
ENERGÍA GEOTÉRMICA

**XI Congreso anual de la AMEE y III Congreso anual conjunto
de asociaciones AMEE / WEC MEX / AME y AMGN**

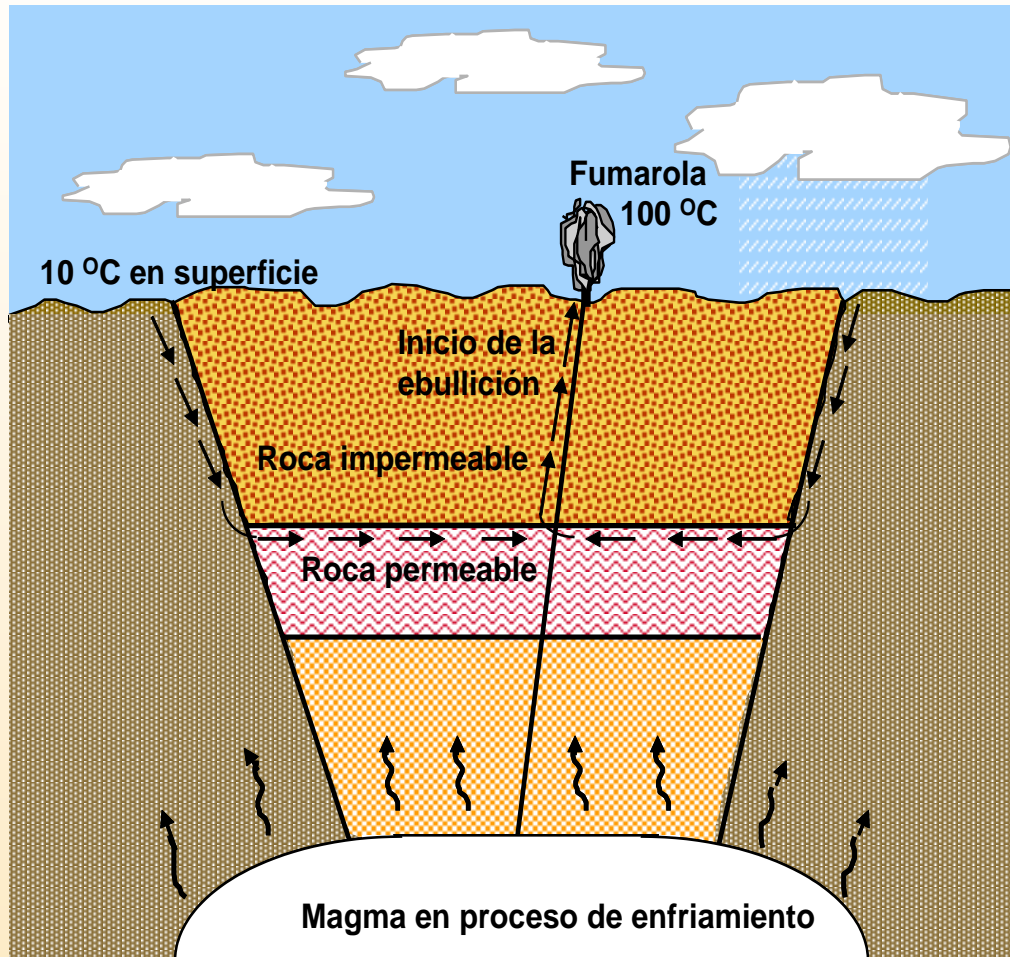
M.I. VÍCTOR M. ARELLANO GÓMEZ
Gerente de Geotermia
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Av. Reforma No. 113 Col. Palmira
62490 Cuernavaca, Mor., México





- ❖ **Sistemas Hidrotermales**
- ❖ **Roca Seca Caliente/Mejorados**
- ❖ **Geopresurizados**
- ❖ **Marinos**
- ❖ **Magmáticos**





Se encuentran formados por:

- Una fuente de calor
- Agua (líquido y/o vapor)
- La roca en donde se almacena el fluido.

Son los únicos sistemas geotérmicos que se explotan de manera comercial.

