriormente producir electricidad con el vapor de agua.
- Plantas de ciclo binario. Cuando el fluido geotermal tiene una t^a baja, o tiene una elevada salinidad. Se intercambia el calor utilizando un fluido con buen comportamiento termodinámico.



PARTES DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD



1. Pozos de extracción
2. Pozos de reinyección
3. Vaporizador
4. Intercambiador
5. Turbina + generador
6. Torres de enfriamiento
7. Pozos evacuación exceso t^a
8. Pozos de control
9. Red eléctrica

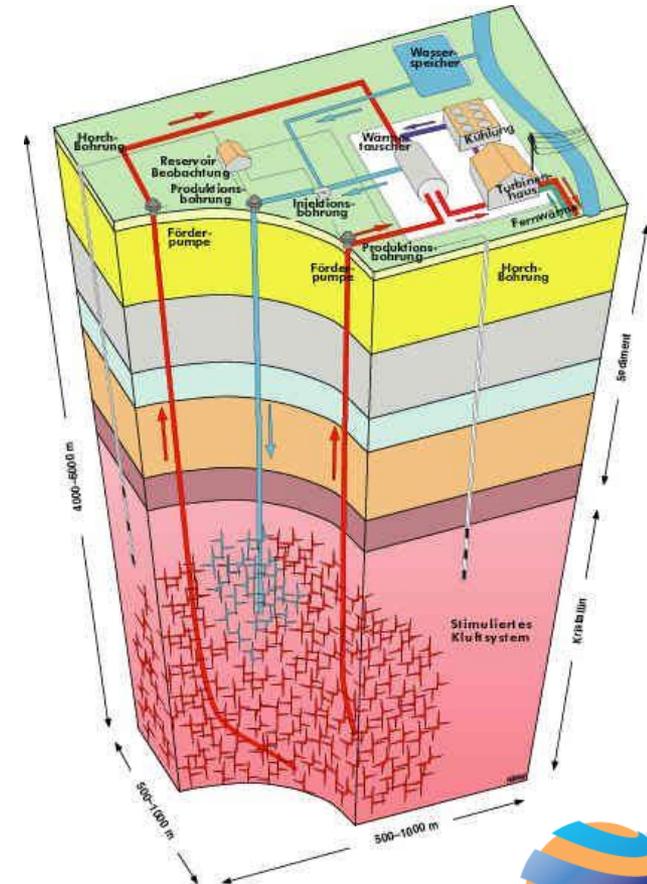


ROCA CALIENTE SECA (HDR), SISTEMAS GEOTÉRMICOS ESTIMULADOS (EGS)

En ocasiones, los yacimientos geotérmicos carecen de fluido hidrotermal, o bien la permeabilidad de la roca es demasiado baja como para producir caudales adecuados.

SE ESTIMA QUE 1KM³ DE GRANITO A 250°C PUEDE ABASTECER UNA CENTRAL ELÉCTRICA DE 10MW DURANTE 20 AÑOS

ESTA TECNOLOGÍA ES CAPAZ DE CREAR NUEVOS RECURSOS GEOTÉRMICOS, Y MEJORAR LA PRODUCCIÓN EN YACIMIENTOS DE BAJO RENDIMIENTO. !! SE CONSIDERA QUE ESTE ES EL FUTURO DE LA GEOTERMIA !!





- Larderello (Italia):
- En producción desde 1913.
- 10% producción mundial
- 25% de la demanda eléctrica de la Toscana



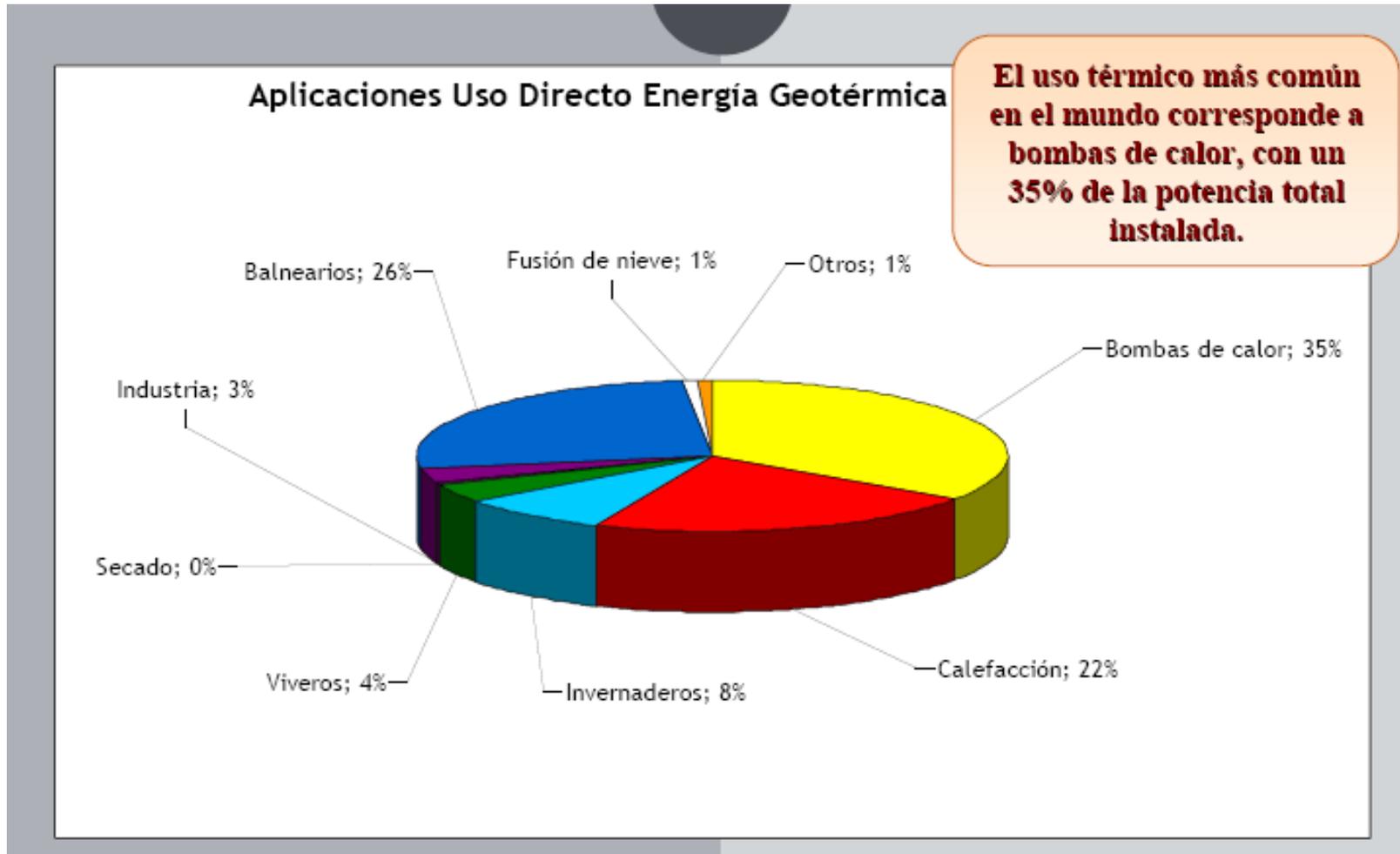
- The Geyser:
- En producción desde 1960.
- 20 Plantas.
- 350 pozos de 3.000 m de prof.
- Vapor de agua a 180°C
- Produc. Anual de 6.600.000 MWh



