



10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

Geotermia: energía renovable de futuro

El reto de la geotermia profunda en España

Raúl Hidago Fernández

Petratherm España S.L.



Lunes 22 de noviembre de 2010



El Reto de la geotermia profunda en España

ÍNDICE

1. **Que es la geotermia profunda**
2. **Antecedentes y situación actual**
3. **Potencial español**
4. **Retos Tecnológicos – Líneas de investigación en España**
5. **Medidas de impulso al desarrollo en España**
6. **Beneficios de la geotermia profunda**
7. **Marco legal administrativo**
8. **Conclusiones**

¿Qué es la geotermia Profunda?

“ Es la energía en forma de calor contenida bajo la superficie de la Tierra ” Directiva Europea de ER 2009

“Comprende recursos localizados a grandes profundidades y que presentan flujos de calor importantes” varios MW

Temperatura

- Alta >150°C
- Media 150-100°C
- Baja < 100°C

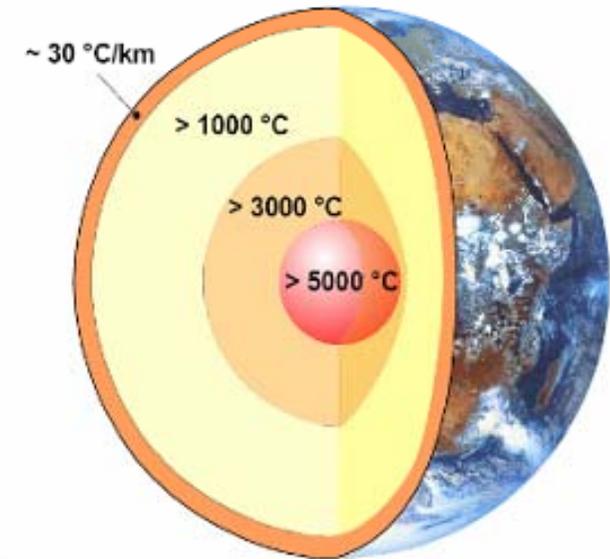
Usos

- Eléctricos
- Directos o Térmicos
- Combinados CHP

Geotermia una Energía Inagotable

La Tierra es una máquina de fabricar calor :

- La conducción desde el núcleo y el manto (~40%),
- El producido por la reacción de desintegración natural de isótopos de algunos elementos U, Th, K en la corteza continental (~60%).



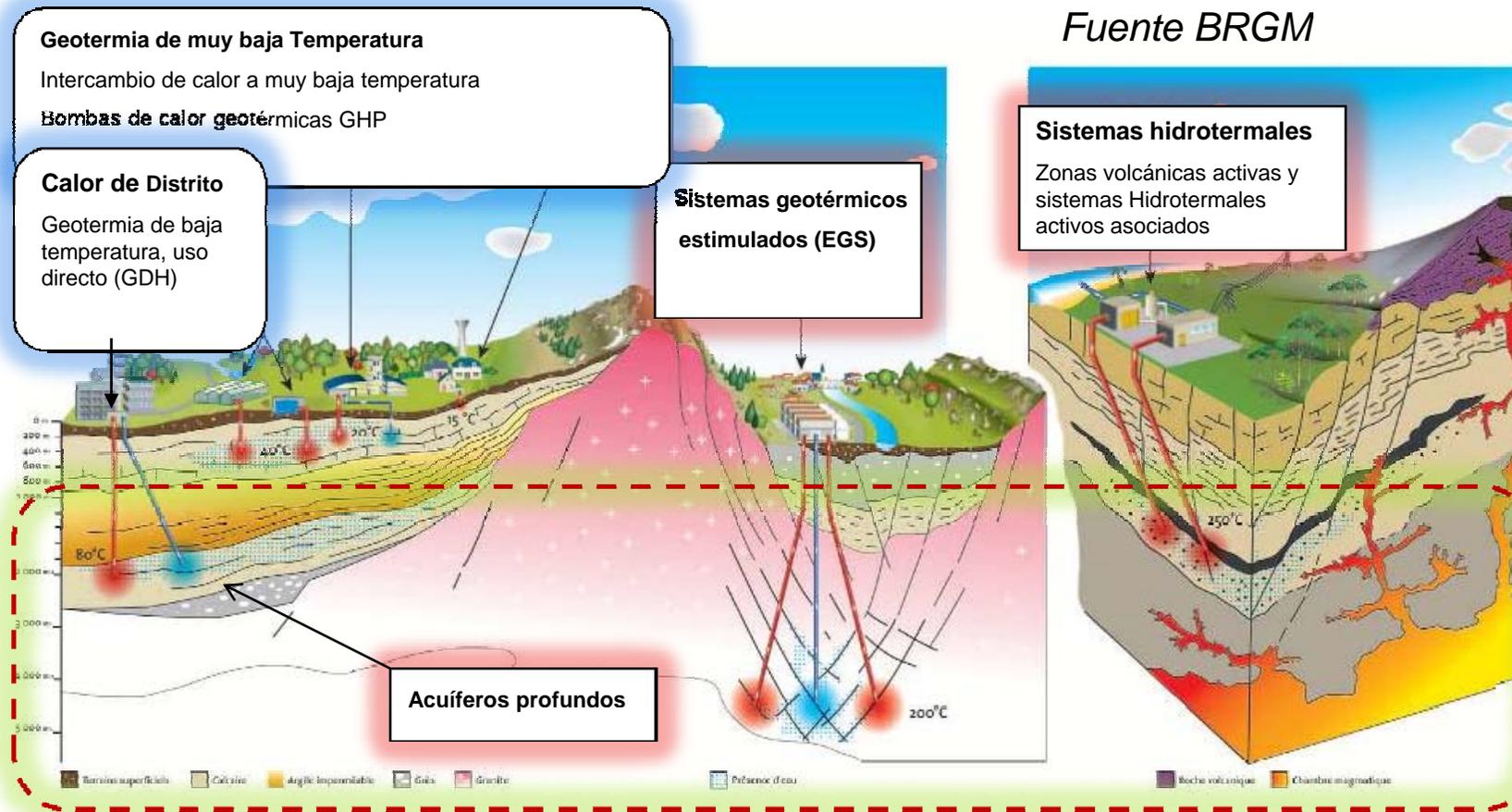
La Energía almacenada en 1 km³ de granito a 250°C equivale a 40 millones de barriles de petróleo