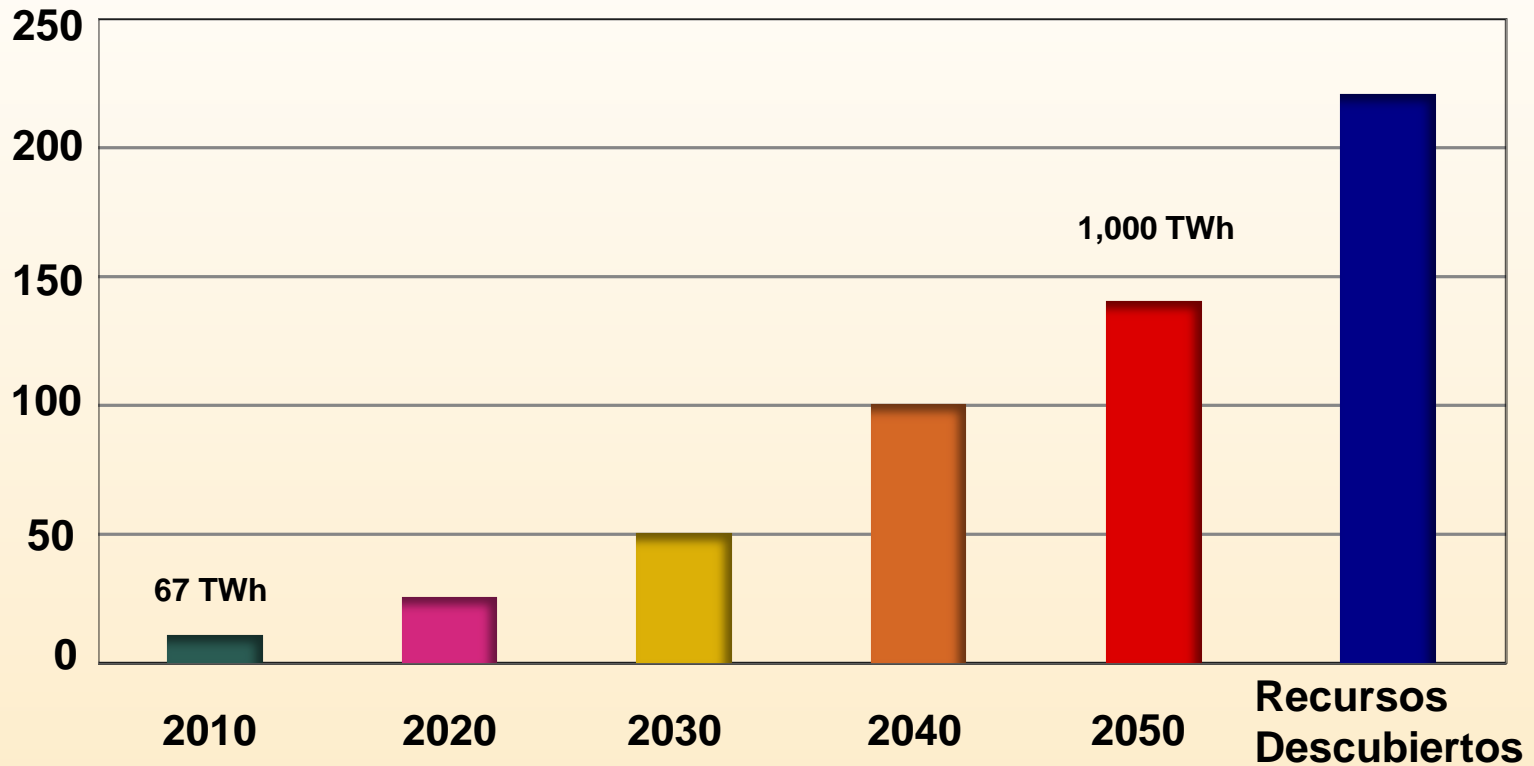


❖ Generación de Energía Eléctrica.

