



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA, INDUSTRIA
Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico
y Minero de España



II CONGRESO
INTERNACIONAL
Madrid Subterra
LAS REDES DE AGUA SUBTERRÁNEA COMO FUENTE DE ENERGÍA

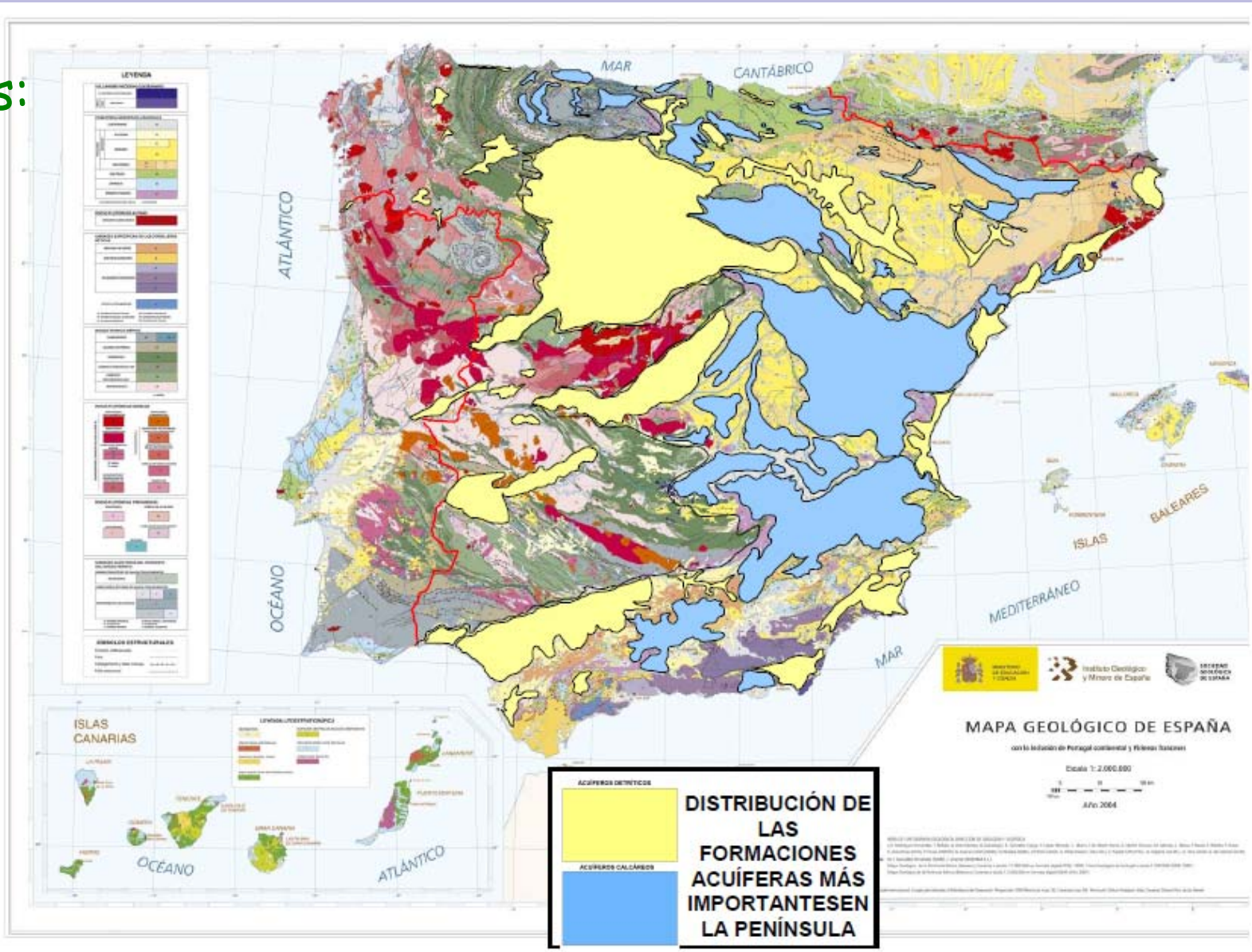
Madrid, 26 de octubre de 2017

Aprovechamiento energético del acuífero detrítico de Madrid

Celestino García de la Noceda Márquez
Instituto Geológico y Minero de España
c.garcia@igme.es



Acuíferos:



Tomado de M.Casado

Masas de agua:

(Directiva marco del agua)

LAS MASAS DE AGUA, POR TIPOLOGÍAS



Tomado de M.Casado

Las perforaciones históricas en busca del agua subterránea en Madrid:



- Pozo de Mateu (1856)
- Sondeos artesianos en el entorno del Palacio del Pardo (comienzos s. XX – Alfonso XIII)
- Sondeo de Alcalá de Henares (1928)