Singularidades de la Geotermia

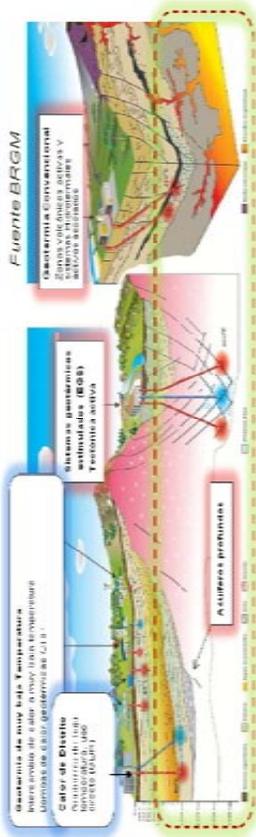
- Carácter Autóctono
- Energía gestionable y sostenible
- Reducidos costes de operación
- Energía limpia, reducidos niveles de emisiones, reducido impacto medioambiental

	NO_x g/kwh	SO2 g/kwh	CO2 g/kwh
Carbón	2	4,7	996
Petróleo	1,8	5,5	760
Gas natural	1,3	0,1	551
Geotermia (Flash)	0	0,1	27
Geotermia (Ciclo binario y flash/binario)	0	0	0

Singularidad del Recurso



El Reto de la geotermia profunda en España



	Temperatura	Caudal	Permeabilidad	Soluciones
SISTEMAS HIDROTÉRMICOS	Buena	Bueno	Buena	NO REQUIERE
SISTEMAS GEOTÉRMICOS ESTIMULADOS EGS	Muy Baja	Bueno	Buena	Desarrollo tecnologías de aprovechamiento de baja temperatura, perforación mas profunda
	Buena	Muy Bajo	Buena	Reinyección o inyección de fuente de agua externa
	Buena	Bueno	Muy Baja	Fracturación estimulación del macizo rocoso
	Buena	Muy Bajo	Muy Baja	introducción de fluido de trabajo y fracturación estimulación del macizo rocoso
	Buena	Muy Bajo	Demasiado alta	Sellado de fracturas
	Demasiado Alta	Muy Bajo	Muy Baja	Crear herramientas de trabajo de alta Tª, introducción de fluido de trabajo y fracturación estimulación del macizo rocoso
	Muy Baja	Muy Bajo	Muy Baja	Desarrollo tecnologías de aprovechamiento de baja temperatura, perforación mas profunda, introducción de fluido de trabajo y fracturación estimulación del macizo rocoso

