



La geotermia en Suecia

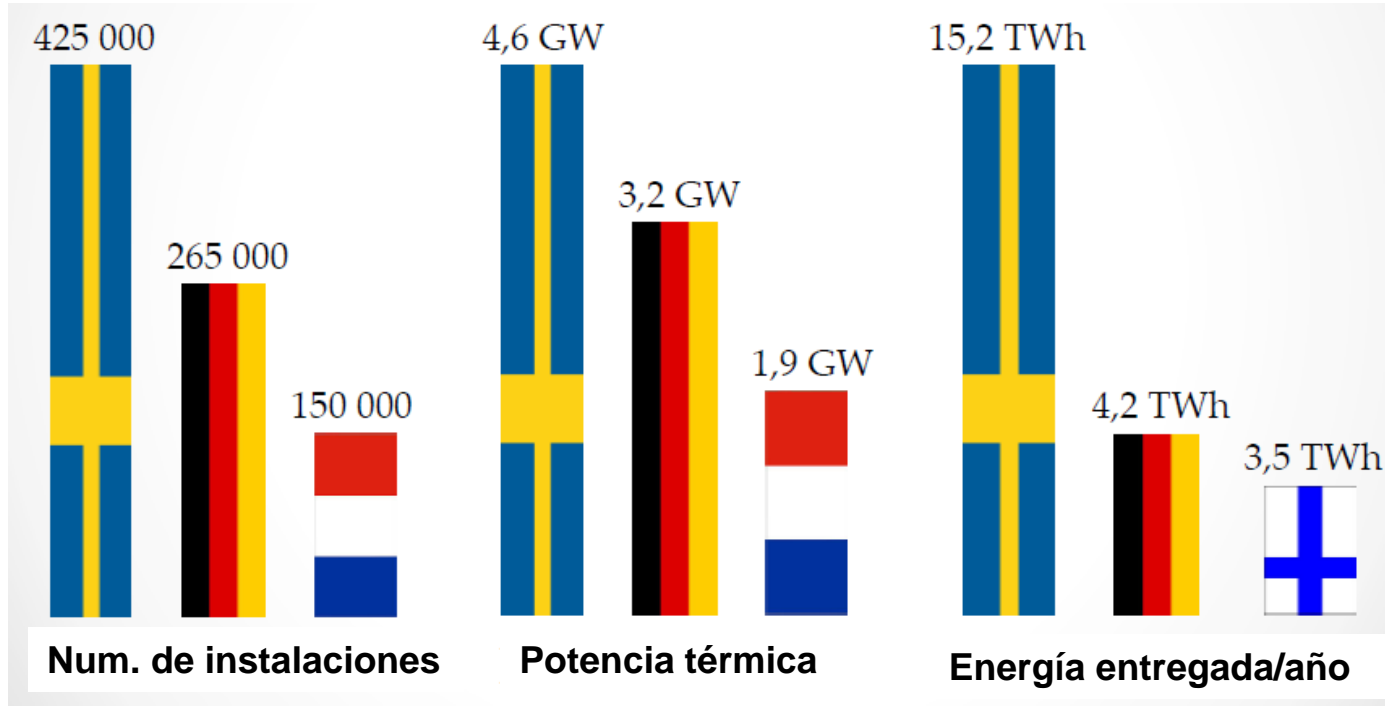
Dr. José Acuña
KTH Royal Institute of Technology, Suecia



IV Congreso de energía geotérmica en la edificación y la industria, Madrid 24-25 Nov 2014



Suecia y Europa

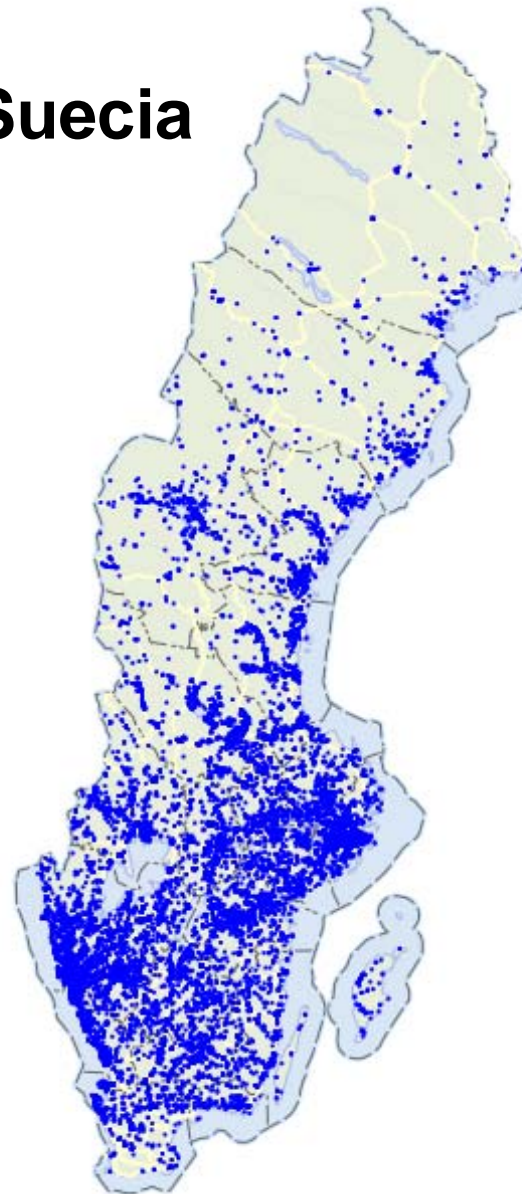




Geotermia en Suecia

≈ 425 000
Instalaciones
de baja
potencia
<500 kW

≈ 550
Instalaciones
de alta
potencia
>500 kW



≈ 15 TWh
Energía
suministrada
anual

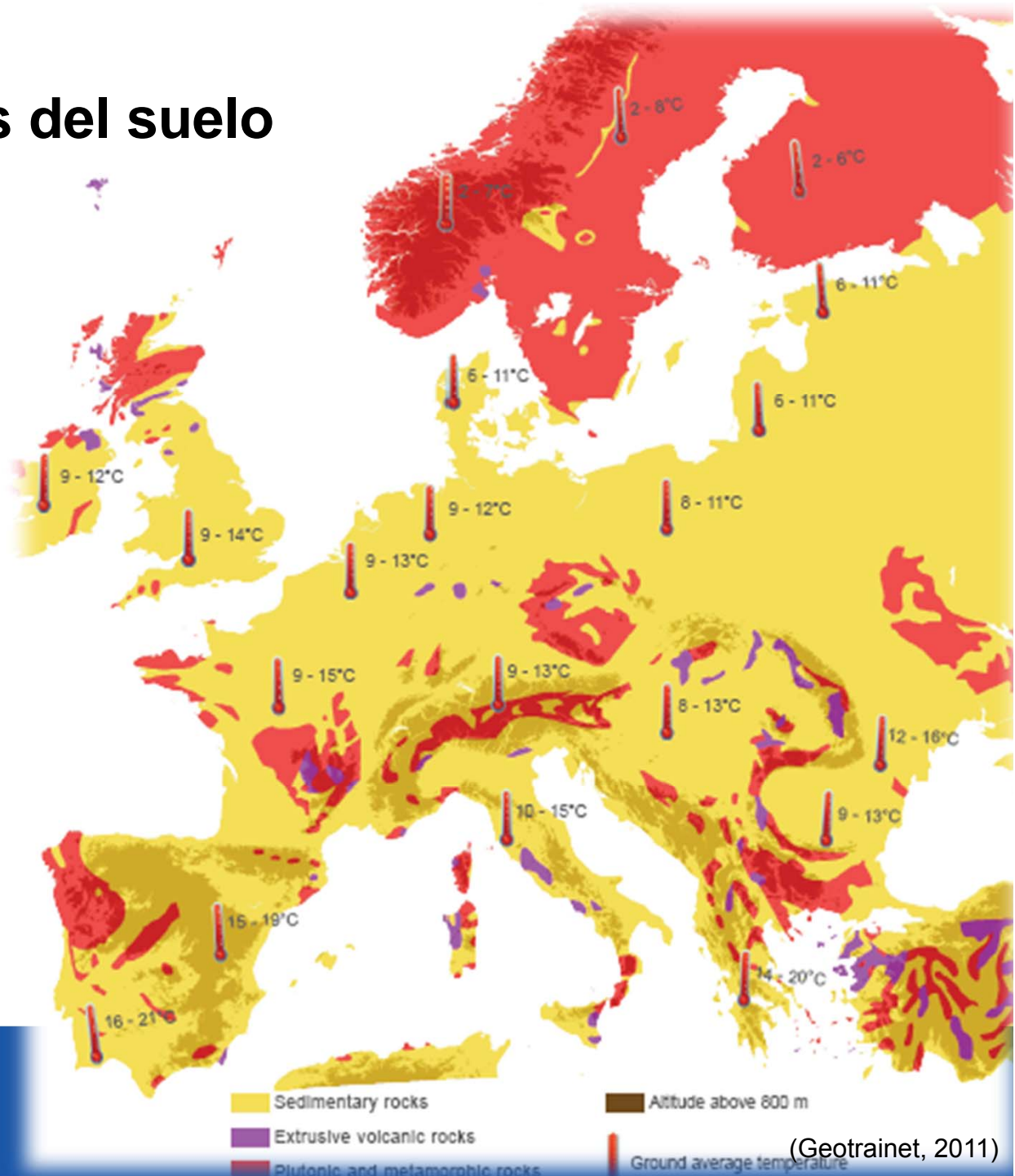
≈ 5 GW
Potencia
instalada



Condiciones del suelo

Predomina la roca dura (granito/gneiss)