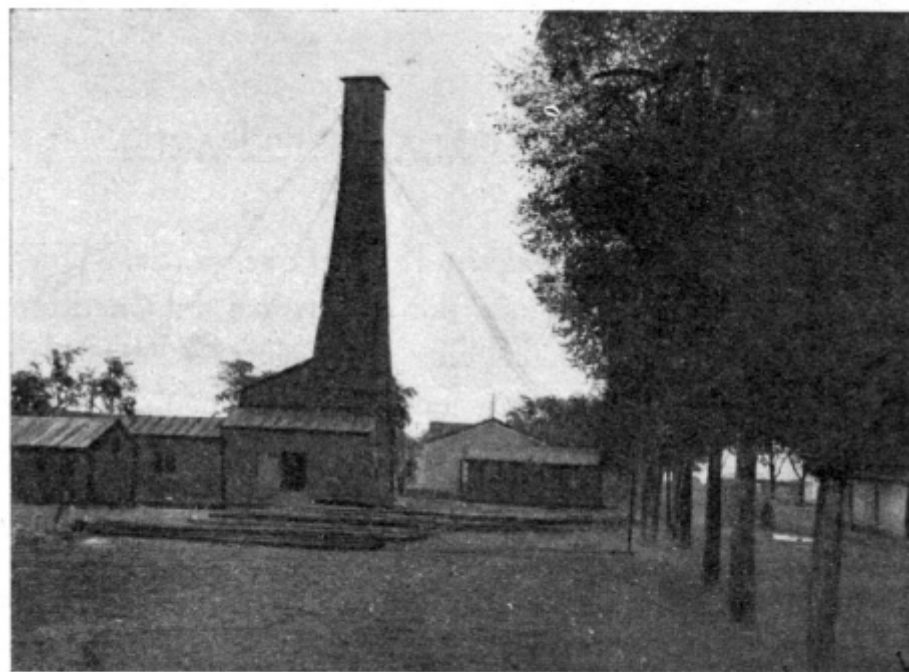
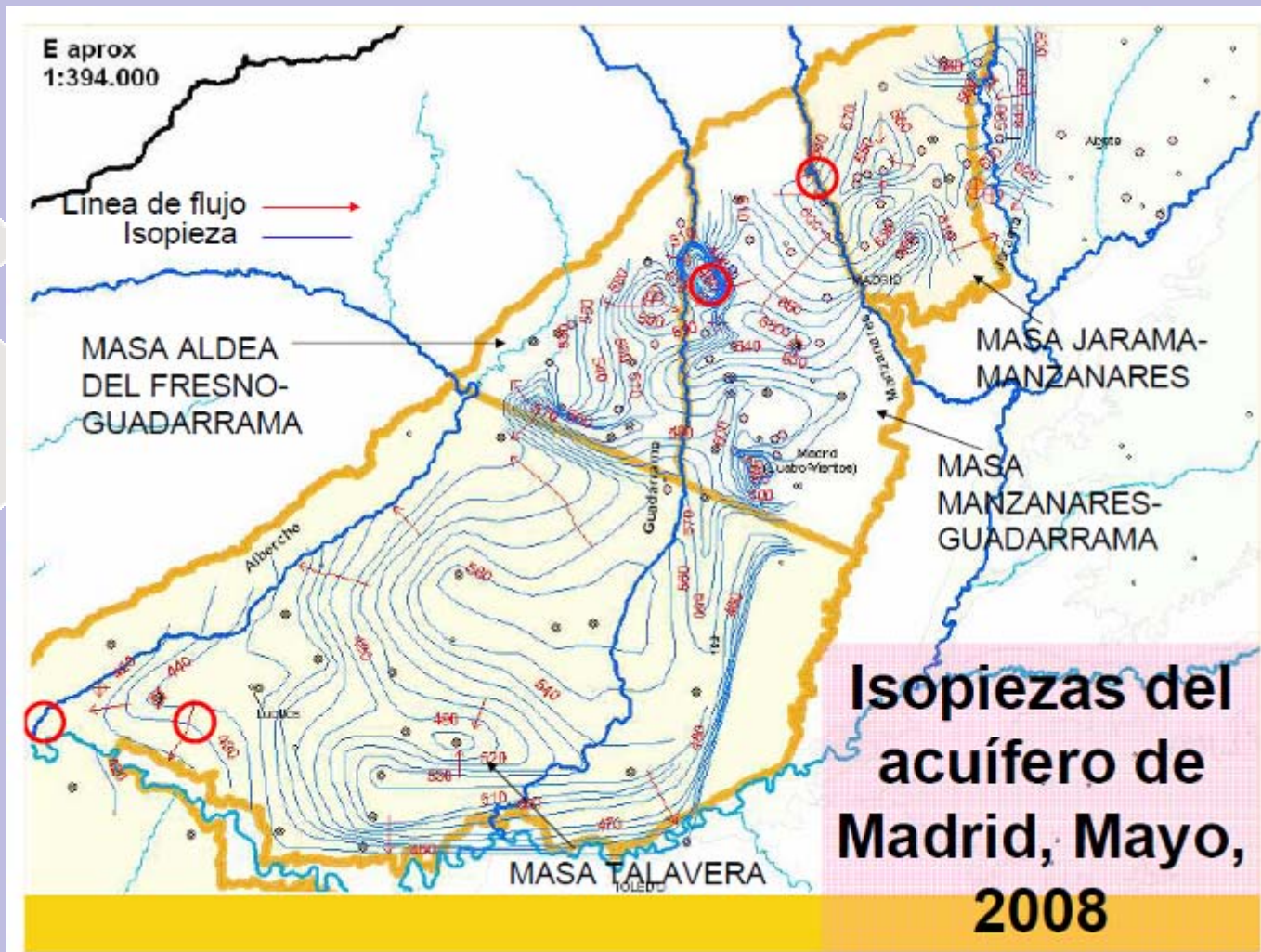