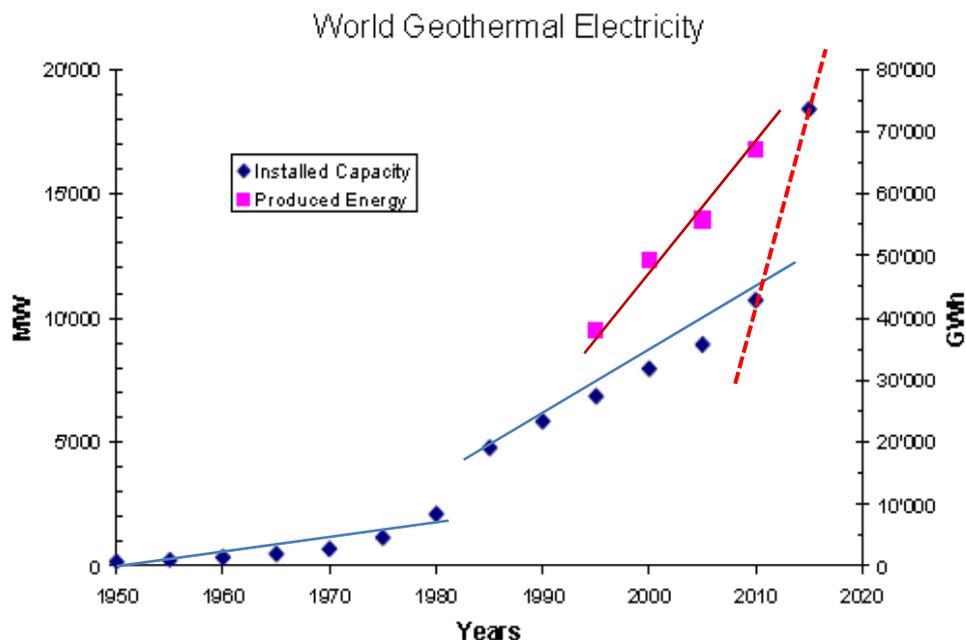
ESTIMULACIÓN

(Caracterización de Potencial DOE 2008)

Antecedentes

- Uso directo de la geotermia como calefacción y balneología en tiempos de los romanos, antiguas dinastías chinas y civilizaciones precolombinas.
- Primera experiencia geotérmica para generación eléctrica en 1904 en la Toscana (Italia). Primera planta 250kw en 1913
- Desarrollo de la investigación geotérmica en nuestro país en la década de los 80 impulsada por la crisis del petróleo
- Nuevo impulso a la geotermia desde mediados de esta década de la mano de la iniciativa privada fomentada por la demanda energética y el cambio climático

Situación mundial (Generación Eléctrica)