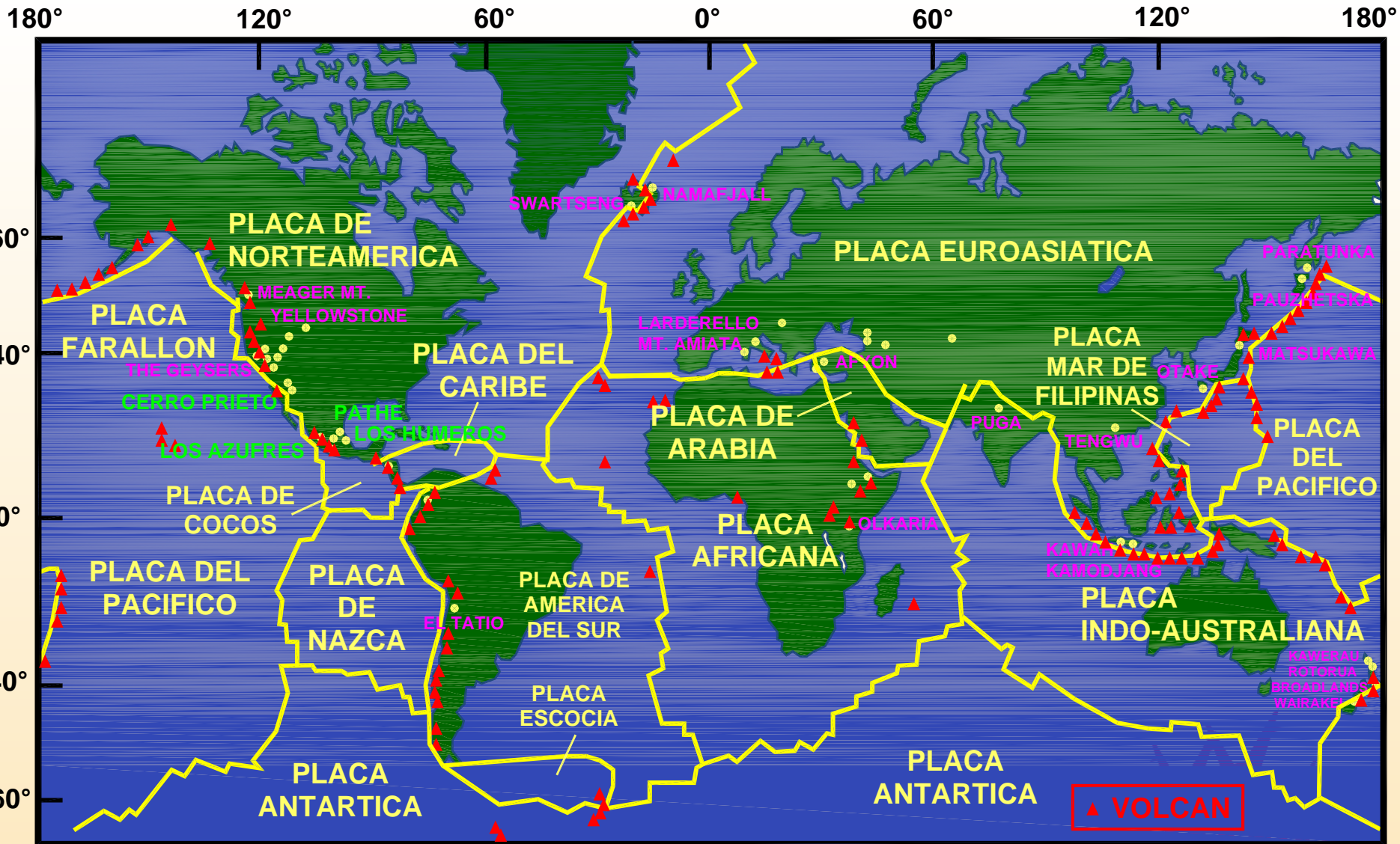
Año	Capacidad Instalada (MWe)	Energía Generada (GWh)
1950	200	
1955	270	
1960	386	
1965	520	
1970	720	
1975	1,180	
1980	2,110	
1985	4,764	
1990	5,834	
1995	6,833	38,035
2000	7,972	49,261
2005	8,933	55,709
2010	10,715	67,246
2015	18,500	