AÑO	POTENCIA INSTALADA (MW)
1980	3.887
1985	4.764
1990	5.832
1995	6.833
2000	7.974
2005	8.932
2007	9.737

PAIS	POTENCIA INSTALADA (MW) 2007
EEUU	2.687
FILIPINAS	1.969
INDONESIA	992
MÉXICO	953
ITALIA	810
JAPÓN	535
NUEVA ZELANDA	472
ISLANDIA	421
PORTUGAL	28
RESTO DE PAISES	898





- REDES DE CALOR (DISTRIT HEATTING):

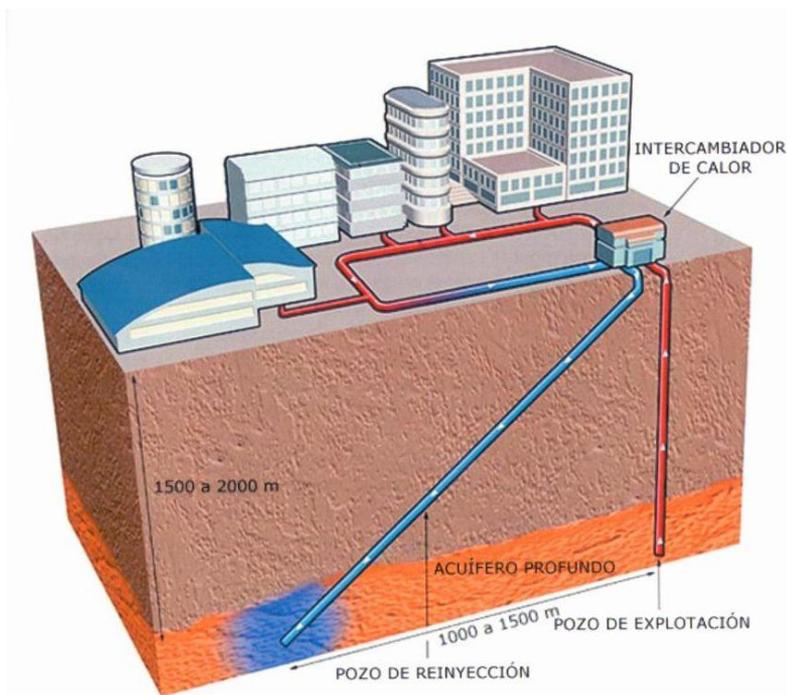
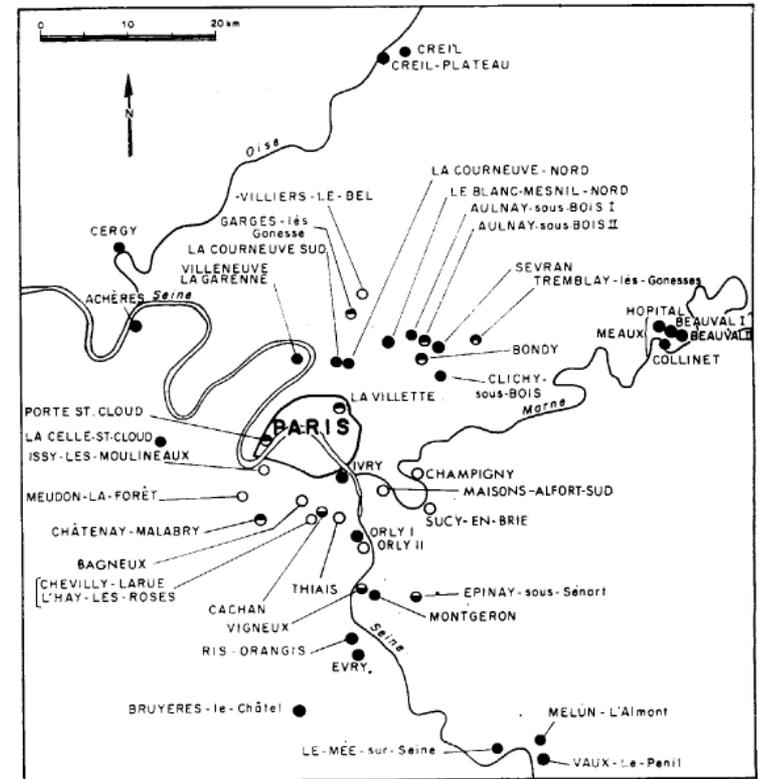


Figura 6.7. El pozo de reinyección ha sido alejado del de producción para mantener la temperatura de la toma de agua.
(Fuente: Site Geothermie-Perspectives de l'ADEME et du BRGM).

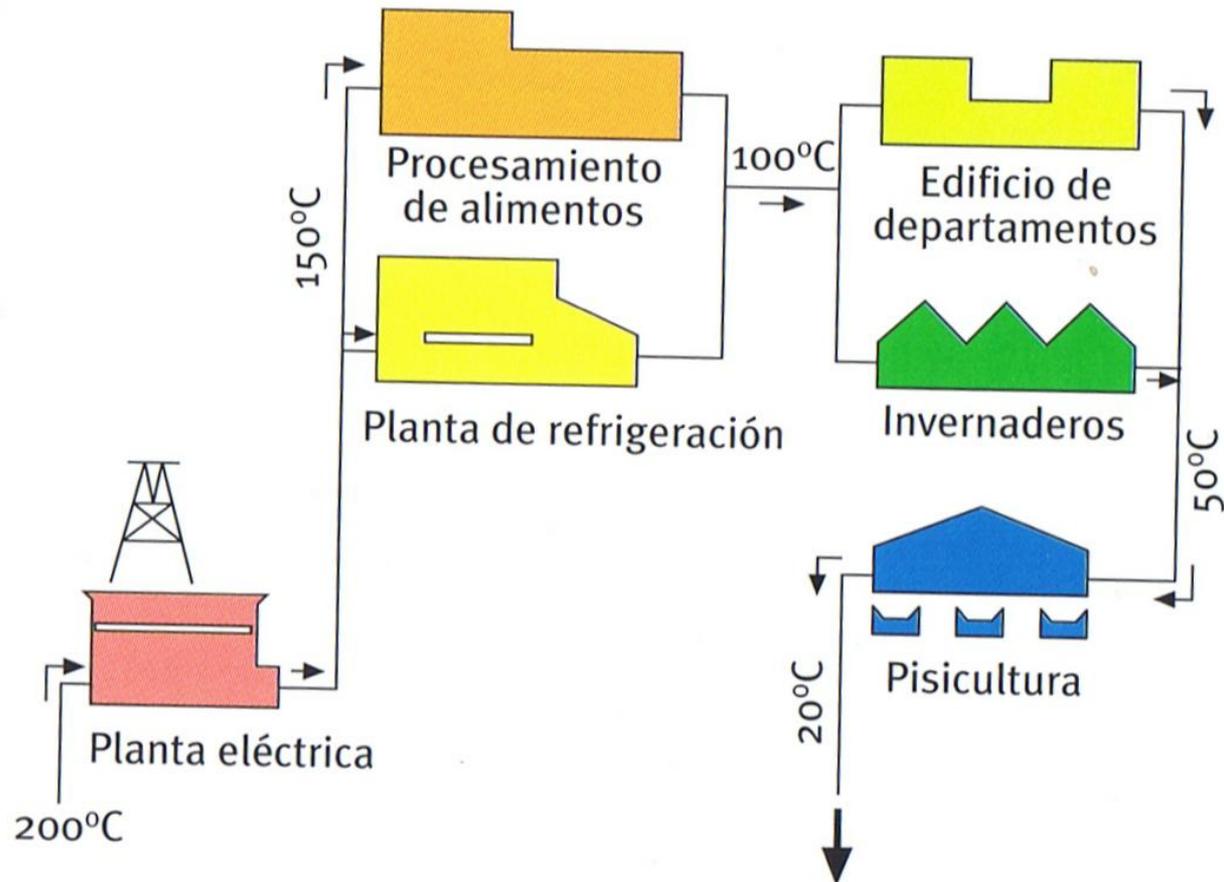
159



-37 Proyectos en Francia, en la Cuenca de París, que suministran calor directo a 500.000 personas, a través de pozos de 1500 – 2000 m de profundidad, extrayendo agua entre 40 y 100 °C.