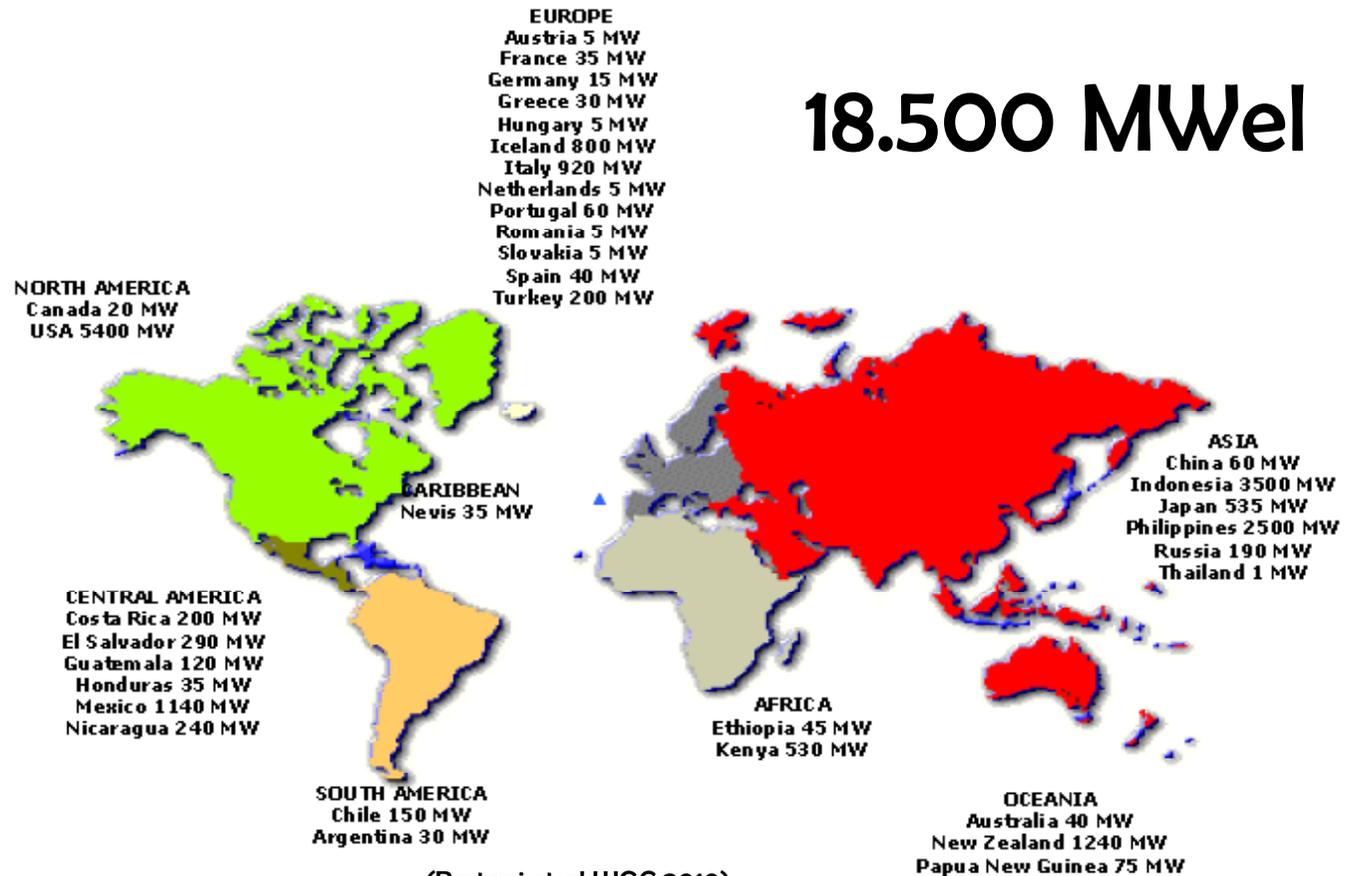


Year	Installed Capacity MW	Produced Energy GWh
1950	200	
1955	270	
1960	386	
1965	520	
1970	720	
1975	1,180	
1980	2,110	
1985	4,764	
1990	5,834	
1995	6,833	38,035
2000	7,972	49,261
2005	8,933	55,709
2010	10,715	67,246
2015	18,500	

Potencia instalada vs energía generada (Bertani et al WGC 2010)

Situación mundial (Previsión 2015)

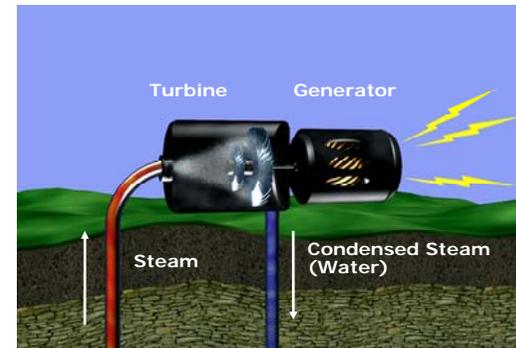
18.500 MWeI



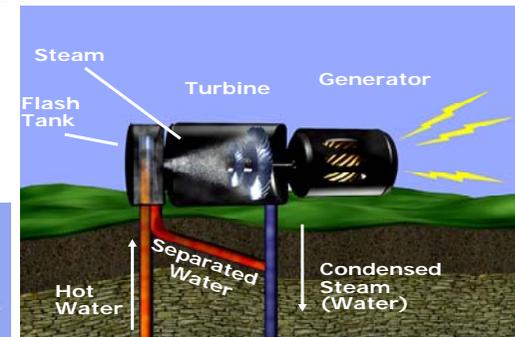
(Bertani et al WGC 2010)

Tecnologías de generación

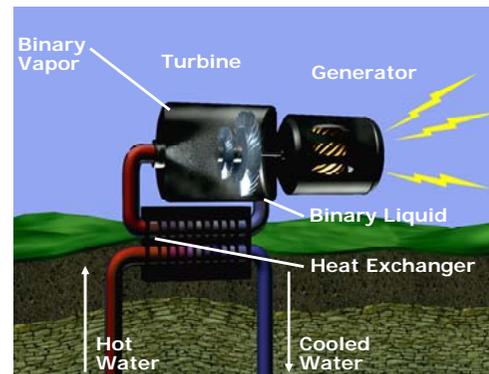
Plantas de vapor directo



Tipo flash



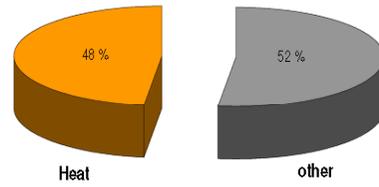
Plantas de ciclo Binario



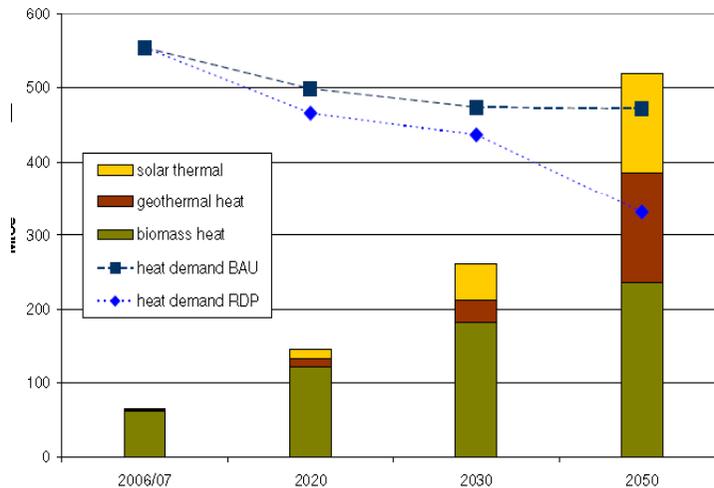
Situación (Generación Térmica)

En 2007 48% del consumo de energía en Europa corresponde energía térmica.