Fig. 38.—Instalaciones del sondeo de Alcalá.

Fot. L. Menéndez Puget.

El acuíferos de Madrid y sus masas de agua subterránea:



Tomado de M.Casado

Geoter...mi...a...?

Los volcanes

Las aguas termales y los balnearios



El hombre primitivo: las cavernas



Tipos de yacimientos geotérmicos:

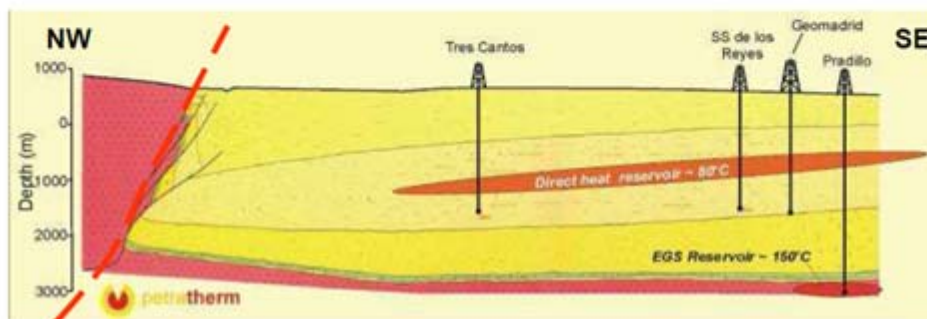
Tipo de yacimiento		Rangos de temperatura	Uso principal
Baja entalpía (temperatura)	Almacenes sedimentarios profundos	< 100° C	Usos directos
	Zonas intramontañasas o volcánicas		
Media entalpía (temperatura)		100° C < T < 150° C	Electricidad ciclos binarios Uso combinado
Alta entalpía (temperatura)		> 150° C	Electricidad

Recursos geotérmicos convencionales. Sistemas hidrogeotérmicos

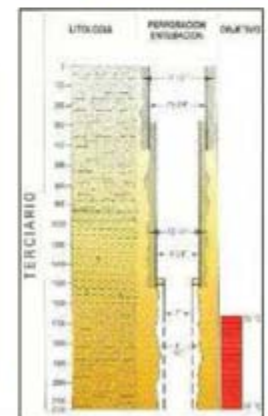
Geotermia profunda en el subsuelo de Madrid



Recursos geotérmicos profundos:

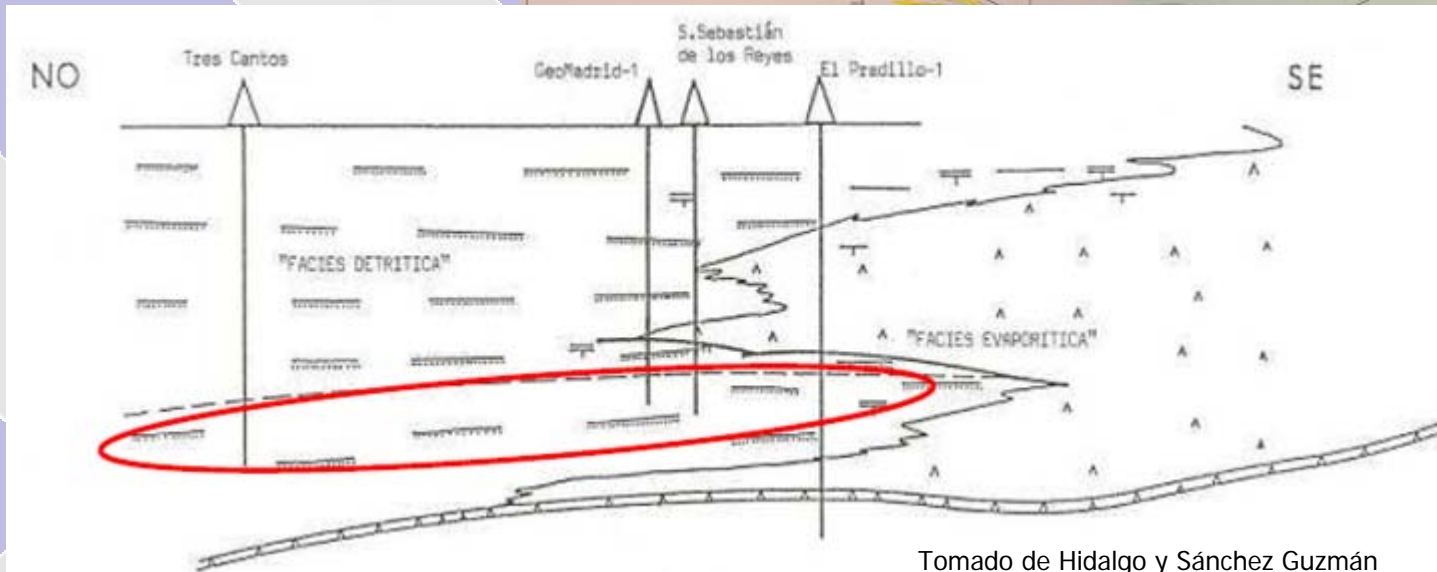
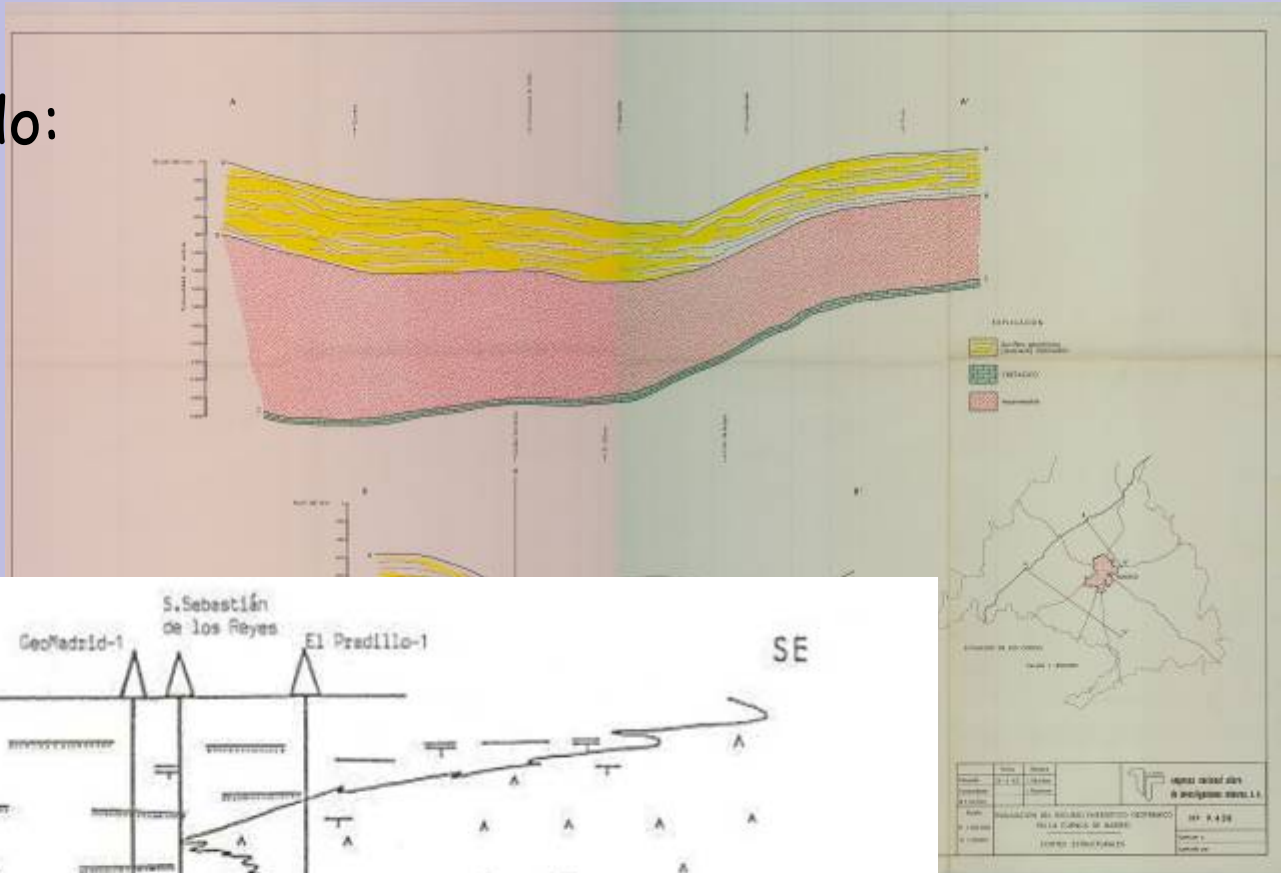