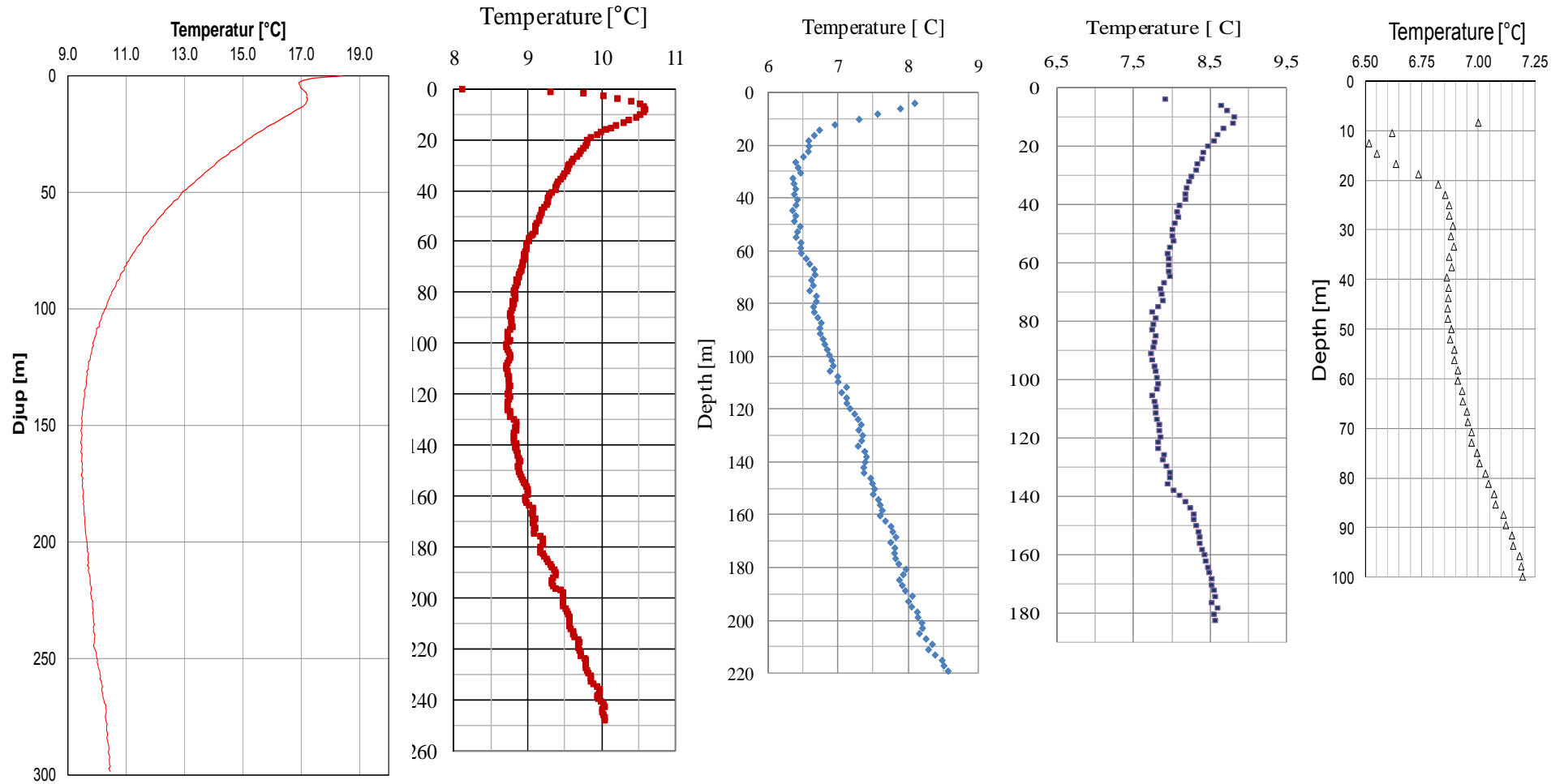
Temperaturas entre 2-8 °C



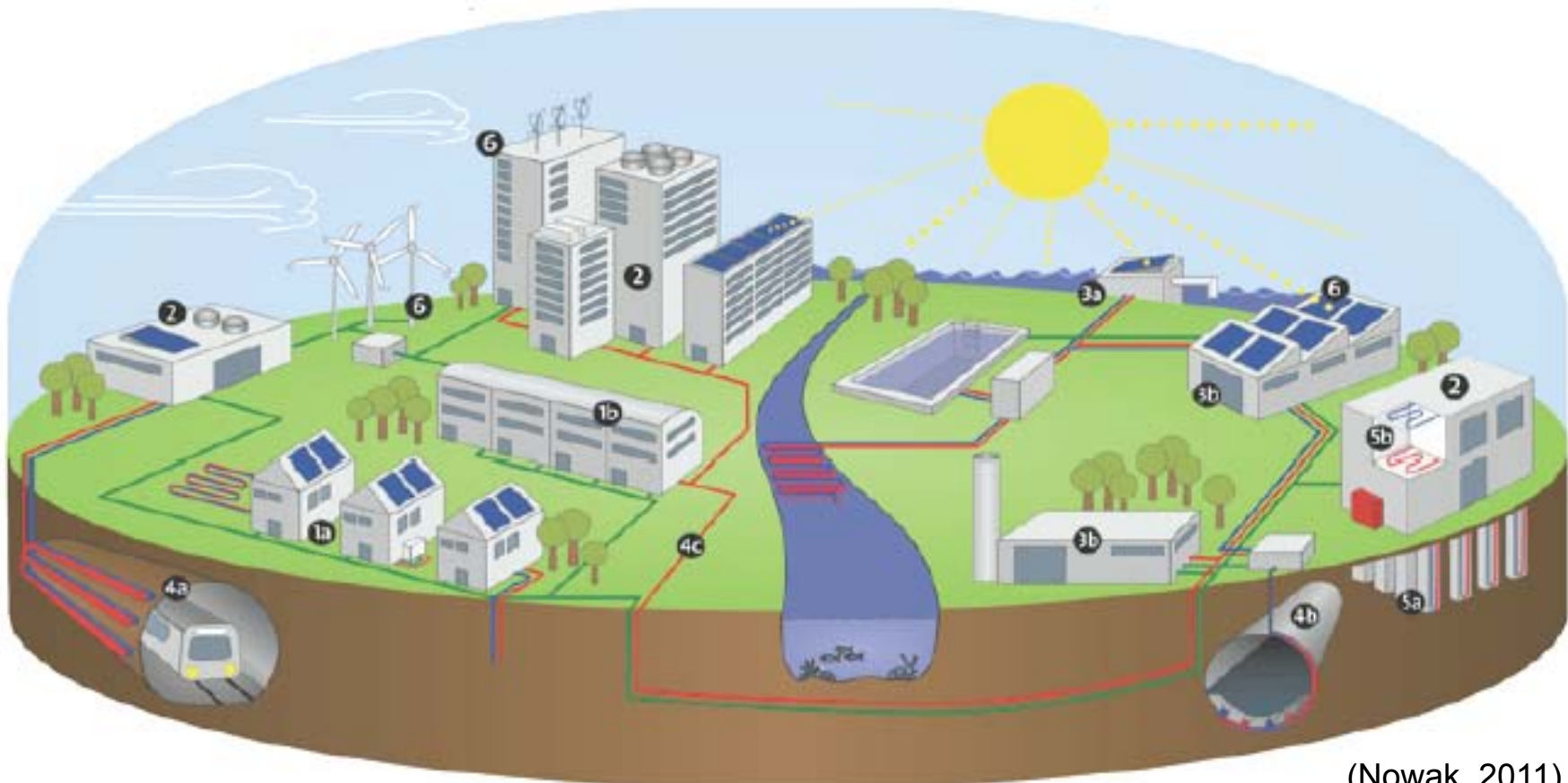


Temperaturas, Estocolmo

Zonas urbanas: temperaturas algo más altas



Visión y algunos tipos de sistema



(Nowak, 2011)