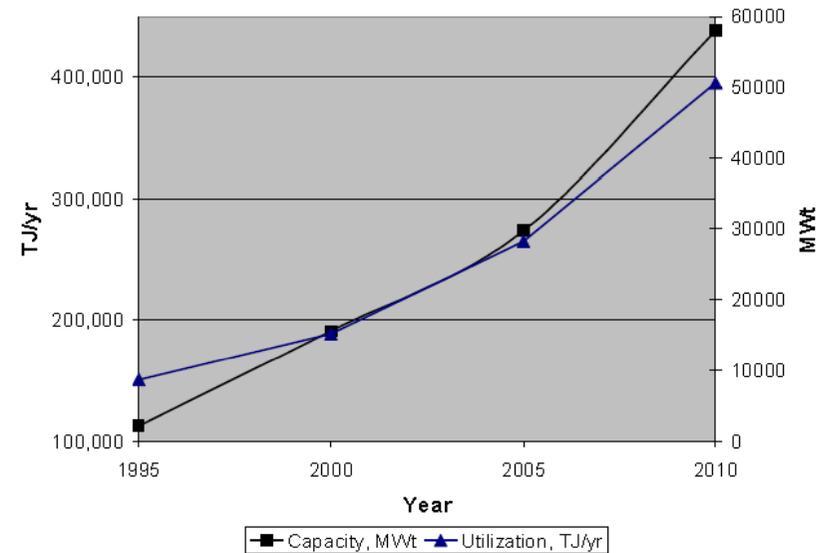
- 86% Viviendas
- 76% Servicios
- 56% Industria



www.rhc-platform.org



MUNDO



Potencia instalada mundial vs energía generada (Lund et al WGC 2010)

Situación en España

Los recursos se dividen en tres tipos principales:

- Recursos de alta temperatura
- Recursos hidrotermales de media-baja temperatura
- Recursos petrotérmicos (EGS)



Distribución de las áreas geotérmicas de España (modificada por Haenel & Staroste, 1998)

Recursos potenciales España (APPA 2010)

España podría llegar a contar con mas de 8GW geotérmicos si desarrolla un 20% de su potencial base.

Área de prospección	Mejor de los casos 100%	Caso más probable 20%
Canarias	255,00	255,00
Cordillera Bética	69.706,00	2.458,00
Cordillera Costero- Catalana	43.444,00	1.452,00
Zona pirenaica	45.542,00	1.501,00
Macizo Ibérico	*	*
Cuenca del Duero	7.380,00	1.343,00
Cuenca del Ebro	944,00	125,00
Cuenca del Tajo 1	1.730,00	129,00
Cuenca del Tajo 2	4.471,00	917,00
Guadalquivir	*	*
	173.472,00	8.180,00

* Pendiente de estimación

Fases de un proyecto geotérmico

Fase 1 Identificación y definición de los recursos

- Investigación de recursos, técnicas geofísicas y geoquímicas
- Modelizaciones numéricas

Fase 2 Confirmación de la existencia del campo geotérmico

- Perforaciones geotérmicas
- Estimulación del almacén

Fase 3 Desarrollo del campo geotérmico

Fase 4 Producción

- sostenibilidad del recurso
 - Energética
 - Ambiental

Año 1

Año 5

Retos del desarrollo tecnológico

Mejora de las técnicas de investigación, bases datos públicas

Mejoras y avance de las técnicas de perforación

Técnicas de estimulación del almacén geotermal

Mejora de la eficiencia de los ciclos termodinámicos

Hibridación con otras tecnologías

Aplicación a nuevos campos de actuación

- Desalinización
- Generación de frío

Lineas de investigación

Programas de I+D para Geotermia

Mejora del conocimiento de nuestros recursos geotérmicos a la luz de los nuevos tiempos

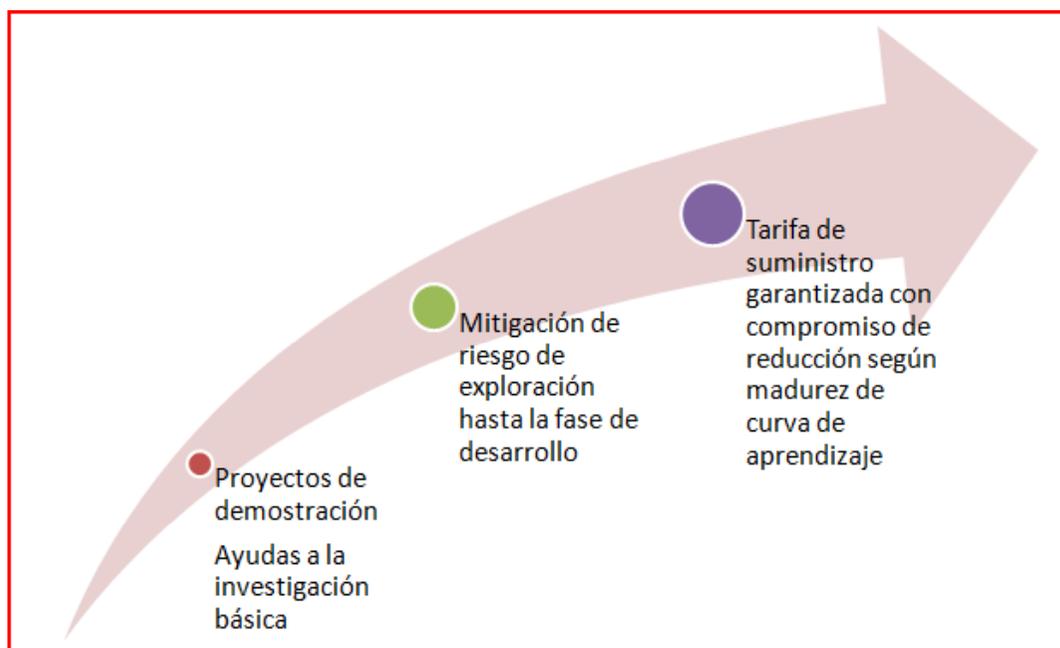
Impulso al desarrollo de nuevas tecnologías:

- EGS
- Coproducción
- Utilización CO₂ como fluido de transporte
- Desalinización
- Producción de frío a partir de recursos de baja temperatura

Medidas de Impulso

La geotermia necesita medidas de estímulo para vencer las barreras iniciales a su desarrollo entre las que destacan:

- Elevados costes en la fase inicial de investigación
- Barreras temporales, 5 años de media para su desarrollo



Medidas de Impulso

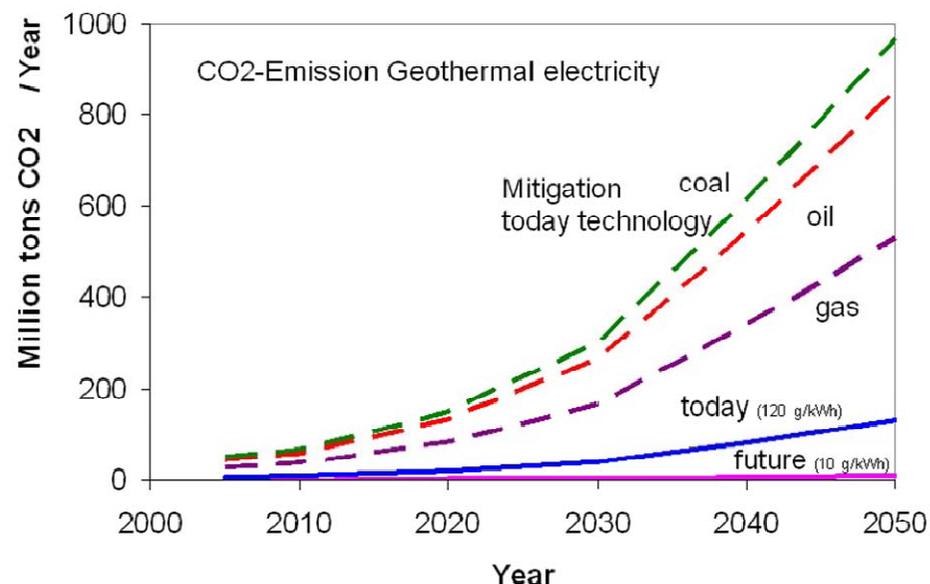
- Desarrollo de entre 5 y 10 proyectos de demostración financiados al 50 % por el Gobierno
- Fomento de la I+D+i para reducir los costes de la tecnología
- Un plan de reducción de los riesgos de exploración con ayudas-financiación específica a la perforación
- Mejora del marco normativo (estandarización y simplificación de los tramites administrativos)

Beneficios sociales de la Geotermia

- Energía gestionable, producción continua, mejora la estabilidad de red
- Energía limpia que ayuda a reducir el impacto GEI
- Seguridad energética, generación autóctona
- Uso mas eficiente de la energía, el uso de calor directo permite el aprovechamiento de la energía de manera mas eficiente.
- Reducción del impacto visual, dimensiones reducidas de las instalaciones
- Permite integrar los usos eléctricos y térmicos en una única instalación

Beneficios medioambientales

- La producción de electricidad podría situarse entre 300 TWh/año (escenario base) y a los 1000 TWh/a en el escenario azul en 2050 . Esta producción podría reducir cientos de millones de toneladas de emisiones de CO2/año tal y como muestra la siguiente figura