Modificado IGME



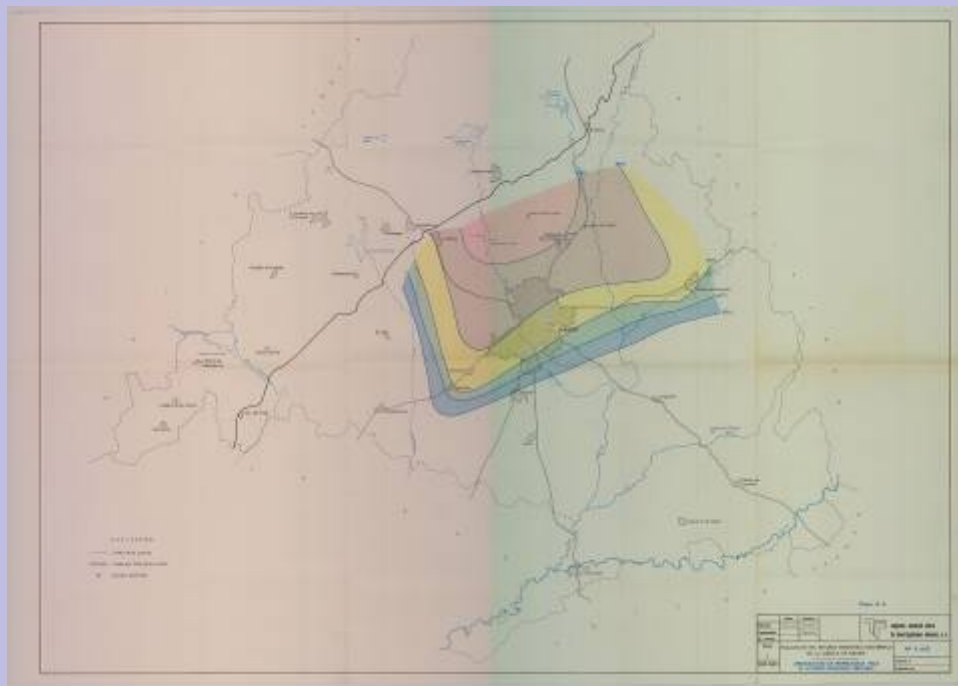
Tomado de Hidalgo y Sánchez Guzmán

Un gran almacén
detrítico profundo:

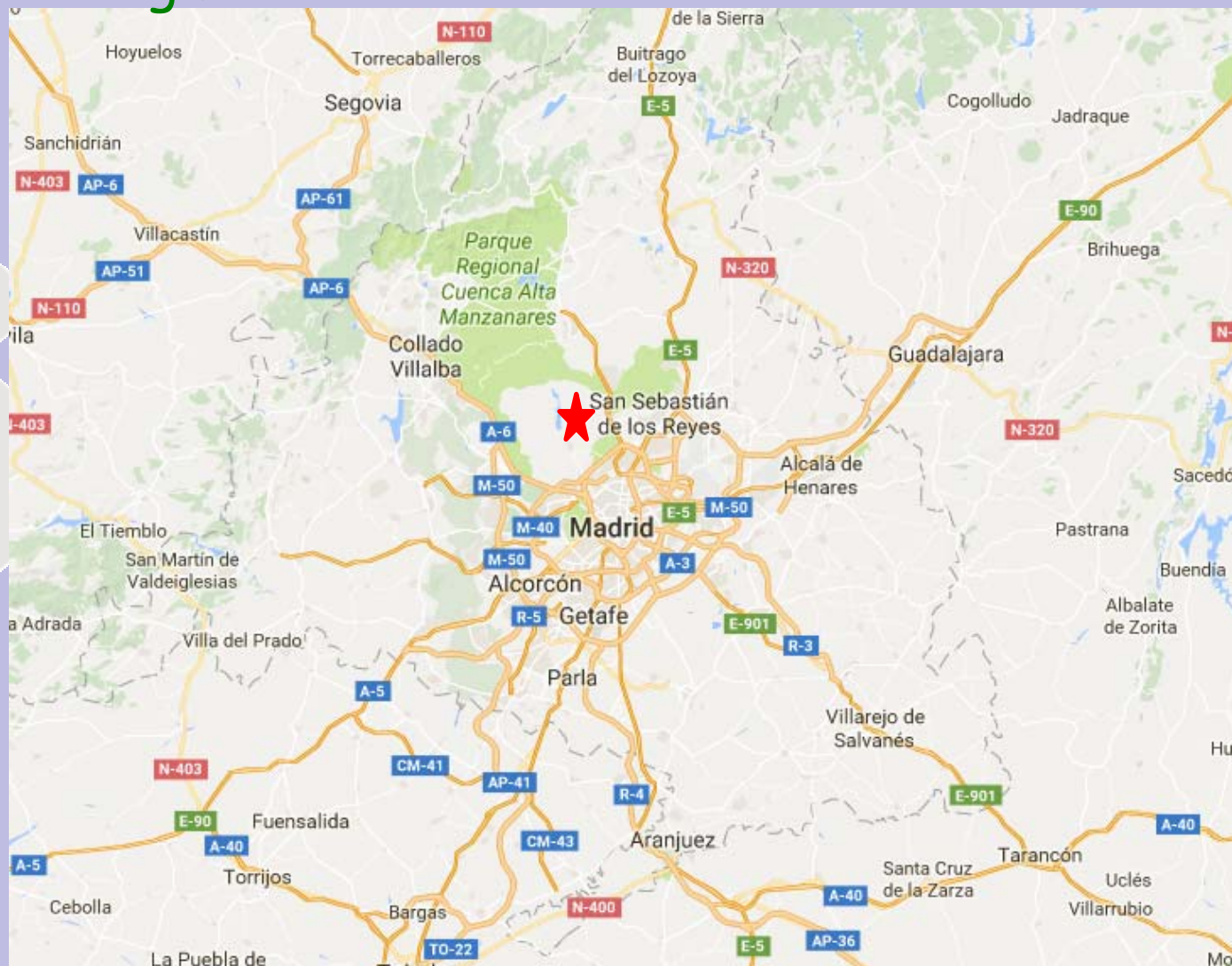


Tomado de Hidalgo y Sánchez Guzmán

Geotermia profunda de baja entalpía:



Perforaciones con agua caliente:

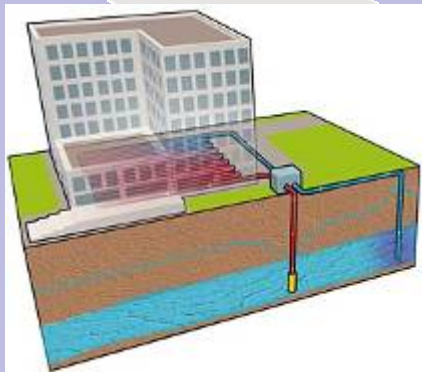


Nuevos recursos y tecnologías geotérmicas

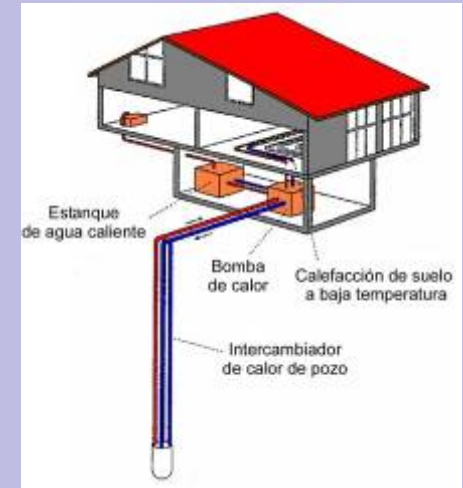
Tecnología	Almacenes geotérmicos	Temperatura °C	Permeabilidad	Uso
Bomba de calor	Muy baja temperatura	< 50	Muy baja	Usos directos
			Suficiente-alta	
Geotermia convencional	Baja temperatura	50-120	Suficiente - alta	Usos directos
	Media temperatura	120-200	Suficiente - alta	Usos directos + electricidad
	Alta temperatura	>200	Suficiente - alta	Electricidad
Nuevas tecnologías	Roca caliente seca HDR	>200	Nula	Electricidad
	Sistemas geotérmicos estimulados EGS	Diversas temperaturas	Baja	Electricidad Usos directos
	Yacimientos supercríticos	>350	Suficiente - alta	Electricidad Hidrógeno

Recursos geotérmicos someros:

- Propio subsuelo poco profundo
- Acuíferos someros y otros (minas, túneles,...)