- APROVECHAMIENTO EN CASCADA:



PROSPECCIÓN DE YACIMIENTOS GEOTÉRMICOS

POR FASES	POR OBJETIVOS	POR TÉCNICAS
1.Reconocimiento	1.Selección de Regiones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recopilación Bibliográfica 2. Toma de muestras, inventario de puntos, medidas de temperatura. 3. Campañas Geofísicas.
2.Prefactibilidad	2.Selección de Áreas	<ol style="list-style-type: none"> 1.Técnicas de Teledetección 2. Campañas geofísicas de mayor detalle 3. Definición más precisa de la Geología e Hidrogeología. 4. Definición de puntos para la investigación y producción. 5. Primera estimación de rendimiento.
3.Factibilidad	3.Selección de Yacimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realización de sondeos exploratorios. 2. Medidas directas de t^a, caudales, rendimiento. Etc. 3. Estudio de viabilidad preciso, con análisis de costes/ingresos.
4.Desarrollo y explotación	4.Evaluación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realización de sondeos de explotación. 2. Ajuste del modelo.
	5.Explotación	<ol style="list-style-type: none"> 3. Construcción de la planta. 4. Puesta en marcha.

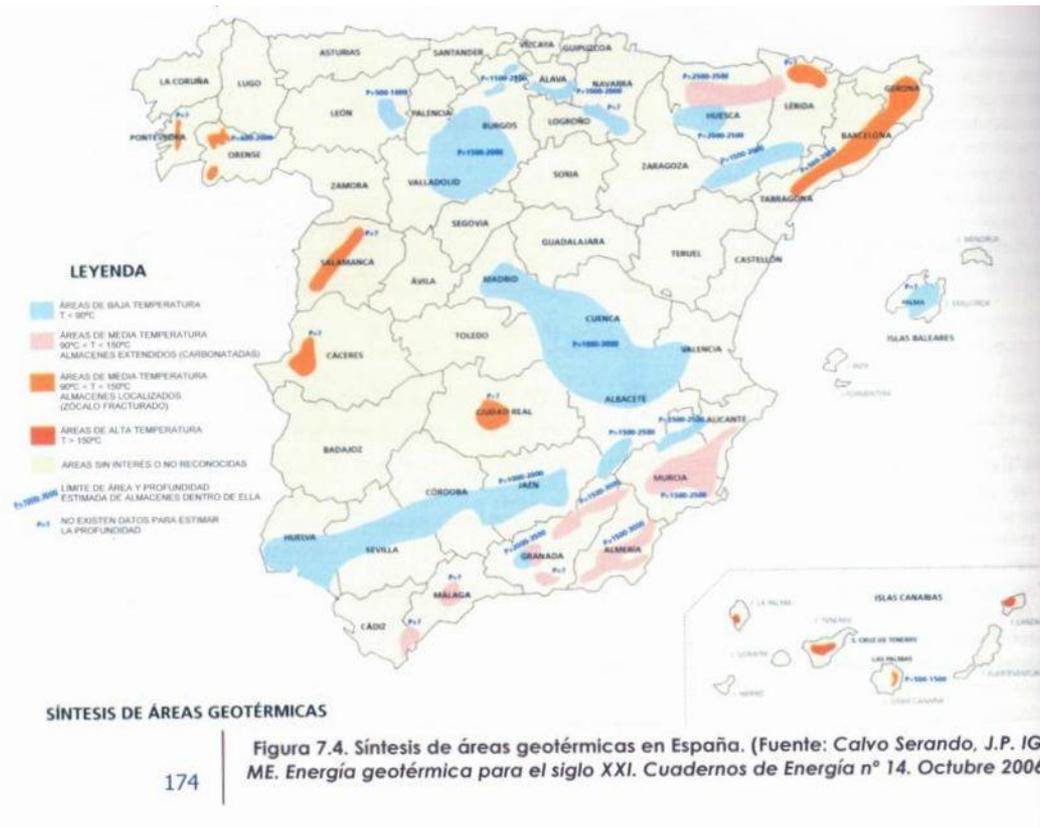


INVESTIGACIÓN GEOTÉRMICA EN ESPAÑA

Entre 1974 y 1984, se invirtió en España 2677 MPts, por parte del IGME y la E.N. ADARO. (16 Millones de euros)

Se definieron las zonas de principal interés geotérmico en España

En las zonas de mayor interés, la investigación llegó a sus últimas fases, previo a la explotación.



CUADRO 5

Posibilidades de yacimientos geotérmicos en España (1984)

ALMACENES DE BAJA TEMPERATURA ($T < 100^{\circ}\text{C}$)

- Cuenca del Tajo: MADRID.
- Cuenca del Duero: BURGOS, VALLADOLID, PALENCIA, LEON, SEGOVIA.
- Depresiones Catalanas: VALLES, PENEDES, LA SELVA, AMPURDAN.
- Depresiones Internas de las Cordilleras Béticas: PROVINCIAS DE GRANADA (GRANADA, GUADIX-BAZA), ALMERIA Y MURCIA (CARTAGENA, MULA).
- Galicia: ZONAS DE ORENSE Y PONTEVEDRA.
- Area Prebética: ALBACETE, VALENCIA.
- Valle del Ebro: LERIDA, HUESCA, VITORIA.
- Cordillera Ibérica: CUENCA.
- La Mancha: AREA DE CIUDAD REAL.
- Islas Canarias: GRAN CANARIA.
- Mallorca: ZONA DE LLUCHMAYOR.

ALMACENES DE MEDIA TEMPERATURA ($100^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$)

- Depresiones Internas de las C. Béticas: ALMERIA, MURCIA (MULA, CARTAGENA).
- Pirineo: NORTE PROVINCIA DE LERIDA, AREA DE JACA-SABIÑANIGO.
- Depresiones Catalanas: VALLES, LA SELVA, OLOT.
- Galicia: ORENSE.

ALMACENES DE ALTA TEMPERATURA ($T > 150^{\circ}\text{C}$) Y/O ROCA CALIENTE SECA

- Islas Canarias: TENERIFE, LANZAROTE, LA PALMA.



INVESTIGACIÓN EN LA CUENCA NORTE DE MADRID

- Campaña Geofísica. SHELL-CAMPSA.
- Sondeo de investigación petrolífera Tielmes-Valdebró.
- Sondeo de investigación petrolífera El Pradillo.
- Sondeo de investigación Geotérmica en Tres Cantos.
- Sondeo de investigación Geotérmica en San Sebastián de Los Reyes.