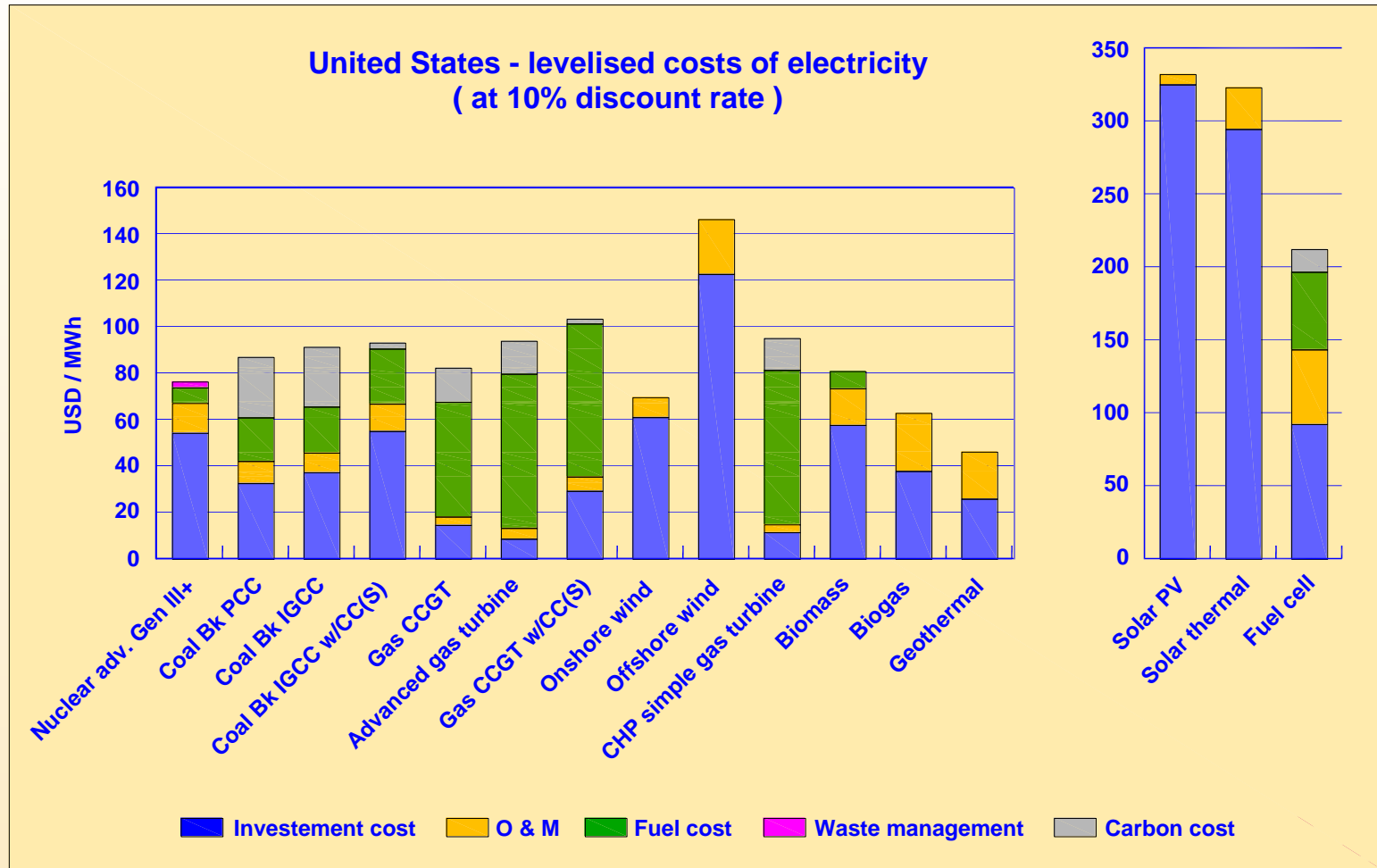
✓ Potencial Técnico Global (GWe)^{1,2}.



- (1) V. Stefansson, 2005, "World geothermal assessment", World Geothermal Congress, Antalya, Turkey
- (2) M. A. Mongillo y C.J. Bromley, 2010, "The IEA geothermal implementing agreement..." GRC Transactions, Vol. 34, 103-111



✓ Costos.



* Projected Costs of Generating Electricity (AIE, NEA 2010)

✦ Usos Directos (GWh/año*).