Bomba de calor (fuente: agua de mar)



| | |
|-----------------------|-----------|
| Värme | 3 287 GWh |
| El | 930 GWh |
| Kyla | 313 GWh |
| Maximal effekt | |
| Ca. 2 269 MW varav | |
| Värme | 1 755 MW |
| El | 389 MW |
| Kyla | 125 MW |



Bomba de calor (fuente: agua de mar)

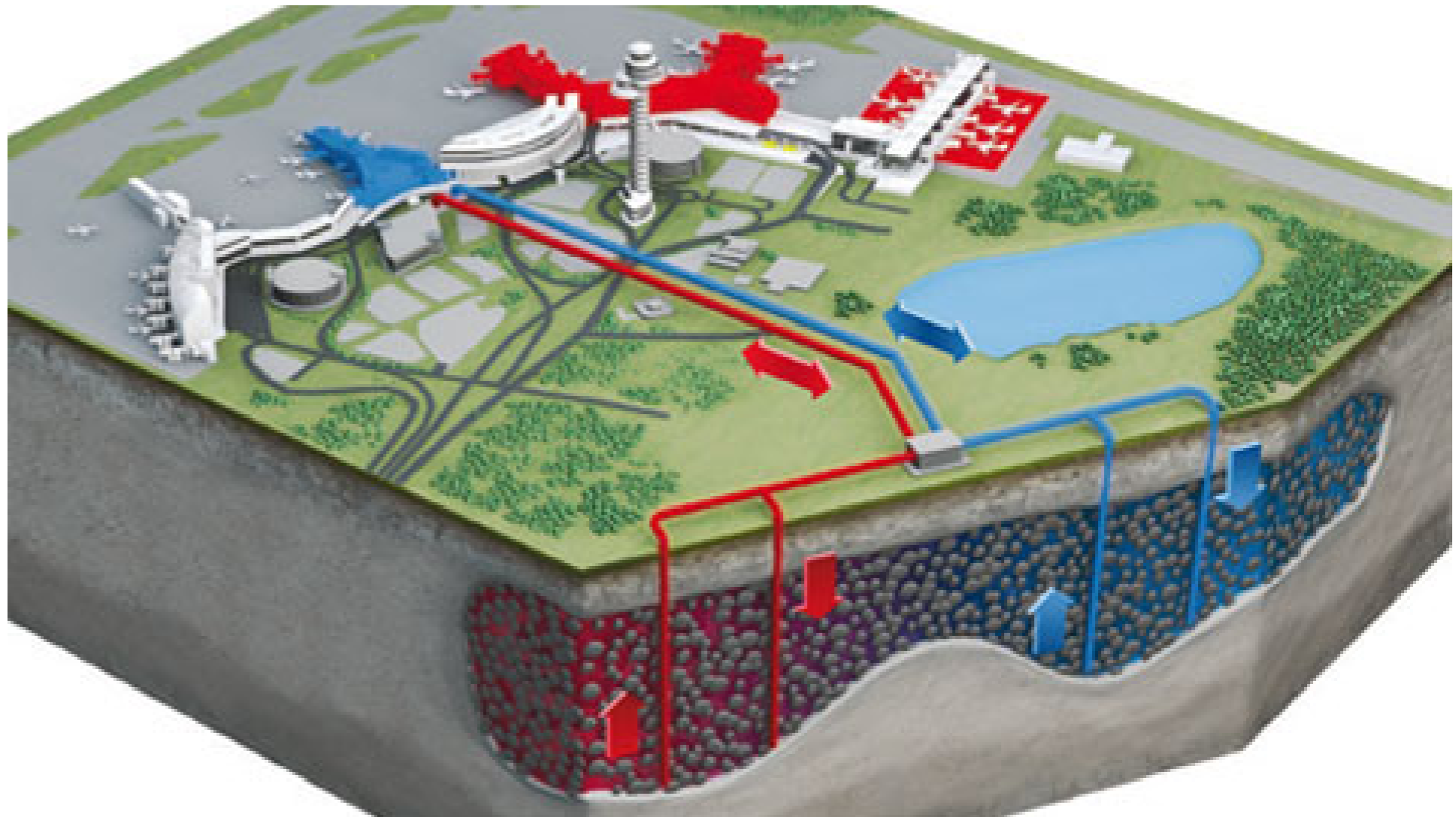
Bomba de calor más grande del mundo
Sistema de district heating (telecalefacción)
Entrega \approx 60% del calor a la ciudad de Estocolmo



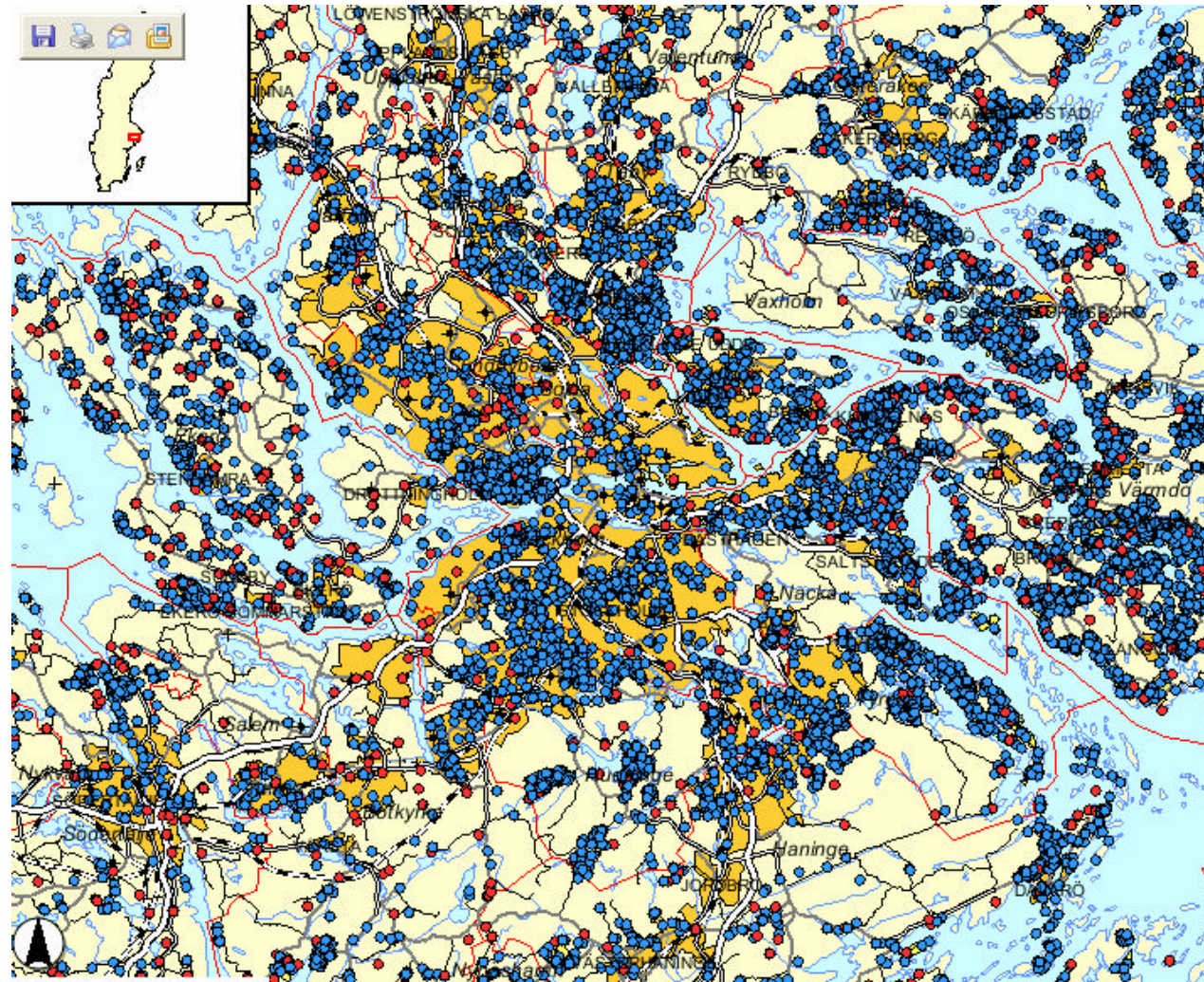
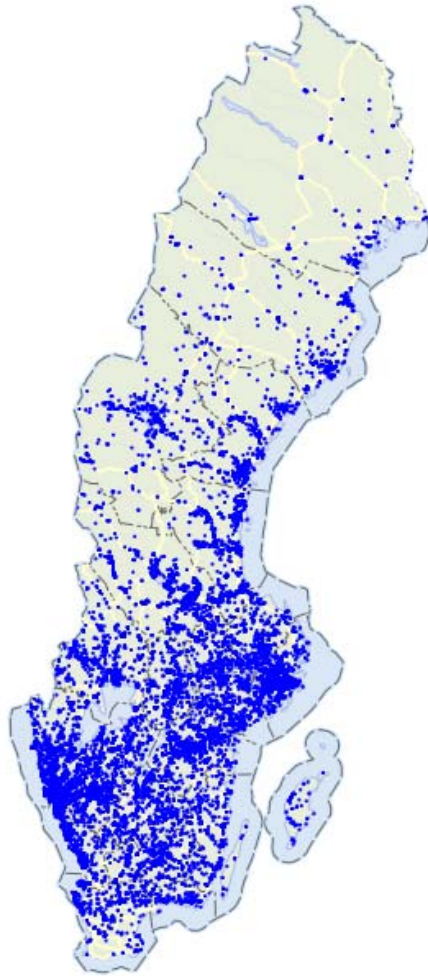