Sondeo geotérmico de Tres Cantos (Prof.: 2.300 m; Temp.: 83°C; IGME 1982). La calefacción con geotermia de baja temperatura requiere cierta concentración de la demanda. Un número significativo de viviendas conectadas a sistemas centralizados de calefacción



INVESTIGACIÓN EN LA CUENCA NORTE DE MADRID

- Se detectó un acuífero profundo (1500-2400 m) en areniscas terciarias
- Temperaturas entre 60 – 92 °C. Se estimó caudales de producción de 170 m³/h

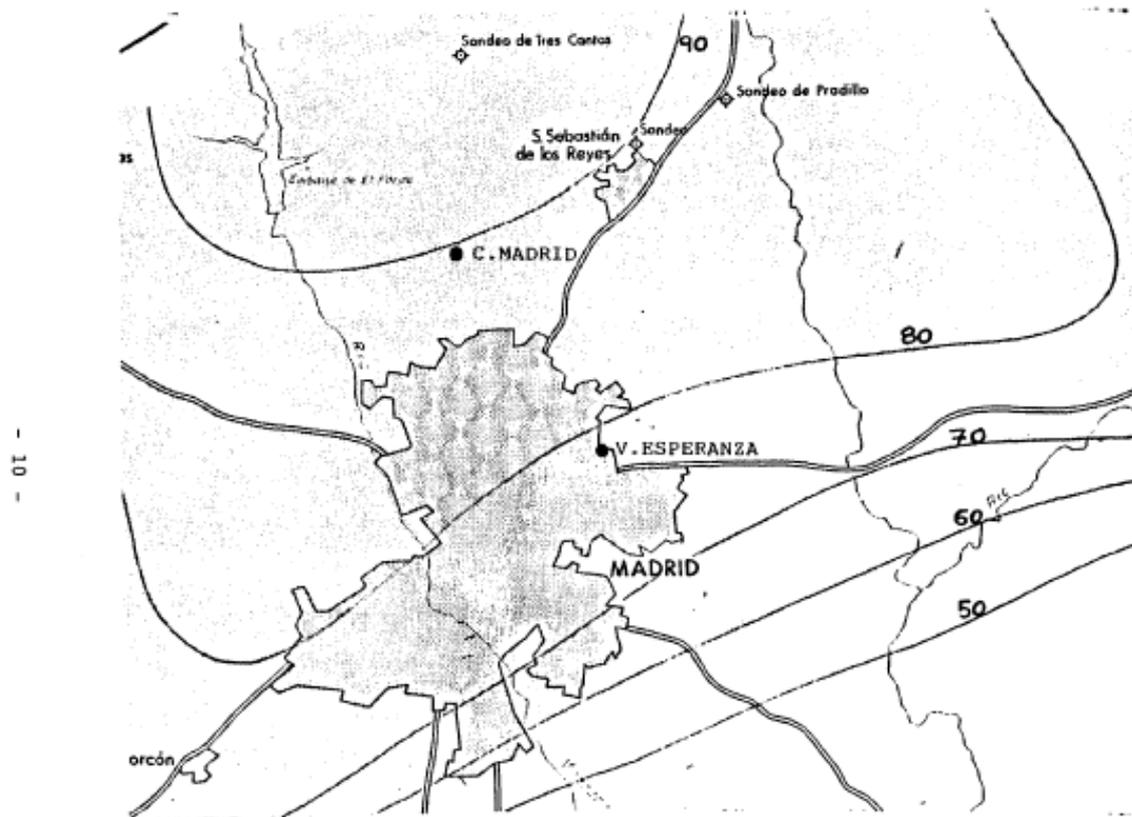


Figura 4.- MAPA DE TEMPERATURAS

Fuente: Estudio de Factabilidad técnica-económica de operaciones Geotérmicas en varias zonas del Norte de Madrid (E.N. ADARO)



INVESTIGACIÓN EN LA CUENCA NORTE DE MADRID

- Se desarrollaron varios estudios de viabilidad técnica-económica en la zona.

UBICACIÓN	PROYECTO	INVERSIÓN TOTAL (MP)	COSTE ANUAL Op+Mant (MP)	SUSTITUCIÓN ANUAL (TEP/año)	PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)
Carretera de Colmenar Viejo	Calefacción y ACS: -Ciudad Escolar - Colegio S. Fernando - R. Ancianos - Hospital Psiquiatrico - Polideportivo - Viviendas	250	30	2120	10,8
San Sebastián de Los Reyes	Calefacción y ACS: -7 Centros Escolares -4067 Viviendas	1.263	69	2859	14
Urbanización Virgen de La Esperanza	Calefacción y ACS: -3310 viviendas	667,5	25	1142	12

Fuente: Varios informes de factabilidad técnico-económica (IGME)



GEOTERMIA DE MUY BAJA ENTALPÍA O GEOTERMIA SOMERA



Se aprovechan temperaturas del terreno inferiores a 30°C.

Se pueden implantar en cualquier parte del planeta.

Su principal aplicación es la CLIMATIZACIÓN y producción de ACS, mediante el uso de bomba de calor.

Presentan un gran potencial, gracias al desarrollo tecnológico actual de las bombas de calor.