Capacidad Instalada
50,583 MW_t

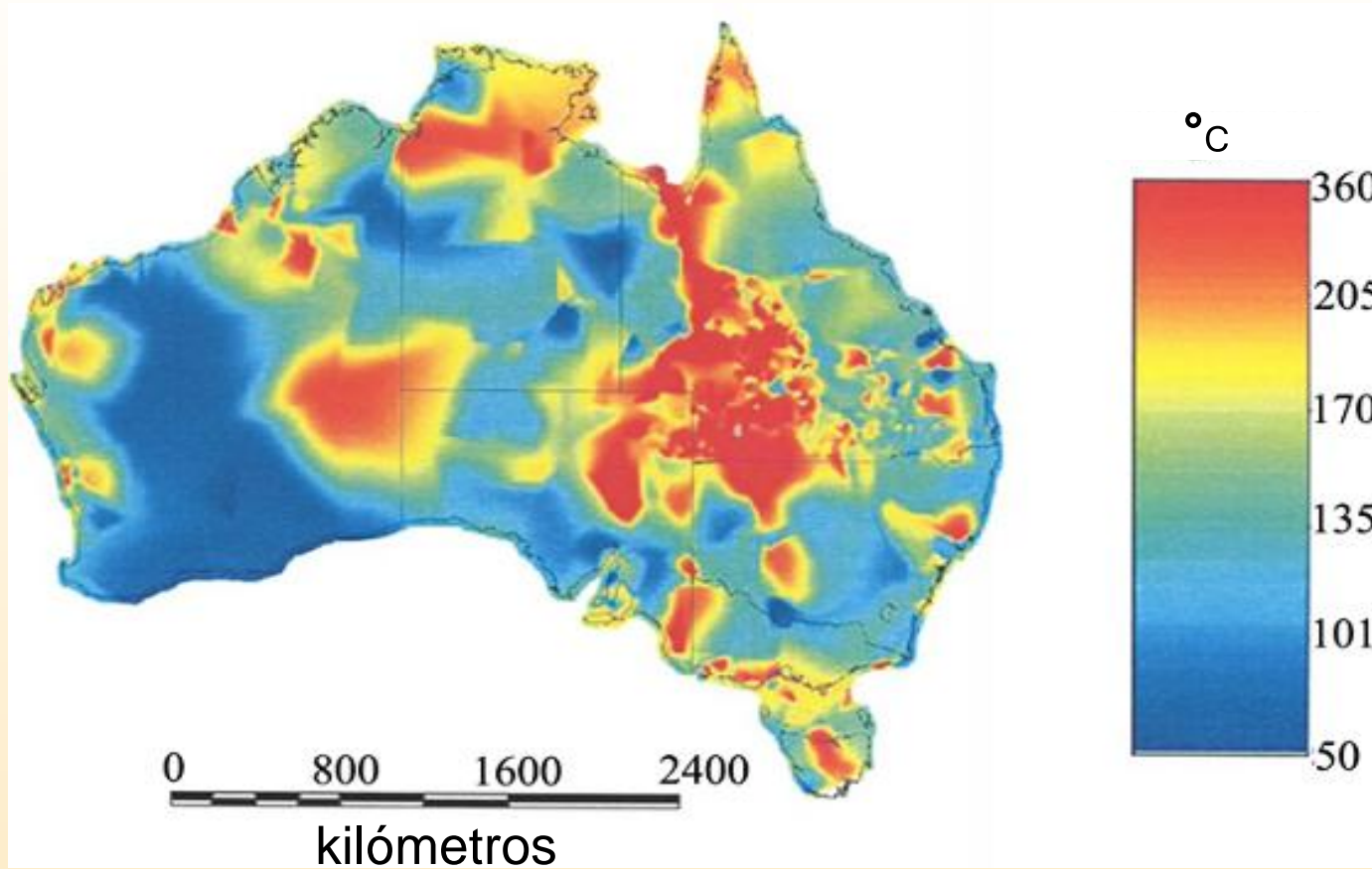


China	20,931
Estados Unidos	15,710
Suecia	12,584
Turquía	10,247
Japón	7,139
Noruega	7,000
Islandia	6,768
Francia	3,592
Alemania	3,546
Otros 50 países	34,179

