



GeoEner²⁰¹⁴

Madrid 24-25 de Noviembre de 2014

IV CONGRESO de Energía Geotérmica
en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

Proyecto GEPO (POtencial GEotérmico de la llanura glaciofluvial de Múnich): Estimación del potencial geotérmico en las capas someras del subsuelo del acuífero cuaternario del área metropolitana de Múnich

Alberto Albarrán Ordás



Lehrstuhl
für Hydrogeologie



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



www.madrid.org
Comunidad de Madrid



GeoEner 2014

Madrid 24-25 de Noviembre



Índice

- 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS
- 2 ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y RESUMEN GEOLÓGICO
- 3 METODOLOGÍA DE TRABAJO
- 4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PROVISIONALES
- 5 CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS TRABAJOS



1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

ANTECEDENTES

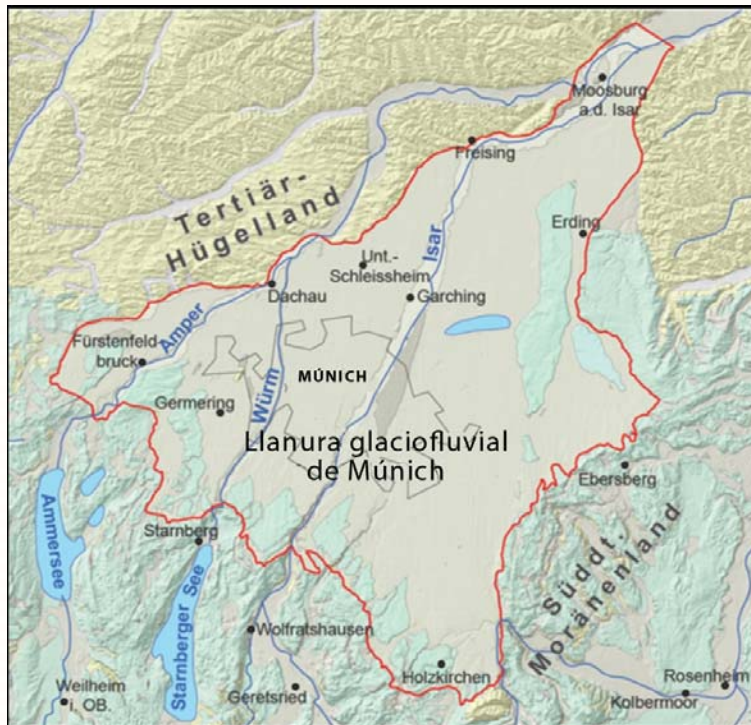
ORGANISMO IMPULSOR	Servicio Estatal Bávaro de Medioambiente 
CONTRATISTA	Departamento de Hidrogeología de la Universidad Técnica de Múnich
DURACIÓN	3,5 años (Junio de 2012 - Fin de 2015)
FINANCIACIÓN	840.000 € del Ministerio Estatal Bávaro de Medio Ambiente y Salud 