- uso de bomba de calor
- temperaturas estables debidas al calor geotérmico
- diferentes esquemas

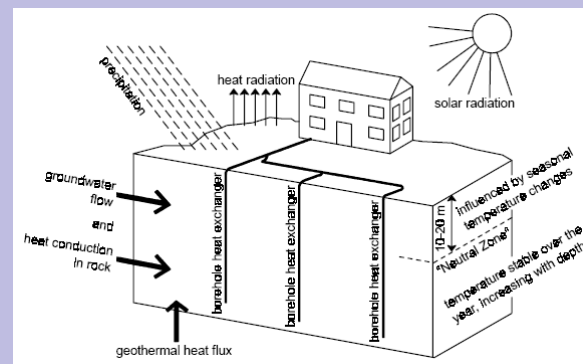


Almacenamiento de calor en el subsuelo o en acuíferos someros:

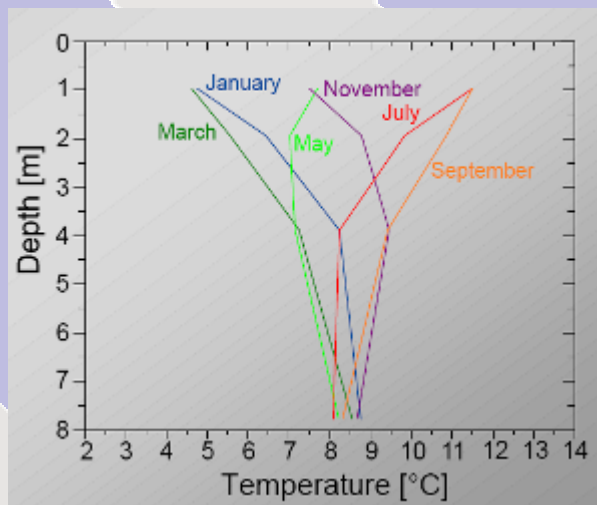
- Fuerte incremento de las necesidades de refrigeración
- La bomba de calor permite el uso reversible frío-calor



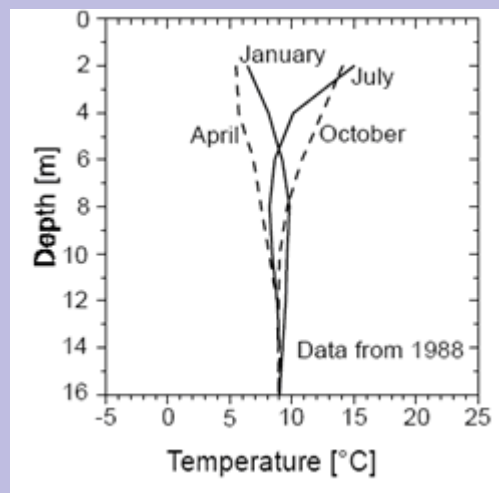
El intercambio energético en el subsuelo: el Intercambio geotérmico:



Tomado de Sanner



Royal Edinburgh Observatory, media 1838-1854
Datos de Everett, 1860
Tomado de Sanner, proyecto Groundhit



Sondaje al sur de Wetzlar
Tomado de Sanner

Recursos geotérmicos someros:

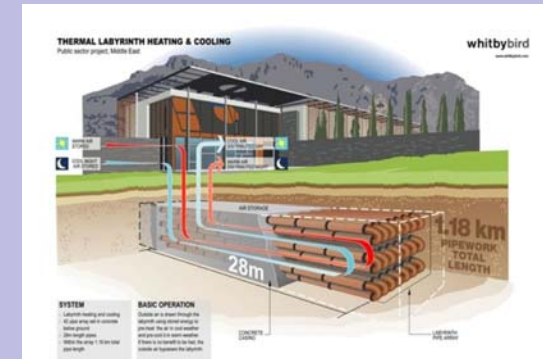
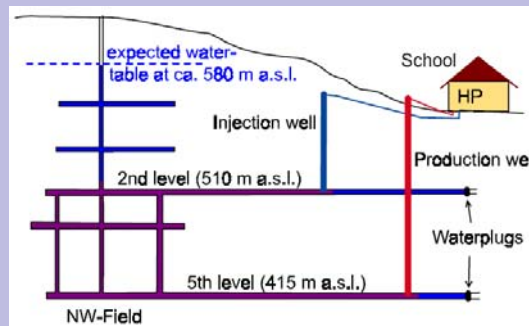
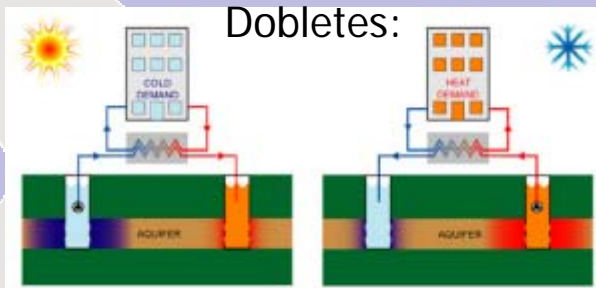
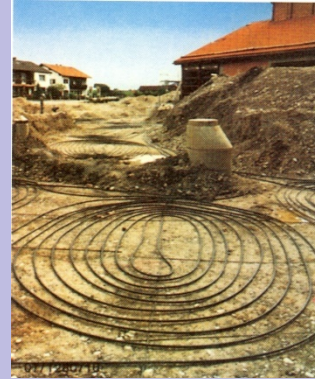
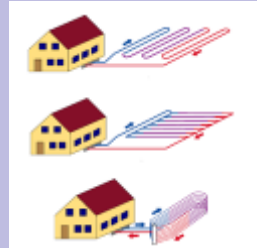
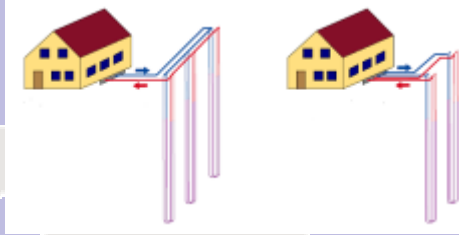
Sistemas cerrados:

- Colectores en sondeos verticales o inclinados
- Colectores horizontales
- Cimentaciones termoactivas (pilotes, losas, pantallas)

Sistemas abiertos:

- Captación de aguas subterráneas, de minas o de drenajes de obras civiles
- Circulación de aire; pre-tratamiento térmico en sistemas de ventilación y renovación de aire

Sistemas de geotermia somera:



norma
española

UNE 100715-1

Mayo 2014

TÍTULO

Diseño, ejecución y seguimiento de una instalación geotérmica somera

Parte 1: Sistemas de circuito cerrado vertical

Sistemas cerrados: Incremento de la conductividad térmica

Tabla de conductividades

En la tabla F.1 se proporcionan valores de la conductividad térmica en W/mK y la capacidad térmica volumétrica en MJ/m³K para diferentes tipos de terrenos comunes.

Tabla F.1 – Tabla de conductividades

Tipo de terreno		Conductividad térmica (W/m·K)	Capacidad térmica volumétrica MJ/(m ³ ·K)
Materiales no consolidados	Limo/Arcilla seco	0,4 – 1,0	1,5 – 1,6
	Limo/Arcilla saturado	1,1 – 3,1	2,0 – 2,8
	Arena seca	0,3 – 0,9	1,3 – 1,6
	Arena húmeda	1,0 – 1,9	1,6 – 2,2
	Arena saturada	2,0 – 3,0	2,2 – 2,8
	Gravas secas	0,4 – 0,9	1,3 – 1,6
	Gravas saturadas	1,6 – 2,5	2,2 – 2,6
	Marga	1,1 – 2,9	1,5 – 2,5

Geotermia somera en Madrid:



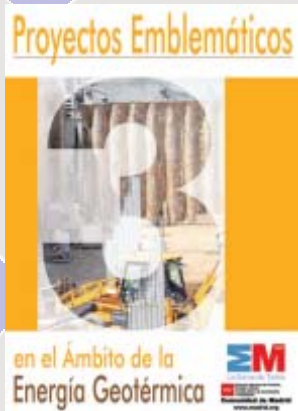
2010:



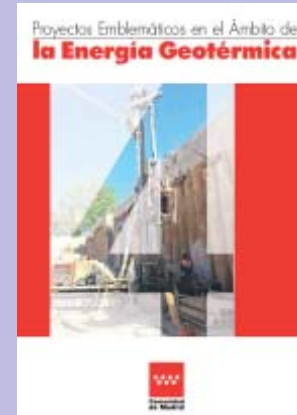
2012:



2014:

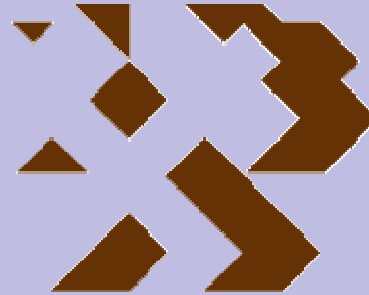


2017:



Características y ventajas de la geotermia:

- Energía gestionable. Disponible 24 horas y 365 días al año
- Respetuosa con el medio ambiente
- Permite un aprovechamiento sostenible
- Importante inversión inicial y bajos costes de mantenimiento
- Costes finales competitivos
- Riesgo geológico minimizable
- Tecnología altamente eficiente en calefacción/climatización
- Recurso autóctono



Instituto Geológico
y Minero de España

Muchas gracias por su atención

c.garcia@igme.es

Madrid, 26 de octubre de 2017