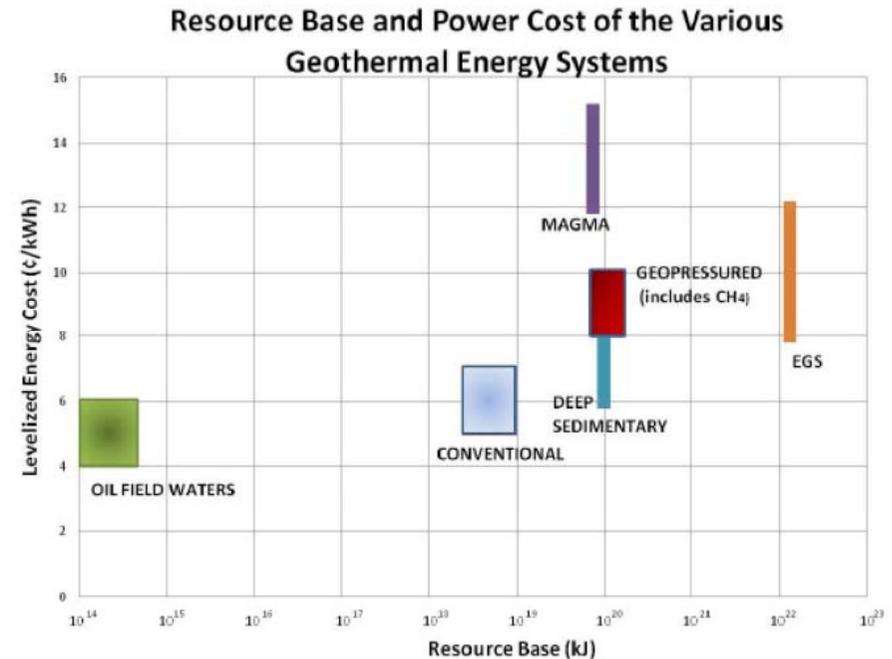


Previsiones de emisión de CO2 debidas a la generación eléctrica con distintas tecnologías (Fuente: Fridleifsson, I.B., 2008)

Contribución al desarrollo energético global

El 1% de los recursos estimados sería suficiente para cubrir las necesidades de energía del planeta durante 3.500 años

EGS cuenta con un potencial 1.400 superior a los recursos convencionales

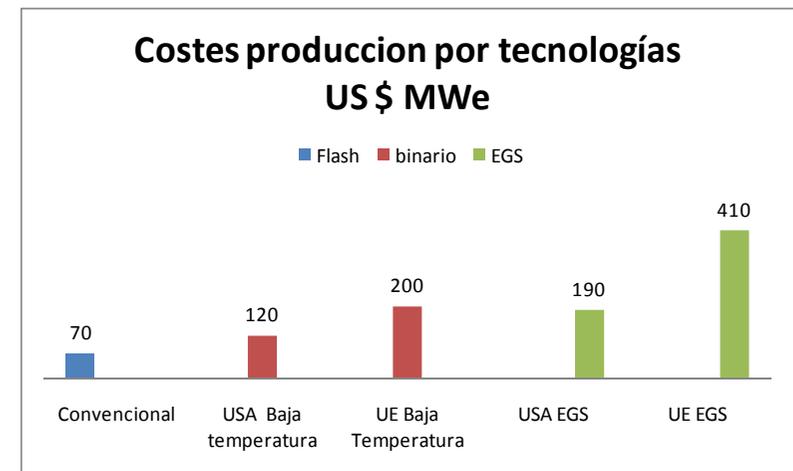


Fuente GIA-IEA 2010

Rendimientos económicos actuales

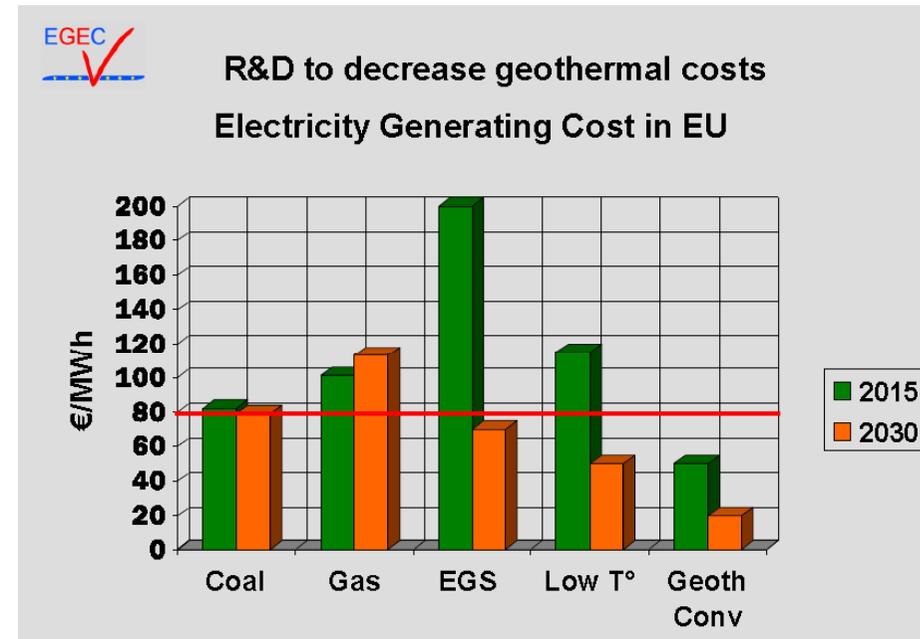
Coste estimado por MW instalado

- Geotermia Convencional, sondeos poco profundos **2-3 M€ Mw**
- Geotermia estimulada Sondeos profundos y estimulación **5-7 M€ Mw**
- Bajos costes de operación **9-25 US\$ MW**
- mas de **8.000 horas de producción**



Mejora de la curva de conocimiento

- La energía geotérmica puede llegar a ser competitiva con otras formas de energía renovables hacia el año 2030.
- El desarrollo del sector solo posible a través del impulso de los programas de I+D capaces de mejorar la curva de aprendizaje.
- Integración de medidas de estímulo a la I+D nacional con intercambio de los conocimientos que se desarrollan en Europa.