OBJETIVOS

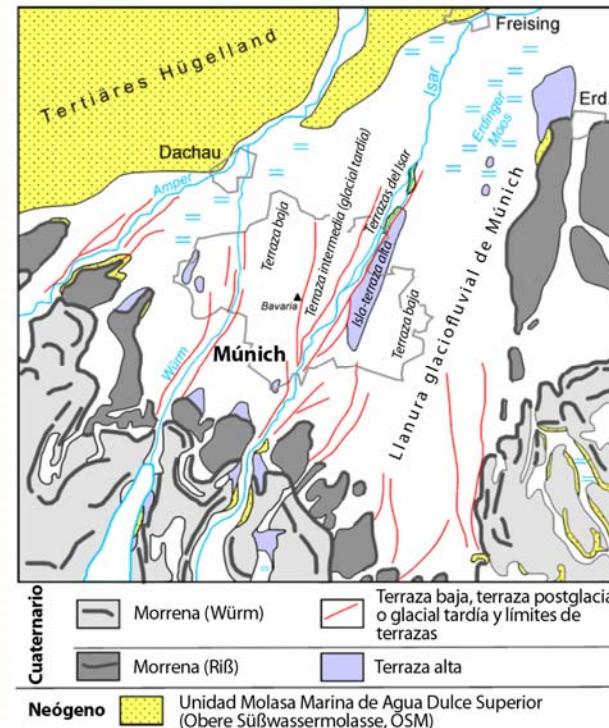
PRINCIPAL	Profundización del conocimiento geocientífico de la cuenca glaciofluvial de Múnich, desde el punto de vista de su interés como aprovechamiento geotérmico, mediante la adquisición y estudio de datos hidrogeológicos y geotérmicos relevantes (Priorización: Cuaternario)
ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos plausible y actualizada online pública (BIS-BY) - Potencial geotérmico superficial en térmicos de la potencia geotérmica útil - Documentación técnica que facilite la planificación y autorización administrativa de aprovechamientos geotérmicos en Baviera - Mejora del conocimiento sobre la gestión térmica de los recursos hídricos subterráneos



2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y RESUMEN GEOLÓGICO

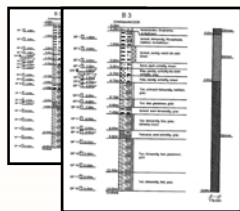


- Superficie aproximada de 2.250 km²
- Ocupación: ciudad de Múnich y parte de los distritos de Fürstenfeldbruck, Starnberg, Wolfratshausen, Miesbach, Ebersberg, Erding, Freising, Landshut y Dachau



- Llanura glaciofluvial de Múnich
- Relleno sedimentario: terrazas aluviales cuaternarias y sedimentos terciarios de OSM

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO



RECOPIACIÓN, DIGITALIZACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN

Recopilación de información de organismos, generación de base de datos, digitalización de datos de relevancia (bibliografía, informes finales de perforación, informes anuales, mapas de superficies piezométricas, etc.)



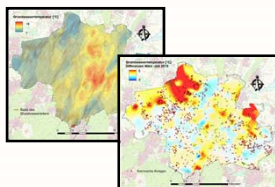
CONTROL DE CALIDAD Y PLAUSIBILIDAD DE BIS-BY

Incorporación de datos a BIS-BY (Sistema de Información del Suelo de Baviera) en relación con columna litológica, estratigrafía, NP, unidad hidrogeológica, ensayos, revestido, etc., actualización continua de datos



CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS Y TEMPERATURAS

Campaña más grande realizada en la llanura glaciofluvial de Múnich (6.500 mediciones en año 2014), Cuaternario y Terciario, zona urbana y extrarradio, colaboración pública y privada, documentación fotográfica



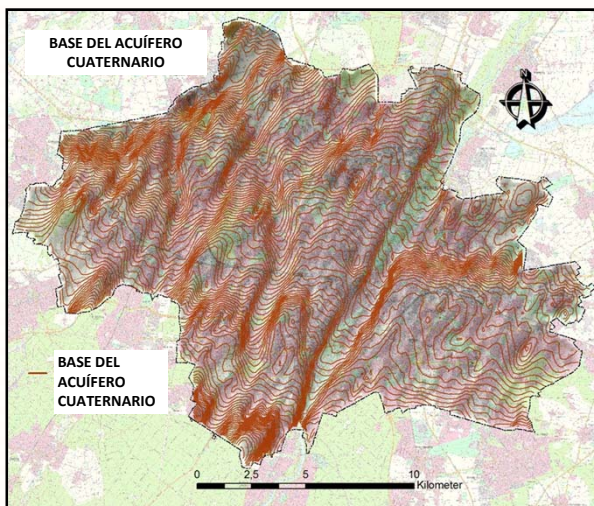
INVESTIGACIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉRMICOS OBJETIVO: ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL GEOTÉRMICO

Investigación de detalle de parámetros de relevancia geotérmica de tipo hidráulico y térmico que permitan definir entre otros aspectos la potencia geotérmica útil