Sistemas geotérmico de tipo acuífero

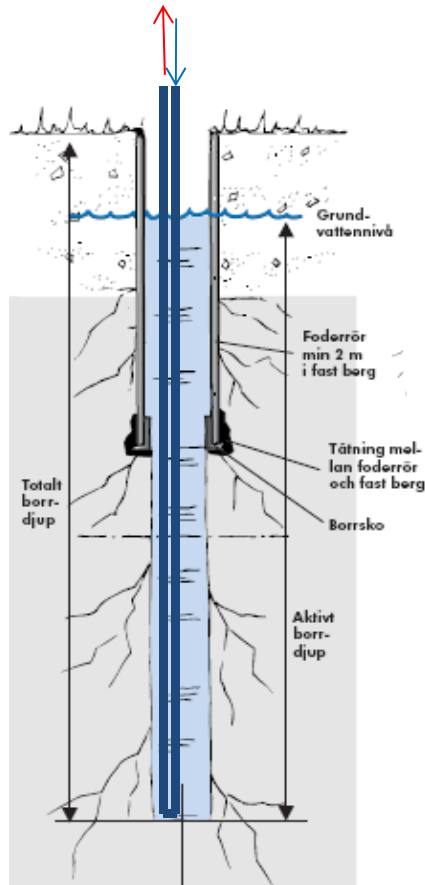
Aeropuerto Arlanda, Estocolmo



Sondas geotérmicas, Estocolmo



Instalación típica



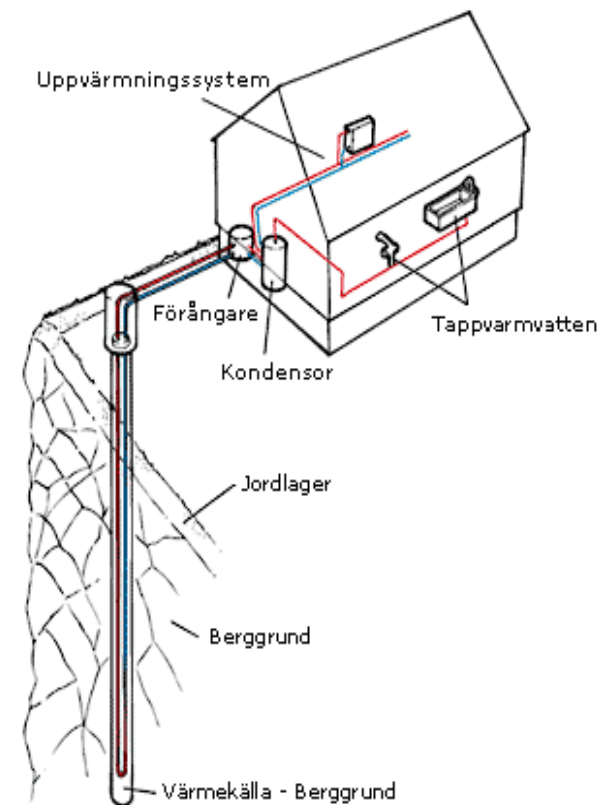
www.svepinfo.se

Común para cubrir demanda de calefacción y enfriamiento

Buen nivel de agua subterránea

Uso de sondas de tipo **U-pipe**

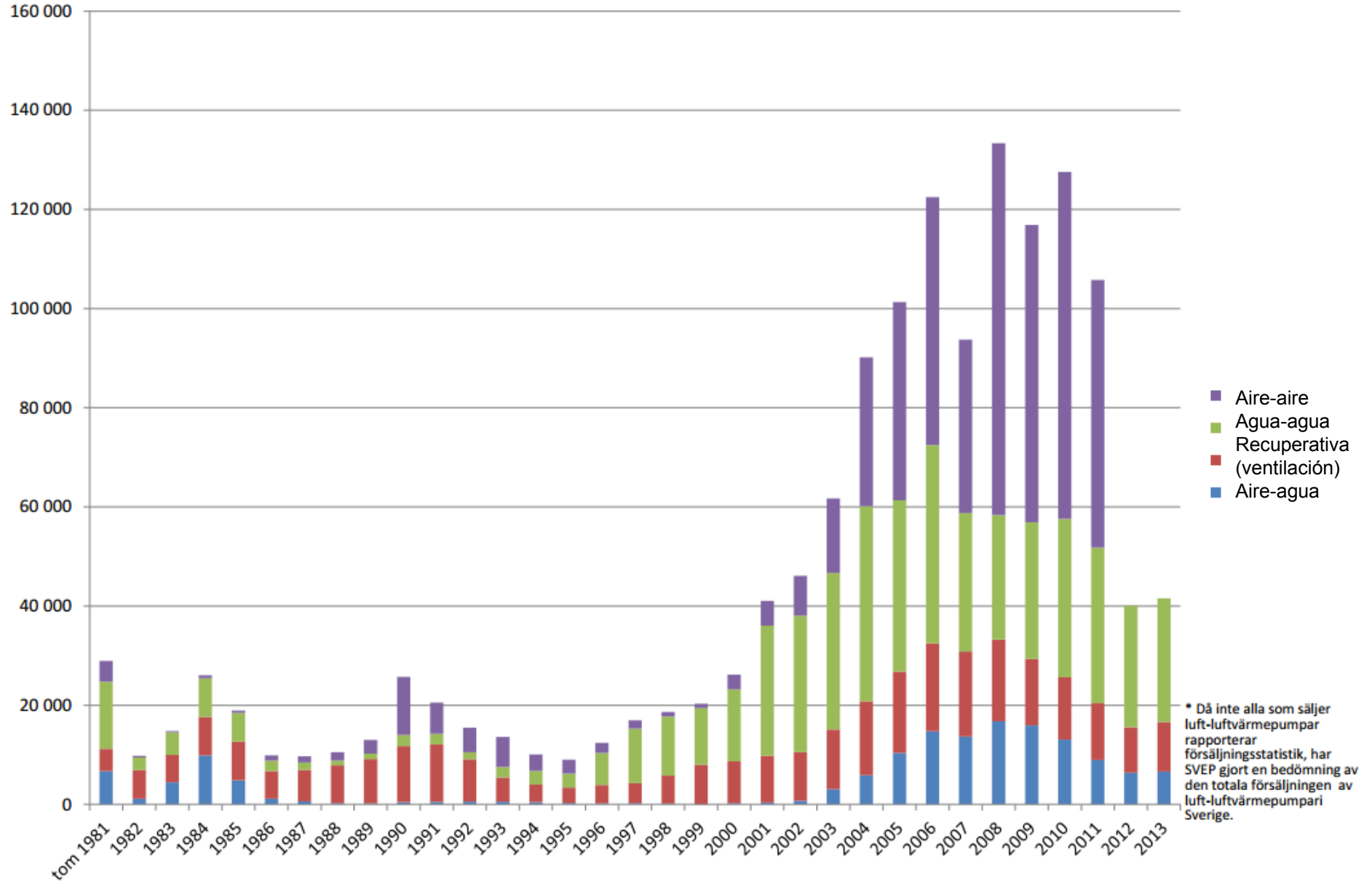
Normalmente pozos sin relleno



www.svepinfo.se



Venta de bombas de calor





Sistemas de alta potencia

Capacidad de al menos 500 kW

Sistemas cerrados

Aprox. 400 instalaciones

40 MW

800 GWh

150 GWh enfriamiento
gratuito

Sistemas abiertos (acuíferos)

Aprox. 150
instalaciones

150 MW

800 GWh

350 GWh enfriamiento
gratuito



Zonas urbanas

Acceso limitado a posible zona de taladrado





Zonas urbanas

Zonas posibles: Jardines centrales, aceras, zotanos
aparcamientos subterranos





Solicitud de permiso de perforación

Consideración de instalaciones vecinas



Värmepump - ansök om tillstånd

Startsida Kan jag ansöka via webben? Inför ansökan Ansökan Vad händer sen? Frågor & svar Kontakt