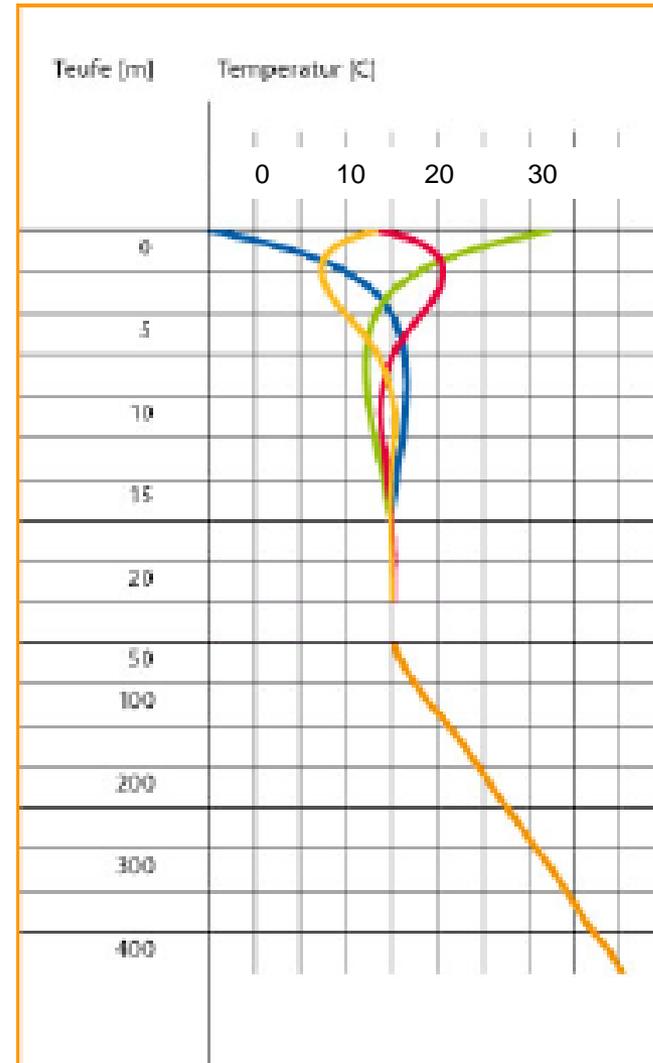


- PERFIL TÉRMICO DEL TERRENO

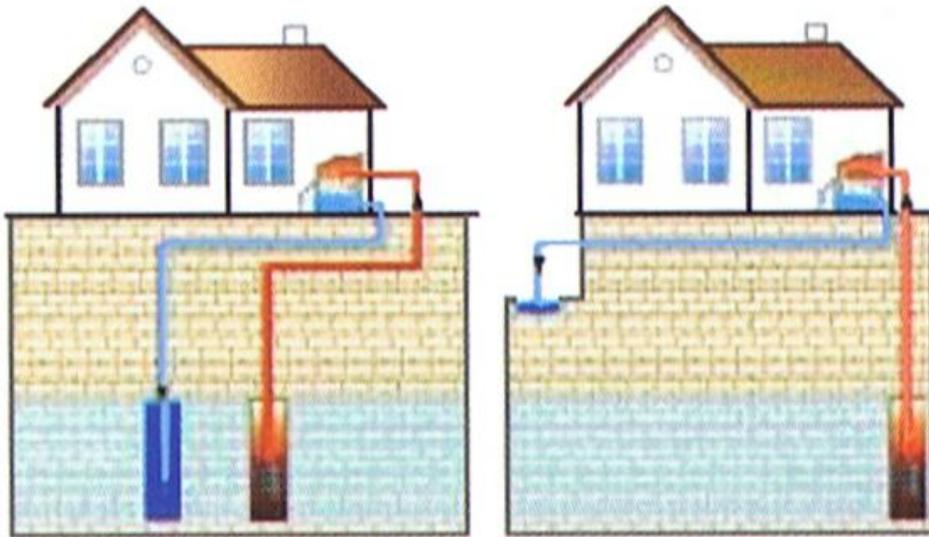
0-10 m : Temperatura variable:
(influenciada por T^a ambiente).

10-50 m : Zona Neutral:
(T^a constante).

A partir de 50m: Aumento de T^a según el
gradiente geotérmico.



-SISTEMAS DE CIRCUITO ABIERTO



Fuente: Manual de Geotermia. IGME, IDAE.

VENTAJAS :

- Su instalación es económica.
- Se pueden obtener buenos rendimientos.

LIMITACIONES E INCONVENIENTES:

- Largos y complicados trámites de permisos.
- Se debe controlar la contaminación térmica que se produce en el acuífero.
- Debe existir una cierta distancia entre instalaciones, para no producir interferencias en las mismas.



-SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO:

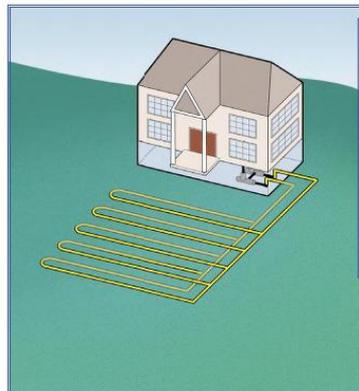
-SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO: CAPTADORES HORIZONTALES



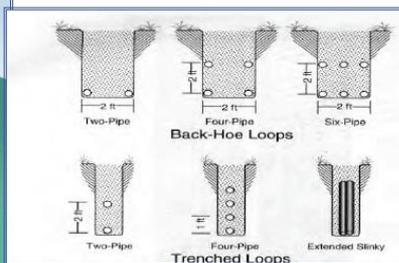
Fuente: ELK (2004)



Fuente: BOSE (2005)



Fuente: Geothermal Heat Pump Consortium



- ✓Económico
- ✓Profundidad mínima instalación: 0,90 m
- ✓Longitudes de circuito > 50 m.l.
- ✓S intercambiador $\approx 1,5 \times S$ construida.



Fuente: Sol Clima



VENTAJAS DE LOS SISTEMAS HORIZONTALES:

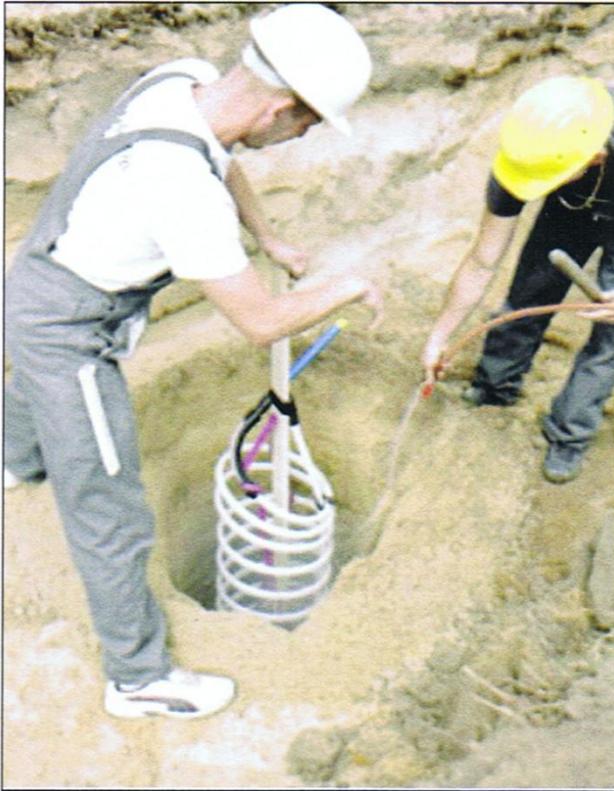
- Coste de la instalación mucho más económica que en los sistemas verticales, ya que te ahorras las perforaciones (es lo más costoso).
- La excavación a realizar es de escasa profundidad (entre 1 y 1,5 m de profundidad). Si el movimiento de tierras se integra en el proyecto de obra civil de la edificación, apenas supone sobrecoste.

LIMITACIONES E INCONVENIENTES LOS SISTEMAS HORIZONTALES:

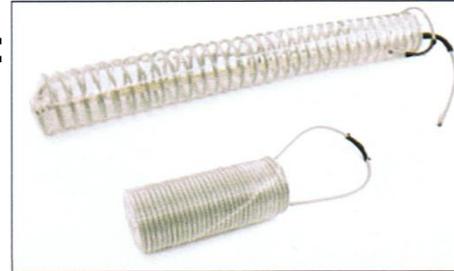
- La eficiencia del sistema es inferior a los captadores verticales.
- Requiere que el terreno sea fácilmente ripable hasta al menos 1,0 o 1,5 m de profundidad.
- Requiere una superficie de terreno contigua a la edificación de dimensiones considerables (entre 1,5 y 2 veces la superficie a climatizar).
- La superficie del campo de captación queda limitado para otros usos. No se puede cubrir, ni plantar vegetación con raíces que puedan dañar los intercambiadores.



-SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO: SONDAS HELICOIDALES



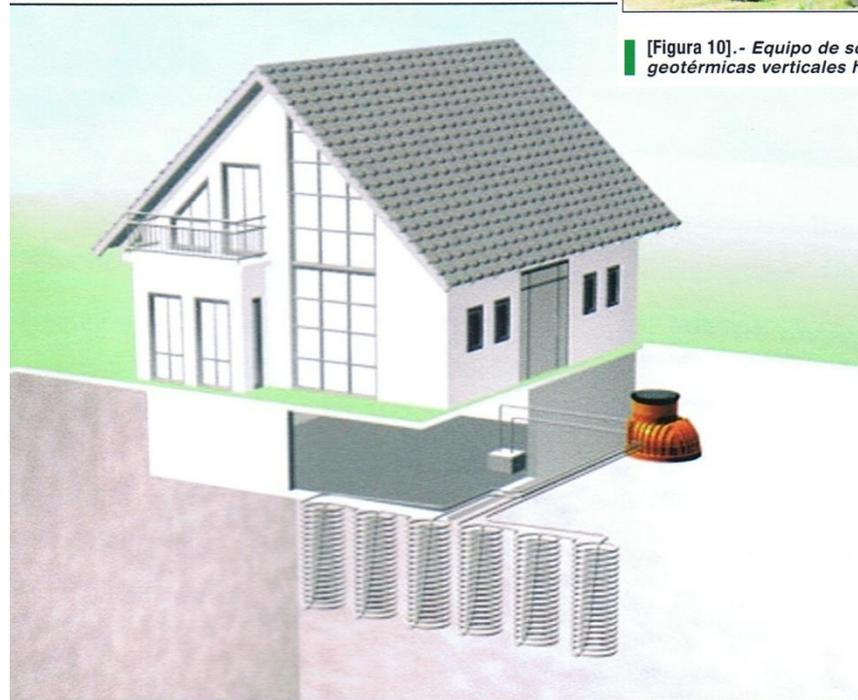
[Figura 11].- *Instalación rápida y sencilla de una helicoidal de PE-Xa.*



[Figura 9].- *Nueva sonda helicoidal en PE-Xa (embalada para el transporte y preparada para su instalación).*



[Figura 10].- *Equipo de sondeo para la instalación de sondas geotérmicas verticales helicoidales.*



[Figura 8].- *Posición de montaje de las sondas helicoidales PE-Xa.*

Fuente: Ingeopres
nº 189. Industrias
Rehau, S.A.



-SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO: CAPTADORES VERTICALES

El 80% de las Instalaciones geotérmicas someras, se realizan mediante captadores verticales.

Este tipo de instalación es la que ofrece el mejor rendimiento.

Requiere poco terreno.

Se puede acoplar a edificación existentes.



-SISTEMAS DE CIRCUITO CERRADO: CAPTADORES VERTICALES

Se realizan las perforaciones de entre 60 - 150 m de profundidad.

-Diámetro 140-160 mm



Fuente: Geocesa. Perforaciones a rotación con aire comprimido.



ROTOPERCUSIÓN NEUMÁTICA

VENTAJAS

- Económico
- Alto rendimiento
- Limpieza
- Equipos ligeros
- No necesita infraestructura

DESVENTAJAS

- No apto para formaciones inestables

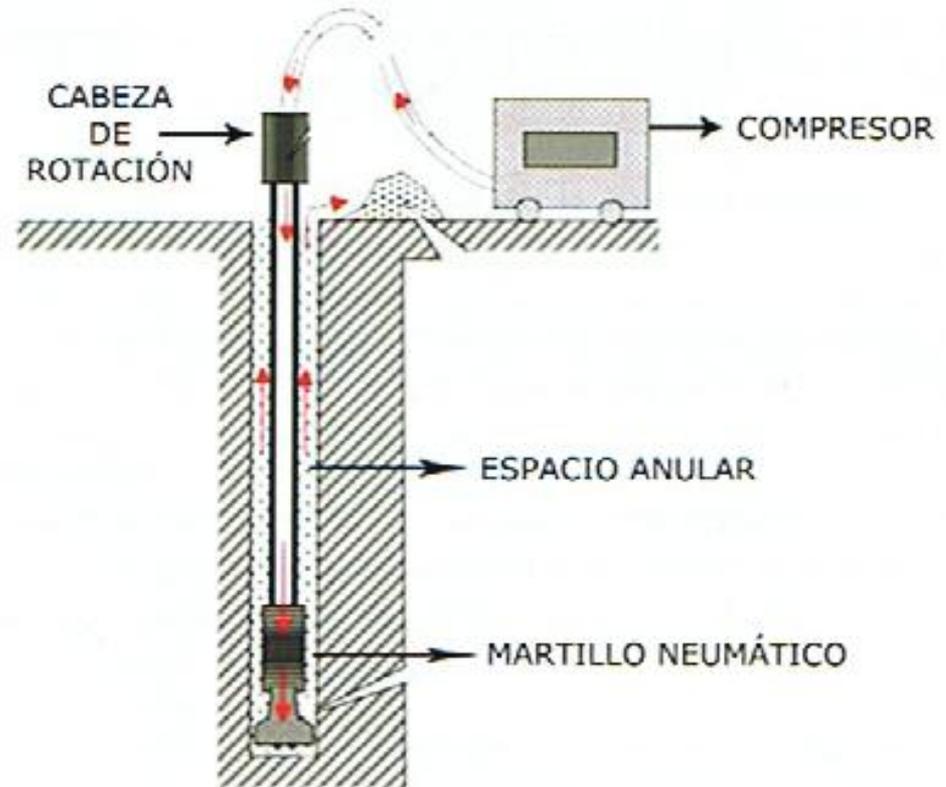


Figura 3.2. Perforación a rotopercusión neumática con martillo en fondo.



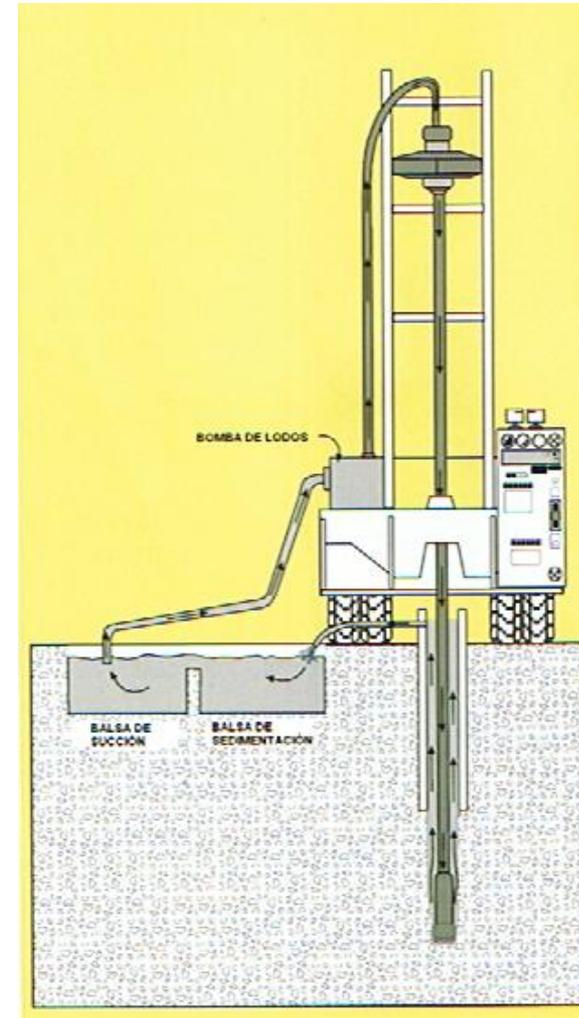
ROTACIÓN CON CIRCULACIÓN DIRECTA DE LODOS

VENTAJAS

- Apto para formaciones inestables

DESVENTAJAS

- Mayor coste
- Menor rendimiento
- Produce más suciedad
- Requiere una mayor superficie de trabajo
- Se deben gestionar los lodos
- La máquina debe ser más potente



SISTEMAS DE PERFORACIÓN CON ENTUBACIÓN SIMULTÁNEA

-Sistemas con Doble unidad de Rotación.