Total Mundial **121,696**

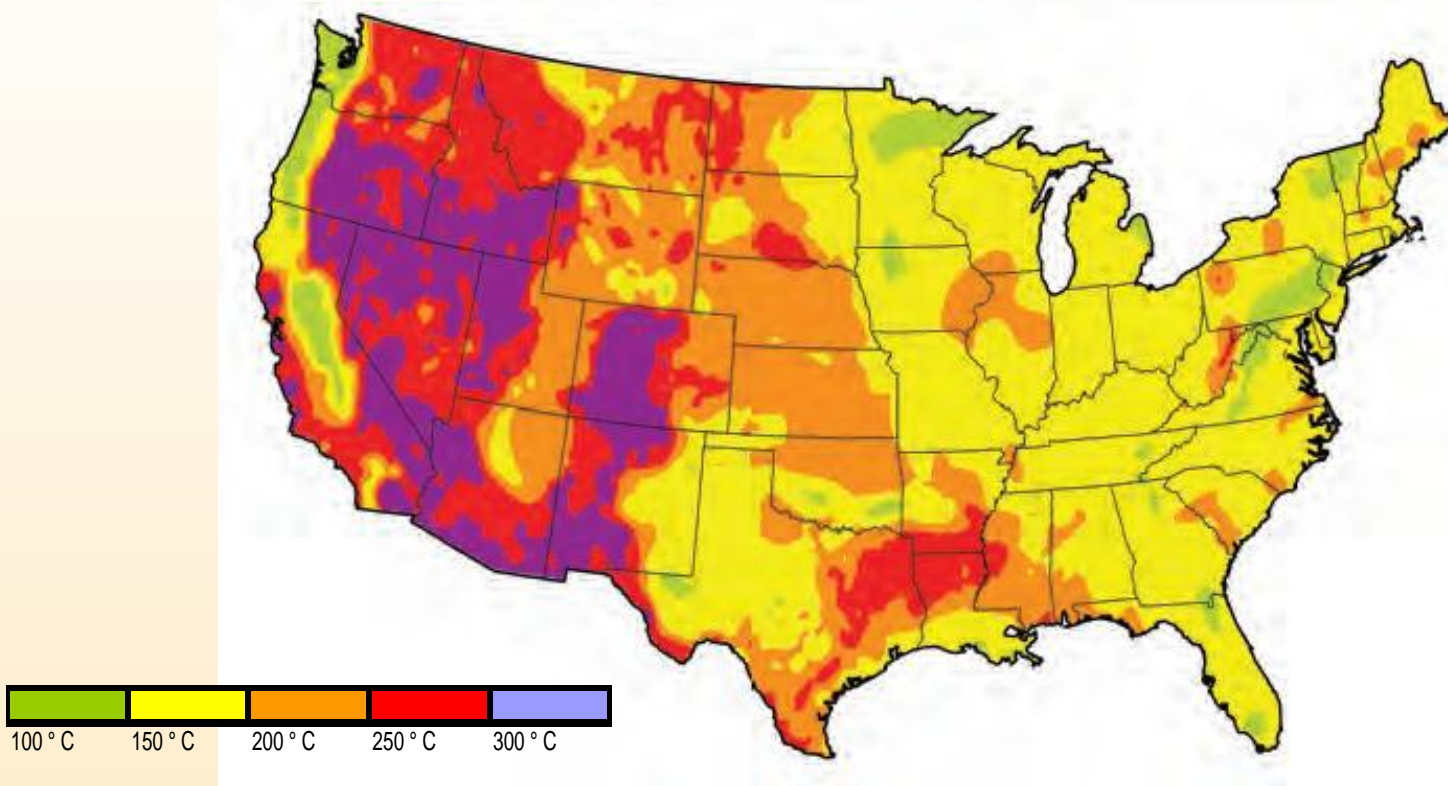
* Lund et al., "Direct utilization of geothermal energy 2010 Worldwide Review", WGC 2010)