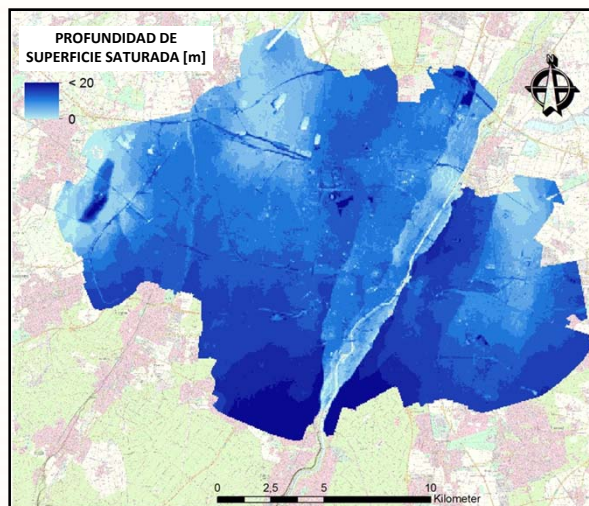
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PROVISIONALES

A) PARÁMETROS GEOTÉRMICOS DE TIPO HIDRÁULICO



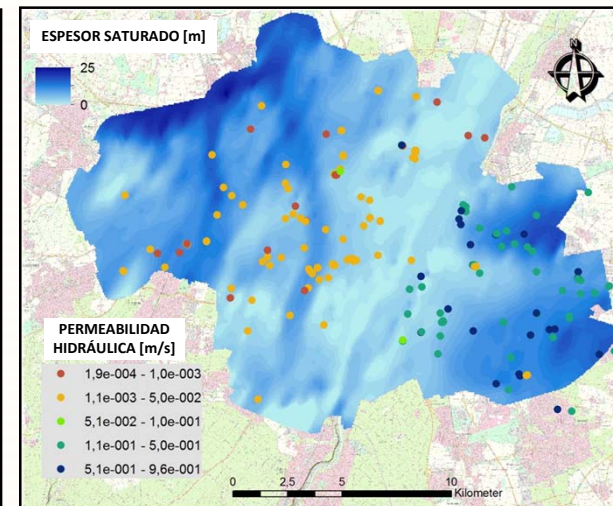
ESTRUCTURA DE LA BASE DEL ACUÍFERO

- 14.000 perfiles de perforación
- Estructuras más profundas en forma de canal en dirección NNE



PROFUNDIDAD MEDIA DE SUPERFICIE SATURADA

- NP y MDT
- El acuífero es más superficial en zona septentrional > mayor influencia de condiciones ambientales sobre la temperatura



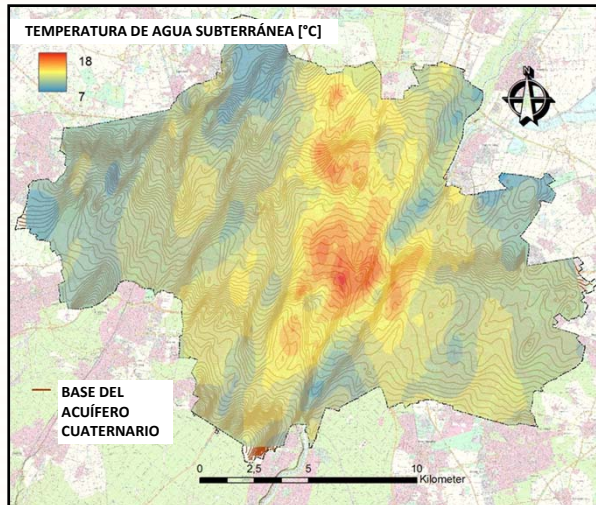
ESPESOR SATURADO Y PERMEABILIDAD HIDRÁULICA