JULPSALMEN 22 Skriv ut Ta bort sträcka

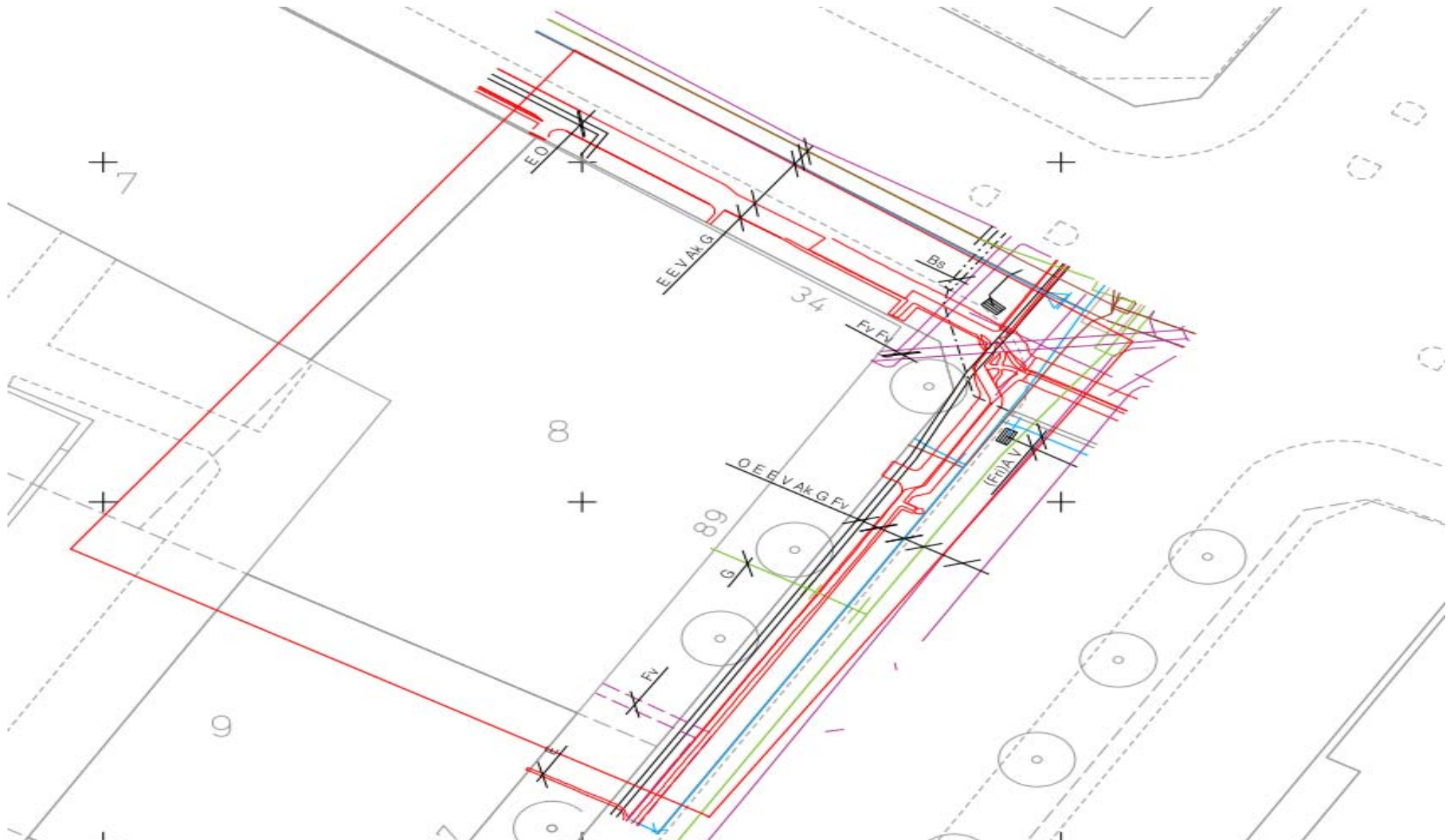
Teckenförklaring

<http://varmepumpar.stockholm.se/Pages/FormBorehole.aspx?CookieTest=true>



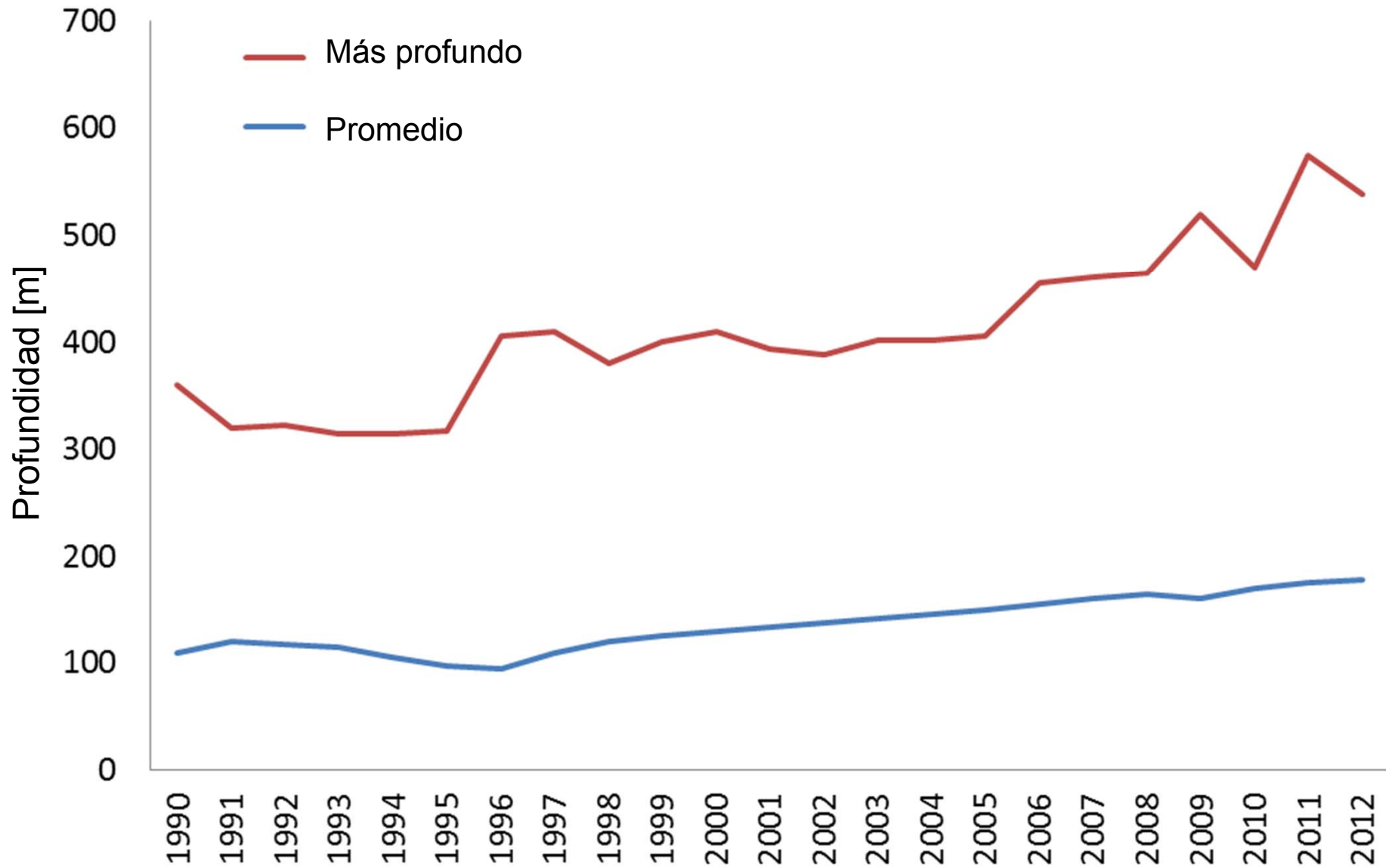
Localización de las sondas

Estudio e identificación de instalaciones subterráneas cercanas: metro, tuneles, tuberías con cables eléctricos, agua, gas, fibra optica, etc





Profundidad





Energía y bombas de calor en Suecia

- **Precios €/ kWh:**

| | |
|-----------------|------|
| Electricidad | 0,21 |
| Oil | 0,14 |
| Gas | 0,12 |
| Telecalefacción | 0,10 |
| Pellets | 0,07 |

- **Sistemas instalados actualmente**

| | |
|---------------------|-----|
| Telecalefacción | 82% |
| Oil | 1% |
| Eléctrico | 3% |
| Bombas de calor | 8% |
| Otras combinaciones | 6% |

- **Las bombas de calor reemplazan:**

| | |
|-----------------------|------------|
| Radiadores eléctricos | 21% |
| Resistencia eléctrica | 22% |
| Oil | 18% |
| Telecalefacción | 4% |
| Leña | 11% |
| Pellets | 8% |
| Bomba de calor | 12% |
| Construcciones nuevas | 4% |
| Gas | 1% |