La unidad de rotación inferior hace girar la entubación.

La unidad de rotación superior hace girar la sarta de perforación.

Con estos equipos se puede perforar y entubar simultáneamente hasta 120-150 m.

Principales características de equipos de perforación geotérmica:

Triple mordaza.

Cargador magnético

Preventer

Montado sobre orugas de goma

Capacidad de extracción de
15-20 Tn

Opcionalmente:

Cargador automático

Pluma

Equipo de soldadura



SISTEMAS DE PERFORACIÓN

UTIL DE PERFORACIÓN	FLUIDO DE PERFORACIÓN	
	AIRE	LODO
 TRIALETA	ROTACIÓN Terrenos estables Rocas $R_c < 60 \text{ Kg/cm}^2$ No abrasivas	ROTACIÓN Terrenos inestables (arenas, gravas, rellenos, etc.)
 TRICONO	ROTACIÓN Terreno estables Rocas $R_c(60-100) \text{ Kg/cm}^2$	
MARTILLO EN FONDO 	ROTOPERCUSIÓN Terrenos estables con $R_c > 100 \text{ kg/cm}^2$	
SISTEMA ODEX O ROTA ODEX	ROTOPERCUSIÓN Terrenos inestables en superficie (hasta 35m), y formación estable a partir de dicha profundidad.	
DOBLE SISTEMA DE ROTACIÓN	Alternancia de formaciones estables duras y formaciones inestables.	



En el mercado existen multitud de tipos de intercambiadores



Foto 4.7. Pies de sonda y espaciadores (Fuente: Monnot, P., Département Géothermie, BRGM, Francia, 2007).



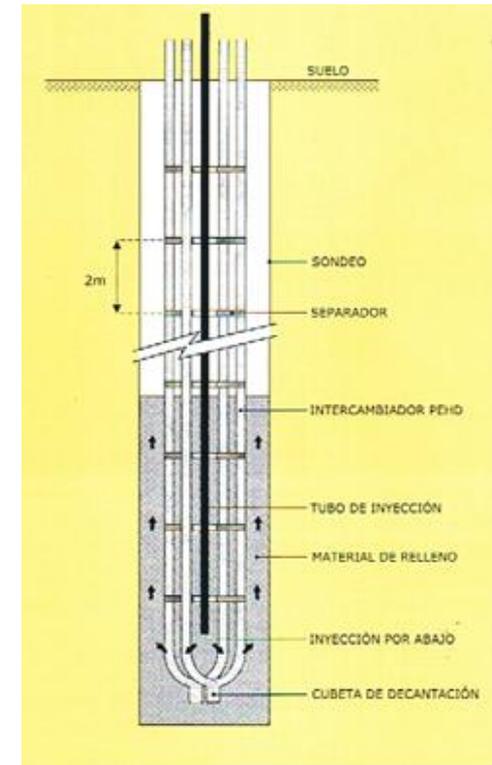
Foto 4.6. Palet con sondas geotérmicas HAKA GERODUR, en forma de simple U, pie de sonda, cubeta de decantación y chapa para colgar el lastre (Fuente: Morand Forages, St André Goule d'Oie, Francia).



Antes de colocarlos es muy importante llenarlos con el fluido calor portador, y realizar una prueba de presión, según VDI 4640.



Se inyecta el material sellante, de abajo hacia arriba.



Después de la colocación se debe realizar otra prueba de presión, para comprobar que no ha sufrido daños durante la instalación



VENTAJAS DE LOS SISTEMAS VERTICALES:

- Gran eficiencia del sistema en climatización y producción de ACS.
- No requieren una gran superficie de terreno, pudiéndose incluso realizar la instalación bajo el sótano del edificio.

LIMITACIONES E INCONVENIENTES DE LOS SISTEMAS VERTICALES:

- La instalación supone un coste inicial considerable, debido al precio de la perforación.



CIMENTACIONES ACTIVAS

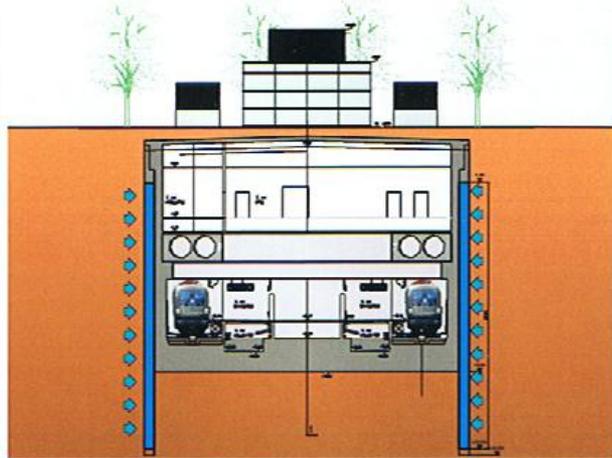
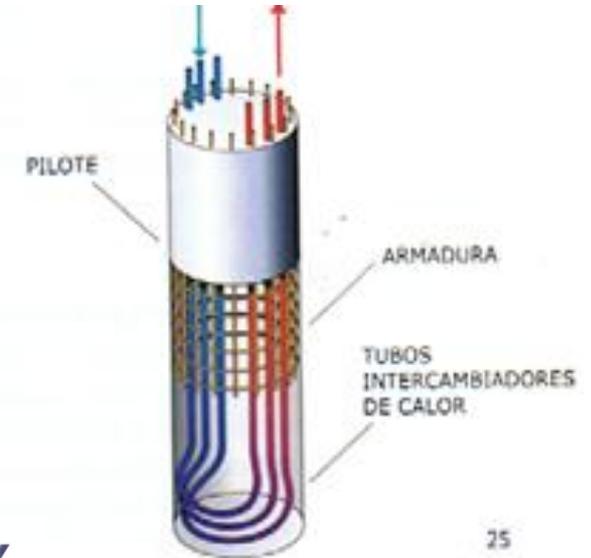


Foto 1.3. Vista en sección transversal de la colocación de las tuberías dentro de la armadura del pilote (Fuente: www.enercnet.com).



VENTAJAS DE LAS CIMENTACIONES ACTIVAS:

- Sobre coste de la instalación mínimo.
- Buenos rendimientos, ya que a veces se alcanzan profundidades de entre 30 y 50 m.

LIMITACIONES E INCONVENIENTES DE LAS CIMENTACIONES ACTIVAS:

- Se debe considerar la sección que pierde el elemento de cimentación para su dimensionado...SE DEBE SOBREDIMENSIONAR LA CIMENTACIÓN.
- La instalación y conexionado se debe realizar con las máximas garantías, ya que una pérdida podría producir deterioro de los elementos de la cimentación.
- La coordinación de los equipos en obra es sumamente compleja.



- ENERGÍA CONTÍNUA Y CONSTANTE

-Las 24 h del día, todos los días del año (a diferencia de la eólica o solar)

- ENERGÍA PARA TODO EL MUNDO

-Disponibilidad del recurso en cualquier parte del mundo

-Adaptable a cualquier climatología

- ENERGÍA LOCAL

-Se consume en el lugar de explotación, reduciendo la dependencia en la exportación de otras energías.

- COMPATIBLE

-Es compatible y complementaria con otras EERR.