- 300 ensayos de bombeo
- Mayores espesores en estructuras en canal



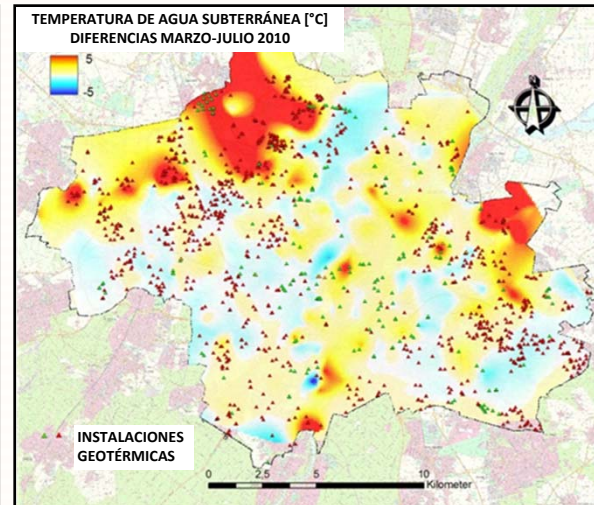
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PROVISIONALES

B) PARÁMETROS GEOTÉRMICOS DE TIPO TÉRMICO



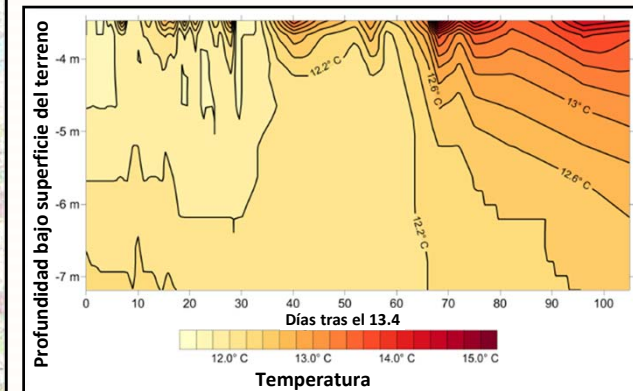
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA DE AGUA SUBTERRÁNEA

- 2.000 puntos de medición (2014)
- Gran heterogeneidad en extrarradio y en Norte (acuífero más superficial)
- Efecto isla de calor en zonas urbanas
- Estructuras en forma de canal con menores temperaturas



VARIACIÓN ESTACIONAL Y A LARGO PLAZO DE T DE AGUA SUBTERRÁNEA

- Aumento medio de T desde 1983: $\approx 1^\circ\text{C}$
- Desfase entre $T_{\text{acuífero}}$ y T_{ambiente} : ≈ 6 meses
- Influencia sobre temperatura de temperatura ambiente, episodios de sequías e inundaciones, aguas superficiales (río Isar), instalaciones geotérmicas y metro



VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA CON LA PROFUNDIDAD

- Perfiles térmicos profundos
- Influencia de condiciones ambientales hasta profundidad de 8-20 m (zona neutra)
- Influencia de calor residual de infraestructuras subterráneas



4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS PROVISIONALES

C) ESTIMACIÓN DE POTENCIA TÉRMICA ÚTIL

- Parámetros geotérmicos de tipo hidráulico**
- Profundidad del acuífero a partir del nivel del suelo
 - Espesor saturado del acuífero
 - Permeabilidad hidráulica
 - Dirección del flujo subterráneo
 - Velocidad del flujo subterráneo
 - Recarga del acuífero