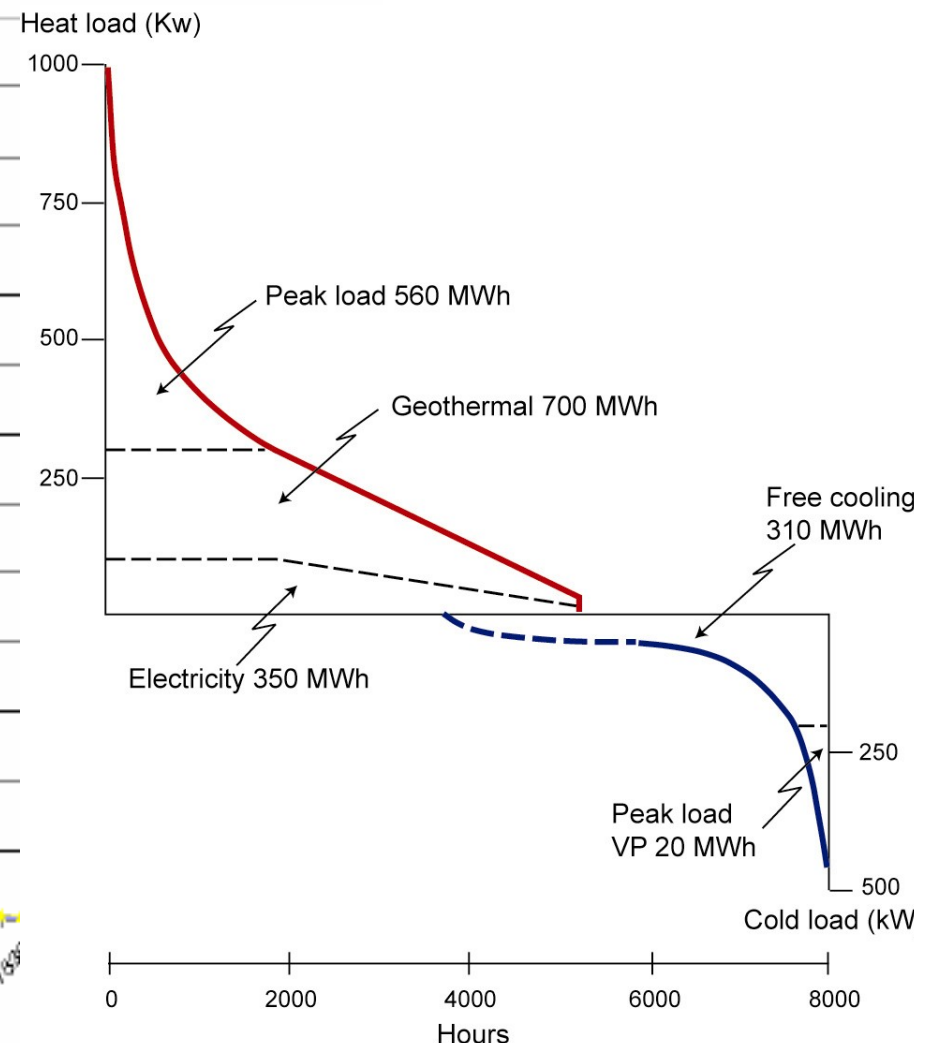
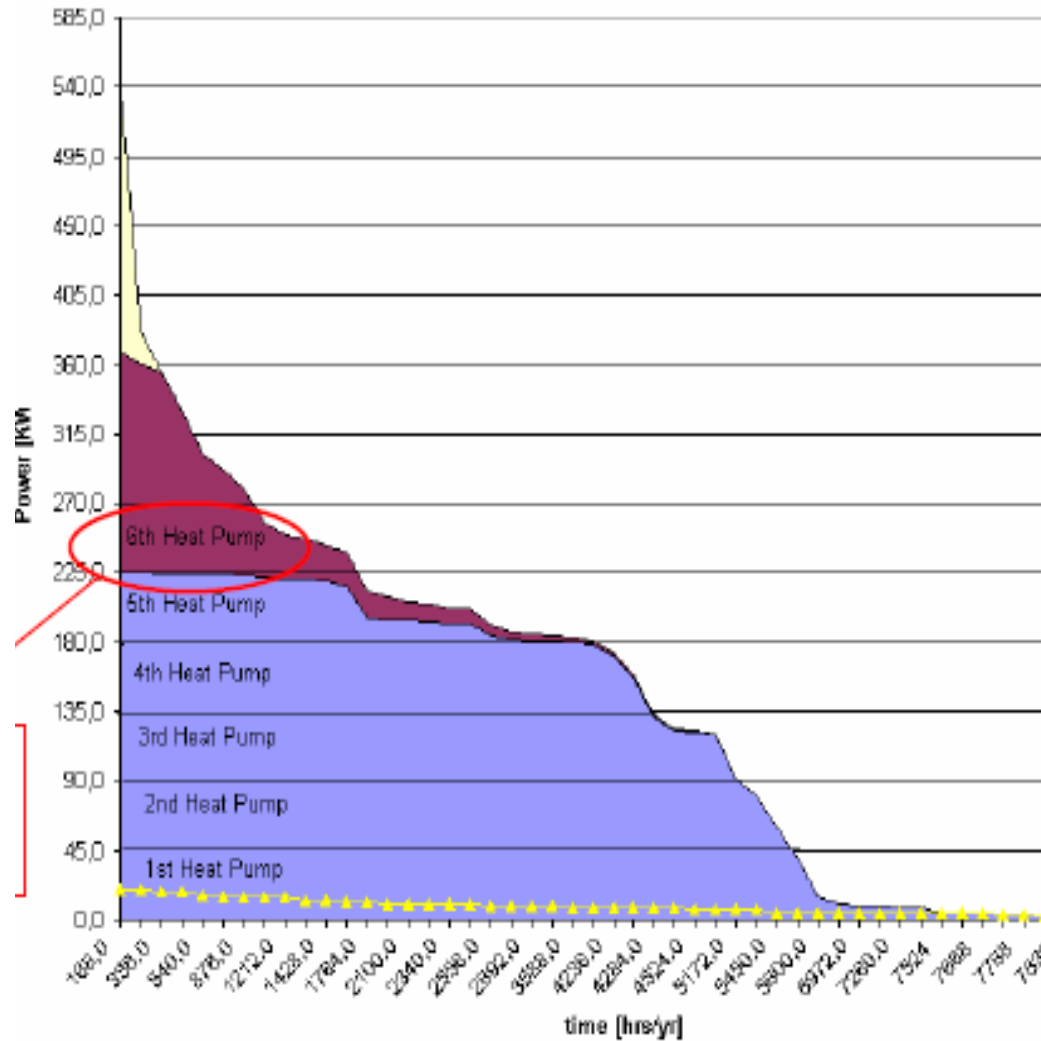


El diseño

Caso calefacción:

Se diseña normalmente para cubrir entre 50 y 70% de la potencia térmica necesaria.

Suele ser suficiente para cubrir alrededor de 75 a 99% de energía





Aspectos claves

Clima,
geología

Investigación
conectada a
la industria

Buena
reputación

Moda

Logística

Incentivos

Concursos de
eficiencia
energética

Mecanismos
de protección
al cliente

Y

Precios de la
competencia

Electricidad
libre de
emisiones de
CO₂
(hidroeléctrica
y nuclear)



Actores del mercado de geotermia

- ✓ Asociaciones de perforadores



- ✓ Instaladores, fabricantes de bombas de calor, contratistas, fontaneros y electricistas:



+



=

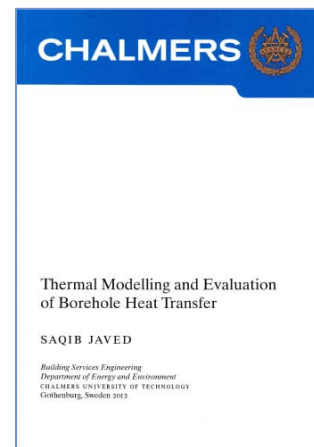
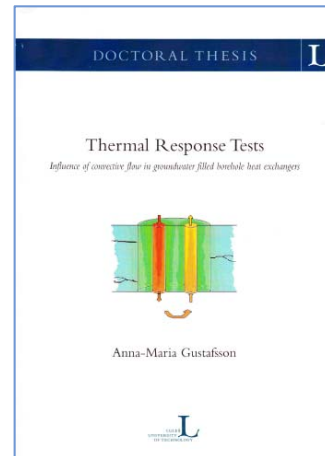
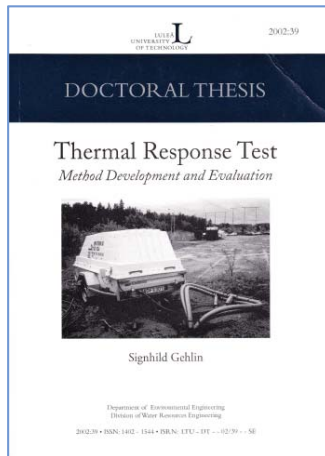
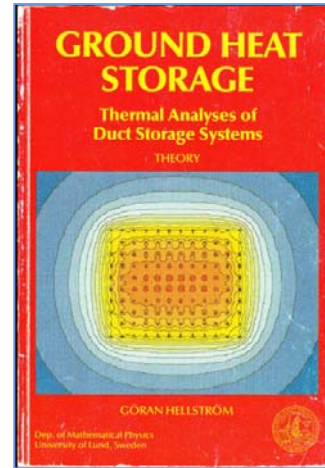
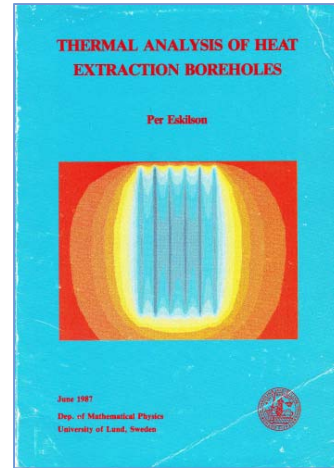
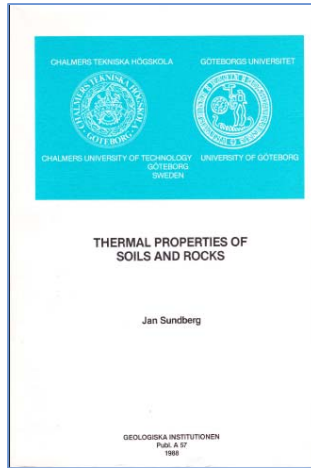