Riesgo de la Inversión

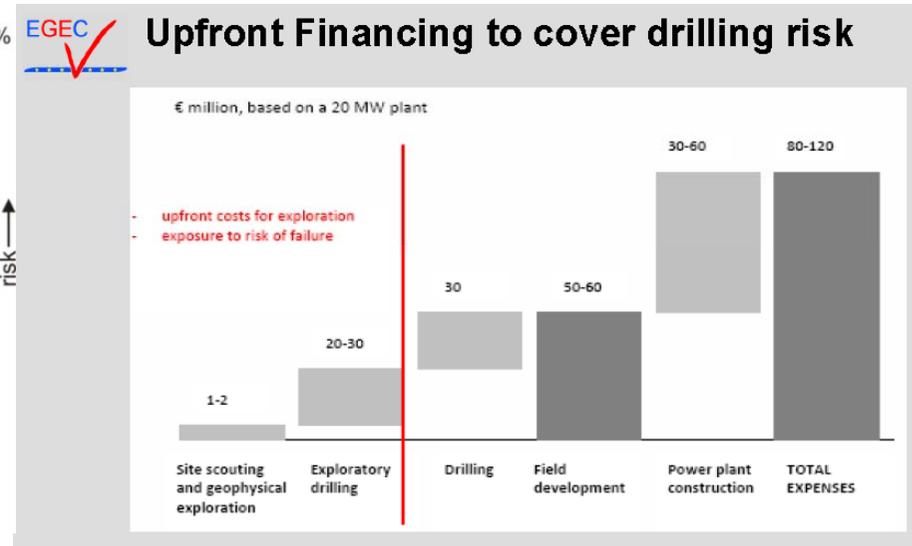
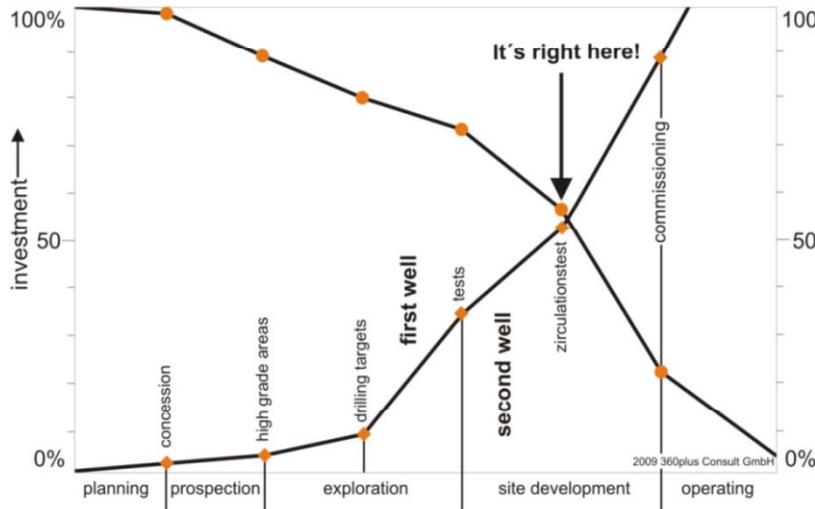


Grafico de fases del proyecto y cruce de inversión vs riesgo (BAWER 2009)

<i>Distribución Costes inversión</i>	
Exploración y confirmación del recurso	10-20%
Perforación	40-50%
Planta geotérmica	40%

Marco legal administrativo

- Tecnología en fase de crecimiento, requiere medidas de impulso adecuadas y adaptación de la normativa vigente a la nueva tecnología.
- Transposición de la directiva comunitaria de ER
- Adaptación de los trámites ambientales
- Simplificación de los trámites y procedimientos administrativos

Conclusiones

- **La energía geotérmica podría llegar a generar algo más de 1000 TWh/año libres de emisiones en 2050** contribuyendo de manera significativa a la reducción de la amenaza del cambio climático.
- **España presenta un gran potencial para el desarrollo de diferentes tecnologías dentro del campo de la geotermia;** marco geológico y estructural adecuados pero se hace necesario un apoyo a la investigación básica que permita la definición de nuevos recursos geotérmicos en áreas hasta a hora no reconocidas.
- **Las administraciones regionales y estatales deben fomentar el desarrollo del sector** a través de la definición de un marco normativo y retributivo estable y de políticas de ayudas a la investigación que impulsen el desarrollo de éstas tecnologías.