- COSTE MÍNIMO EN LA VIDA ÚTIL DE LA INSTALACIÓN

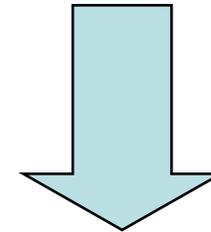
- Bajo coste de mantenimiento
- Larga vida útil de la instalación
- Bajo coste de operación

- IMPORTANTE AHORRO ENERGÉTICO

- Hasta un 70% en calefacción
- Hasta un 50% en refrigeración

- SISTEMA ECOLÓGICO

- Energía renovable
- No contamina
- Reduce emisiones de CO₂



***“El intercambio geotérmico es la tecnología de climatización de edificios energéticamente más eficiente y menos contaminante”.
EPA (1993)***



- CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN SIMULTÁNEA

-El mismo sistema proporciona Calefacción, Refrigeración y ACS

- SIN COMBUSTIÓN

-Se eliminan depósitos de Gas o Gas-Oil, evitando los problemas asociados.

- MONTAJE EN EL INTERIOR DEL EDIFICIO

-Bajo nivel de ruido.

-Se eliminan torres de refrigeración, aeroventiladores, etc. (ventajas estéticas).

-Equipos compactos, requieren poco espacio.

-La vida útil de los equipos es mayor

- CIRCUITOS CERRADOS

-Se elimina el problema de Legionella.



- ELEVADOS COSTES INICIALES

-Debidos sobre todo al coste de la perforación

- LIMITACIÓN DE Tª DE USO

-Temperaturas de uso máximas de 55-65 °C

-No se adapta bien a sistemas de distribución que requieran tª superiores (radiadores antiguos)

- AFECCIÓN DE TERRENO

-En sistemas horizontales se ocupa una gran cantidad de superficie, cuyo posterior uso queda limitado.

- AFECCIONES EN FASE DE OBRA

-Coordinación con otros “oficios”.

-Perforación: Ruidos, lodos, polvo, etc.



- El actual sistema energético se basa en la producción de energía a partir de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas..)

-Problemas medioambientales (CAMBIO CLIMÁTICO)

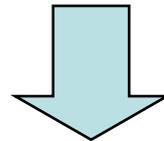
-Agotamiento de los recursos naturales

-Dependencia de los países productores

-Incremento de los precios...etc.

-La nueva directiva europea asigna a España el objetivo de reducir las emisiones de CO2 en un 20%, y alcanzar el 20% en producción de energía renovable, para el año 2020.

-España fijará objetivos específicos para la energía geotérmica. Para llegar al objetivo del 20% necesitará un gran esfuerzo, y potenciar todas las energías renovables que tenga disponibles.

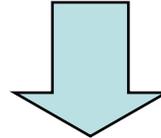


**SE HACE NECESARIO BUSCAR UN DESARROLLO SOSTENIBLE,
BASADO EN ENERGÍAS LIMPIAS, RENOVABLES Y RESPETUOSAS
CON EL MEDIOAMBIENTE.**



- En los últimos años se han producido grandes progresos en tecnologías de aprovechamiento geotérmico:

- Plantas de producción de electricidad a partir de t^a inferiores a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Desarrollo en tecnologías de HDR y sistemas estimulados
- Desarrollo de técnicas de perforación con mejor producción

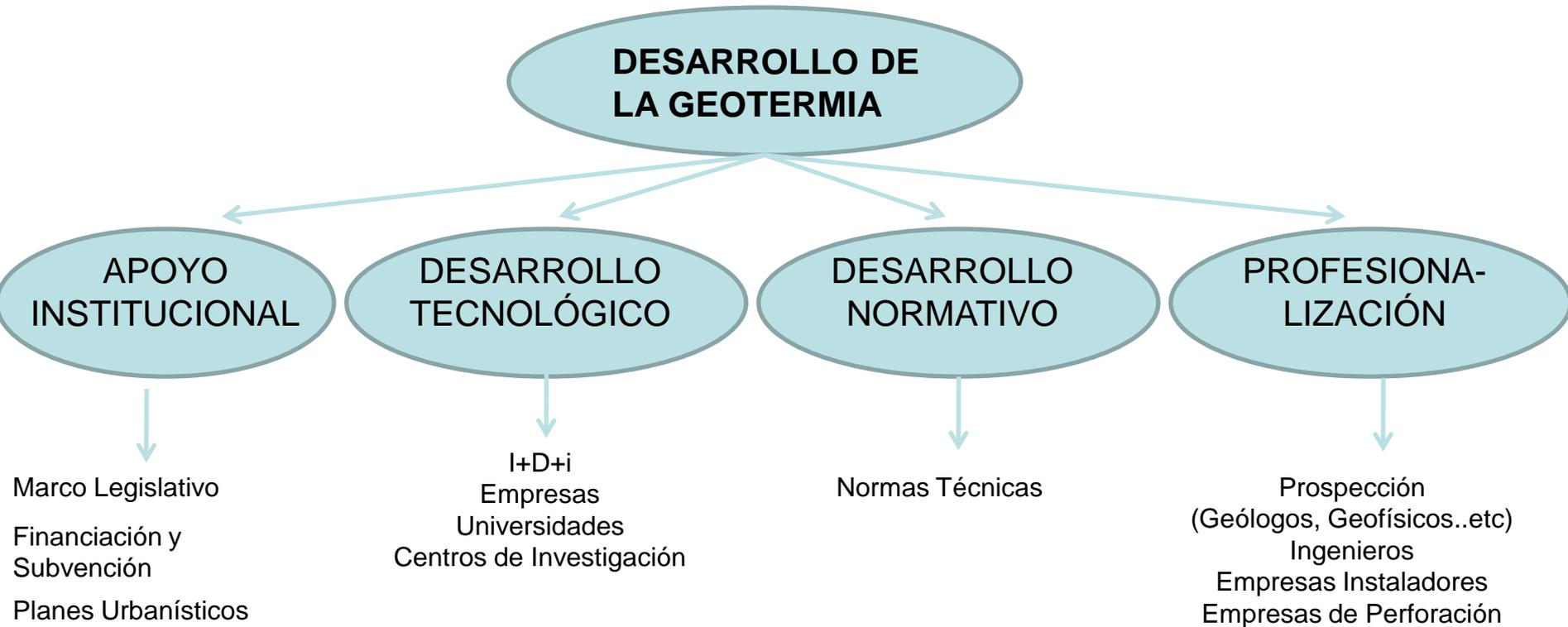


SE ESTÁ RENOVANDO EL INTERÉS POR LA GEOTERMIA, RETOMÁNDOSE PROYECTOS QUE DEJARON DE SER RENTABLES E INICIÁNDOSE NUEVOS PROYECTOS.

ESPAÑA TIENE POR DELANTE UN GRAN RETO, EN CUANTO A LA INSTALACIÓN DE GRANDES REDES DE CALOR, Y PLANTAS DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD GEOTÉRMICAS....

EN ESPAÑA, LA ENERGÍA GEOTÉRMICA DE MUY BAJA T^a ES YA UNA REALIDAD. EN LOS PRÓXIMOS AÑOS SE ESPERA UN DESARROLLO MUY IMPORTANTE DE ESTA APLICACIÓN





**GRACIAS POR
SU ATENCIÓN**



Jose Ignacio Marín Millán

Licenciado en C.C. Geológicas

Master en Ingeniería del Terreno y del Agua