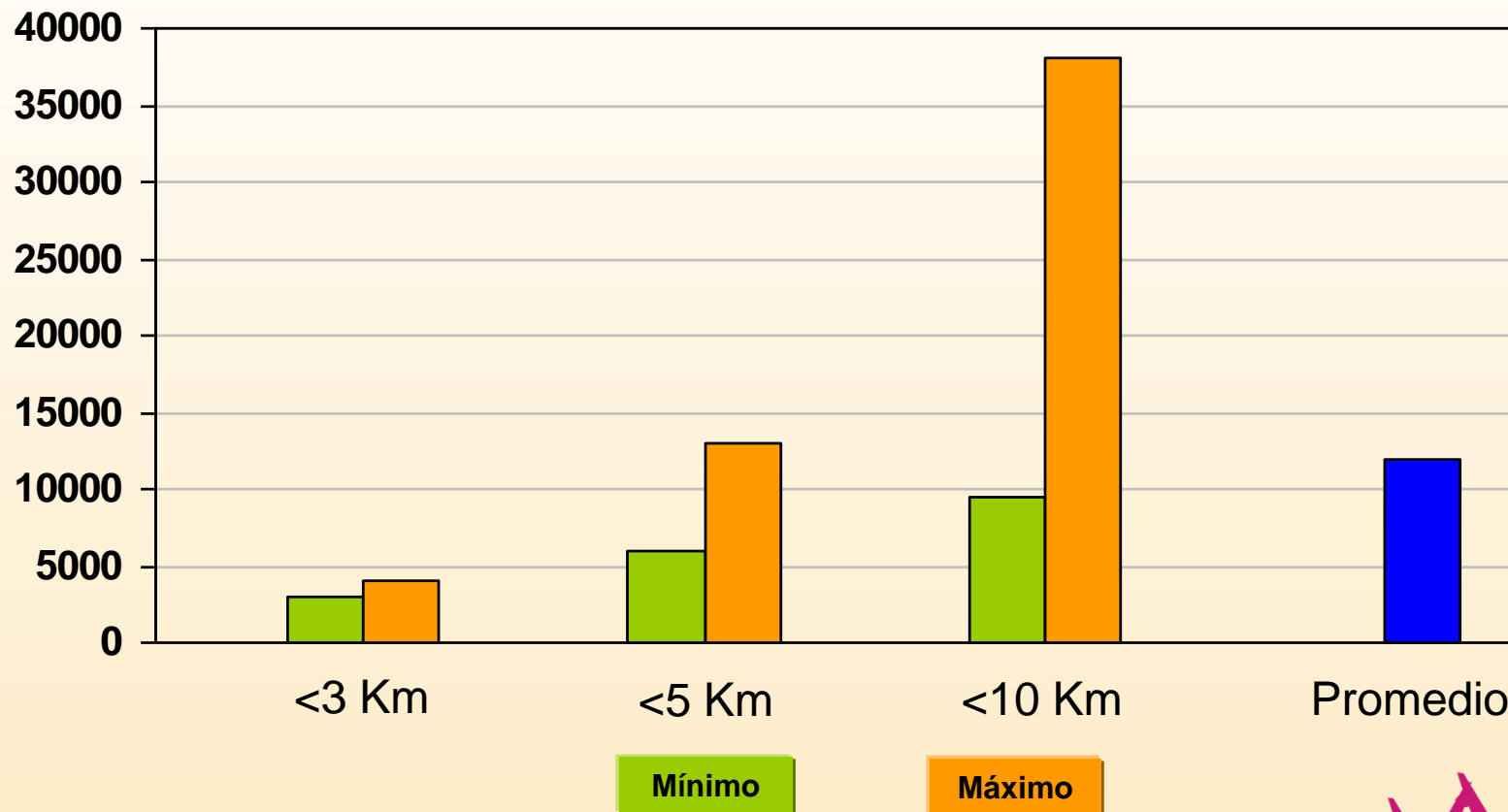
Temperaturas estimadas a 5 km de profundidad en Australia
(Sommerville *et al.* 2000)





Temperaturas estimadas a 10 km de profundidad en Estados Unidos (Tester et al. (2006), "The Future of Geothermal Energy-Impact of EGS on the US in the 21st Century" ISBN 0-615-13438-6)

✓ Potencial Técnico Global (GWe)*.



* M. A. Mongillo y C.J. Bromley, 2010, GRC Transactions, Vol. 34, 103-111

Los recursos geotérmicos mejorados en teoría pueden proveer miles de megawatts de energía limpia, renovable que puede emplearse como carga base.