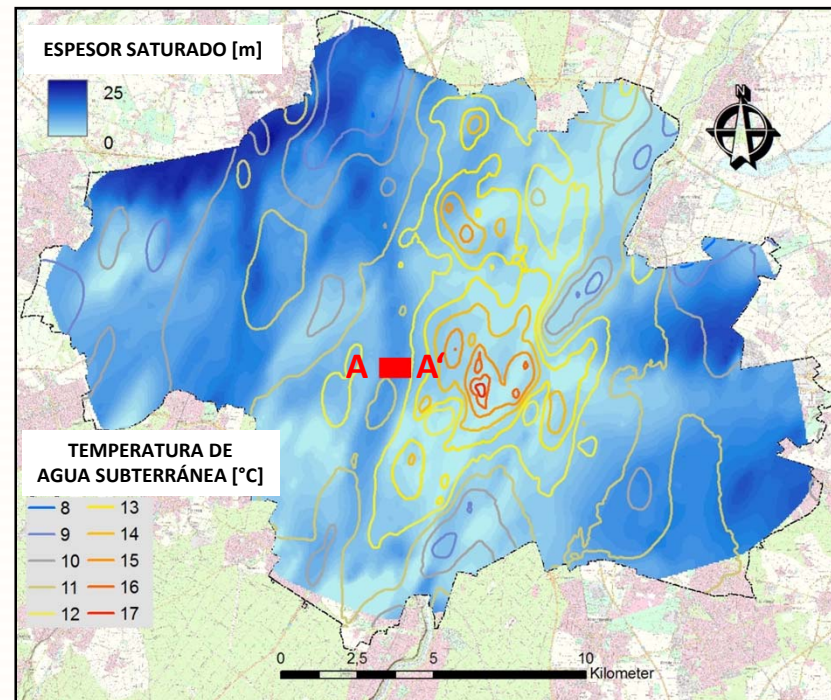
Parámetros geotérmicos objetivo

- Flujo volumétrico o caudal
- Temperatura del agua subterránea
- Potencia térmica potencial**



Parámetros geotérmicos de tipo térmico

- T del agua subterránea, del suelo y ambiental
- Variaciones temporales y locales de temperatura (influencias naturales y antropogénicas)
- Conductividad térmica + Coeficiente de almacenamiento térmico
- Instalaciones geotérmicas existentes



Ejemplo: sección **A-Á** (1 km):

- Espesor saturado: 10 m
- Conductividad hidráulica: $5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- Salto térmico: 5 K



$$P_e + P_f = P_c$$

$$P_f \text{ (Potencia frigorífica útil)} = 3 \text{ MW}$$



GeoEner 2014

Madrid 24-25 de Noviembre

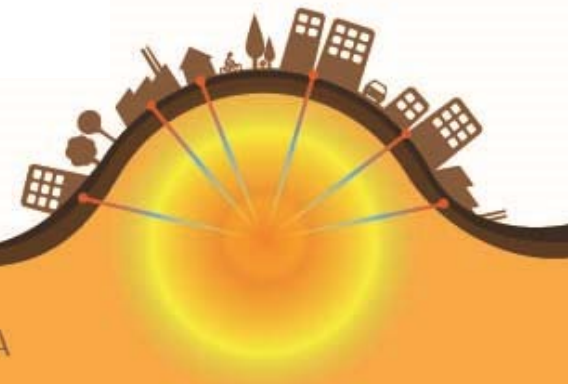
5. CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS TRABAJOS

CONCLUSIONES

- Gran heterogeneidad de temperatura y caudal (gran variación espacial de potencia térmica)
- Áreas de gran interés para refrigeración (estructuras cuaternarias profundas en forma de canal)
- Muy pocas áreas con bajos caudales y/o elevadas variaciones de la temperatura de agua subterránea
- Aumento reducido de temperatura del agua subterránea a largo plazo (1 °C)
- Actualmente sólo se utiliza una pequeña parte del potencial geotérmico útil
- Es necesario planificar un sistema de gestión de recursos geotérmicos espacial y temporal complejo

PRÓXIMOS TRABAJOS

- Representación de superficie piezométrica, estudio de unidades hidrogeológicas
- Relación Cuaternario-Terciario: interacción hidráulica y revisión del límite
- Cortes hidrogeológicos de detalle
- Modelización geológica 3D





GeoEner²⁰¹⁴

Madrid 24-25 de Noviembre de 2014
IV CONGRESO de Energía Geotérmica
en la EDIFICACIÓN Y LA INDUSTRIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



Lehrstuhl
für Hydrogeologie



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid
www.fenercom.com



 **Comunidad de Madrid**
www.madrid.org