- ✓ Vendedores de material para pozos y sondas
- ✓ Diseñadores y consultores
- ✓ **Dueños de edificios**
- ✓ Investigadores
- ✓ Plataformas de información





Investigación





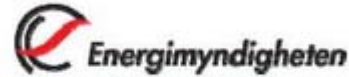
Ejemplo de proyecto de investigación

Colaboración con la industria

Alrededor de 40 patrocinantes

Objetivo

Hacer recomendaciones para una utilización más eficiente de las sondas en instalaciones geotérmicas



Cooly

ETM Kylteknik

Brage Broberg

Manil Bygg

NOWAB

Nordahl Fastigheter

PMAB

Thorén VP

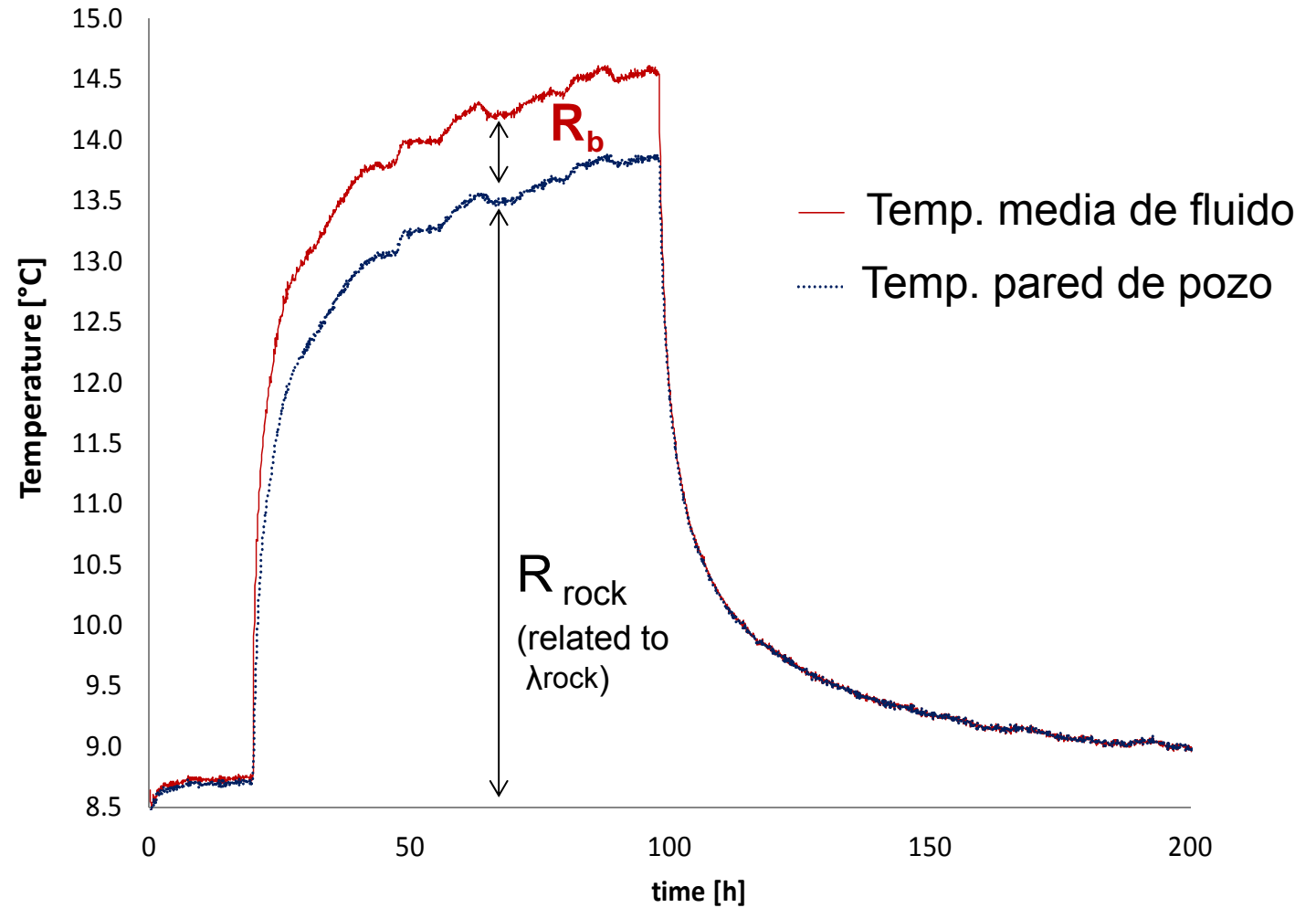
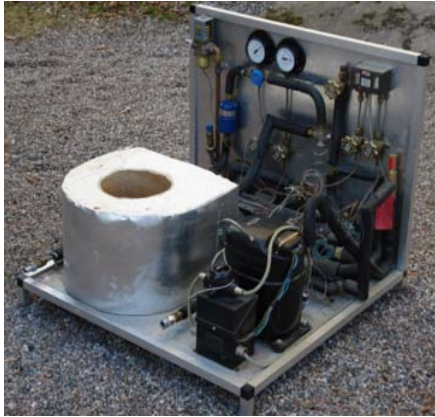
Tommy Nilsson