Los primeros esfuerzos por crear estos sistemas se hicieron en Fenton Hill, USA, en la década de los 70's. Desde entonces se han desarrollado o se están desarrollando proyectos en:

Estados Unidos: Fenton Hill, Coso, Desert Peak, Glass Mountain, The Geysers/Clear Lake, Newberry.

Reino Unido: Rosemanowes, Eden Project, Redruth

Japón: Hijiori y Ogachi.

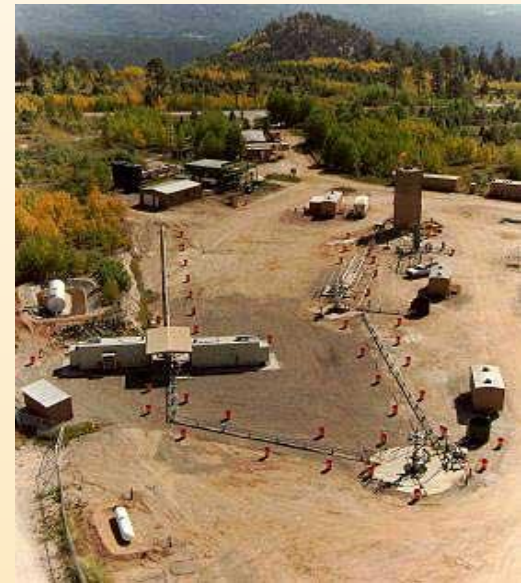
Francia: Soultz, Le Mayet de Montagne.

Suecia: Fjallbacka

Alemania: Falkenberg, Horstberg y Bad Urach

Australia: Cooper Basin, Hunter Valley y otros

Suiza: Basel y Geneva



✓ Qué se ha logrado?

- La perforación de pozos profundos (4 a 5 km.) en roca abrasiva y con alta temperatura (> 300 °C).
- La estimulación de grandes volúmenes de roca (más de 2 km³).
- Dentro de la roca estimulada se han perforado pozos se ha creado un yacimiento conectado.
- Circulación de fluidos sin grandes pérdidas de presión.
- Se han efectuado pruebas de producción de fluidos con gastos requeridos comercialmente
- Generación de electricidad con plantas pequeñas (< 3 MWe).



✓ Algunos Temas Pendientes

- Estimulación efectiva del yacimiento que permita mantener una producción sustentable y económica. (2011-2025)
- Desarrollo de herramientas para predecir el comportamiento del yacimiento considerando la distribución de la red de fracturas, el campo de esfuerzos, la respuesta de la red a la presión hidráulica. (2011-2025)
- Disminución de costos de perforación. (2011-2025)
- Mejoras en la tecnología de conversión de energía, y un mejor entendimiento de la estructura de la roca fracturada, ayudarían a mejorar la competitividad de este recurso.
- Sismicidad inducida. (2011-2020)



- Este es uno de los pocos recursos renovables, que tiene el potencial de suministrar enormes cantidades de energía a carga base sin almacenamiento, con un impacto ambiental mínimo.
- Estos sistemas han pasado de los primeros estudios en Fenton Hill a la demostración del concepto a escala piloto.



- Para el desarrollo comercial de estos sistemas, no se identifican barreras técnicas infranqueables, ni enormes recursos económicos.
- Para el año 2020 se espera contar con 50 plantas de 10 MWe en promedio.





- ❖ Los recursos geotérmicos hidrotermales son los únicos que actualmente se explotan de manera comercial. Las reservas de estos recursos se estiman entre 140 y 220 GWe.
- ❖ Dentro de los recursos geotérmicos emergentes se encuentran los sistemas de rocas seca/mejorados con un potencial enorme; el concepto de estos sistemas ya ha sido probado con plantas pequeñas.
- ❖ A más largo plazo los recursos marinos y magmáticos podrían contribuir con cantidades importantes de energía.

- ❖ La geotérmica se considera una fuente limpia, flexible, confiable y abundante.
- ❖ Para el año 2050, la generación de electricidad con recursos geotérmicos se estima en cuando menos 1,400 TWh/año, evitando la emisión de 800 Mt de CO₂/año.
- ❖ La energía geotérmica es una opción con excelentes atributos que puede contribuir de manera importante al suministro de energía mundial.



Gracias por su atención