Aska Rör



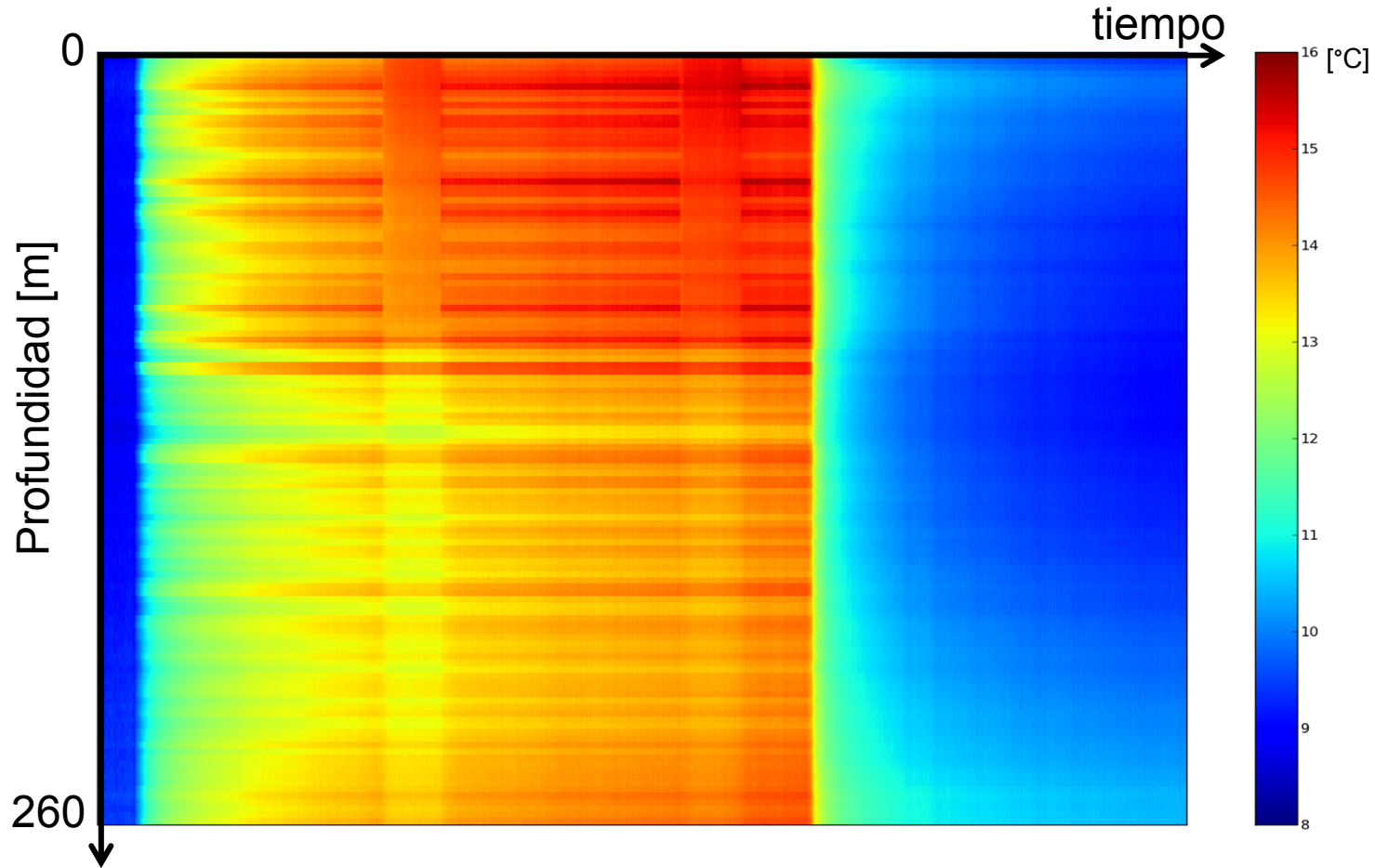


Pruebas de respuesta térmica



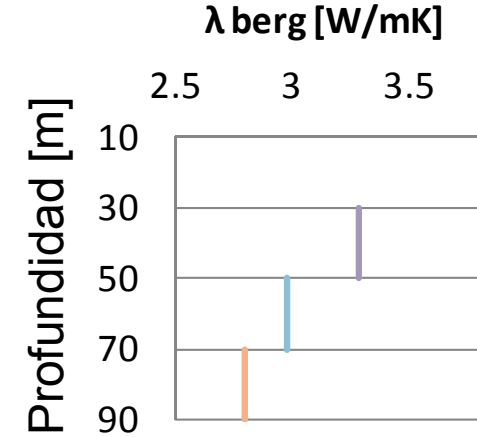
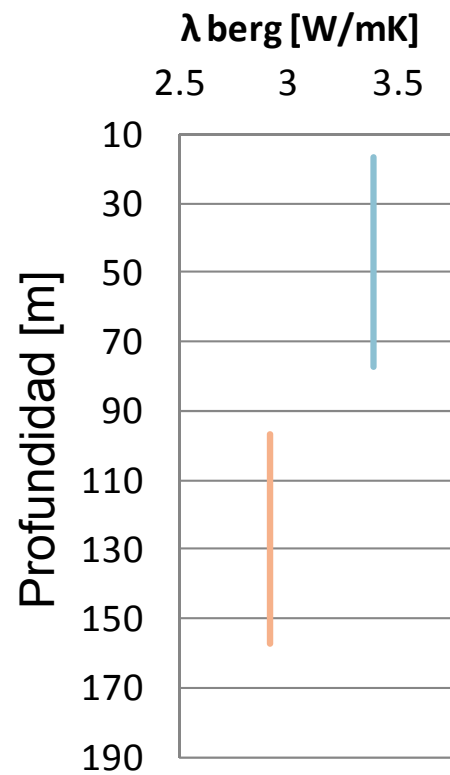
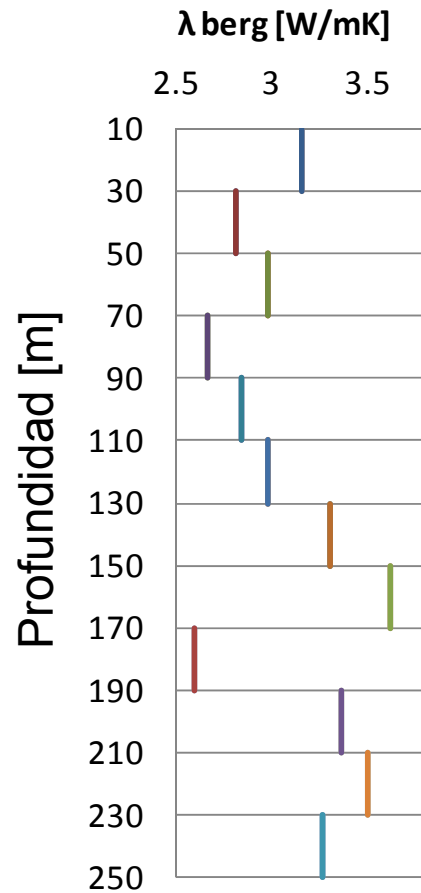


Ejemplo de medición distribuida de temperatura





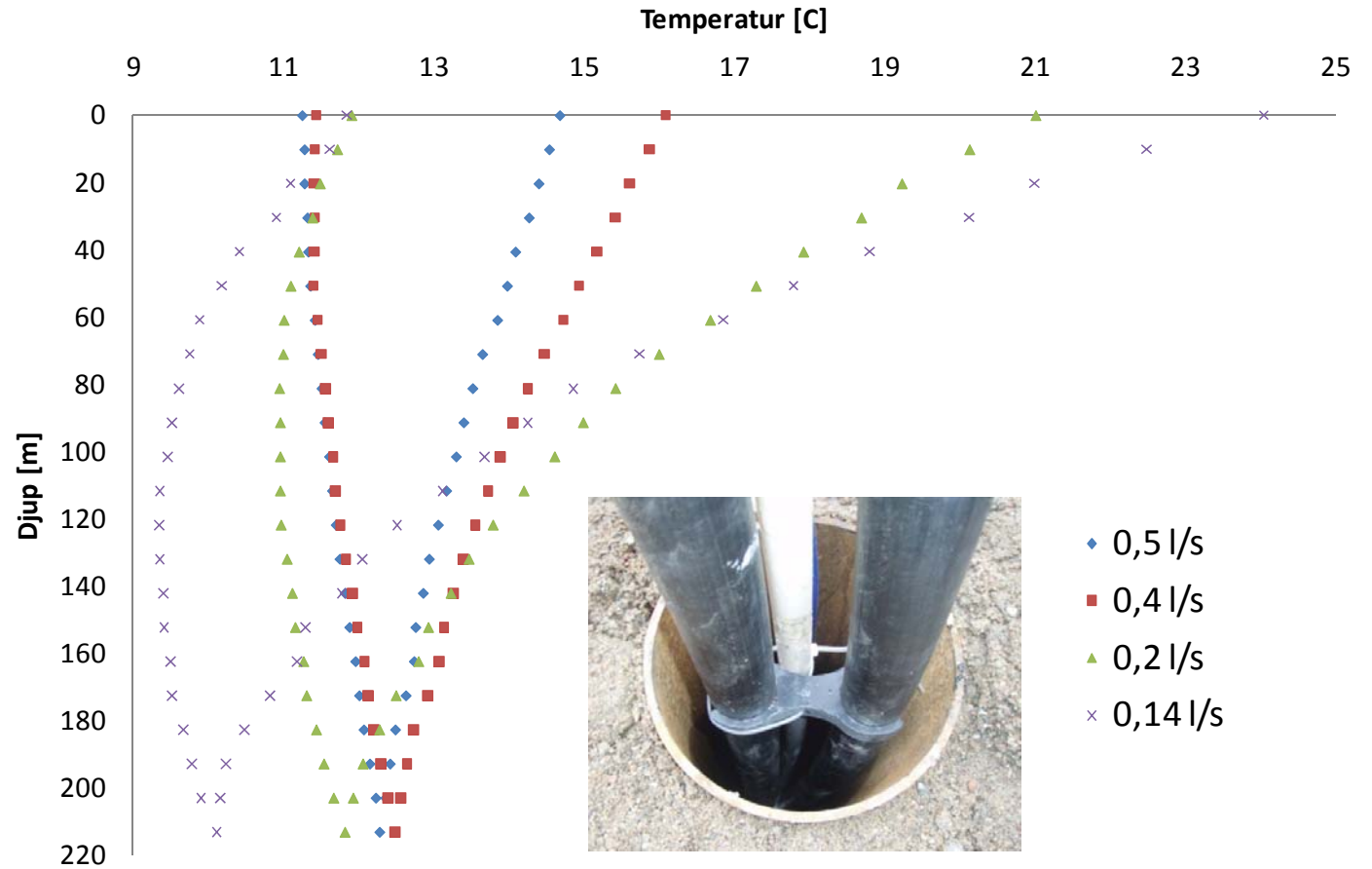
Ejemplo de resultado de pruebas de respuesta térmica distribuida (DTRT)





Sondas de tipo U

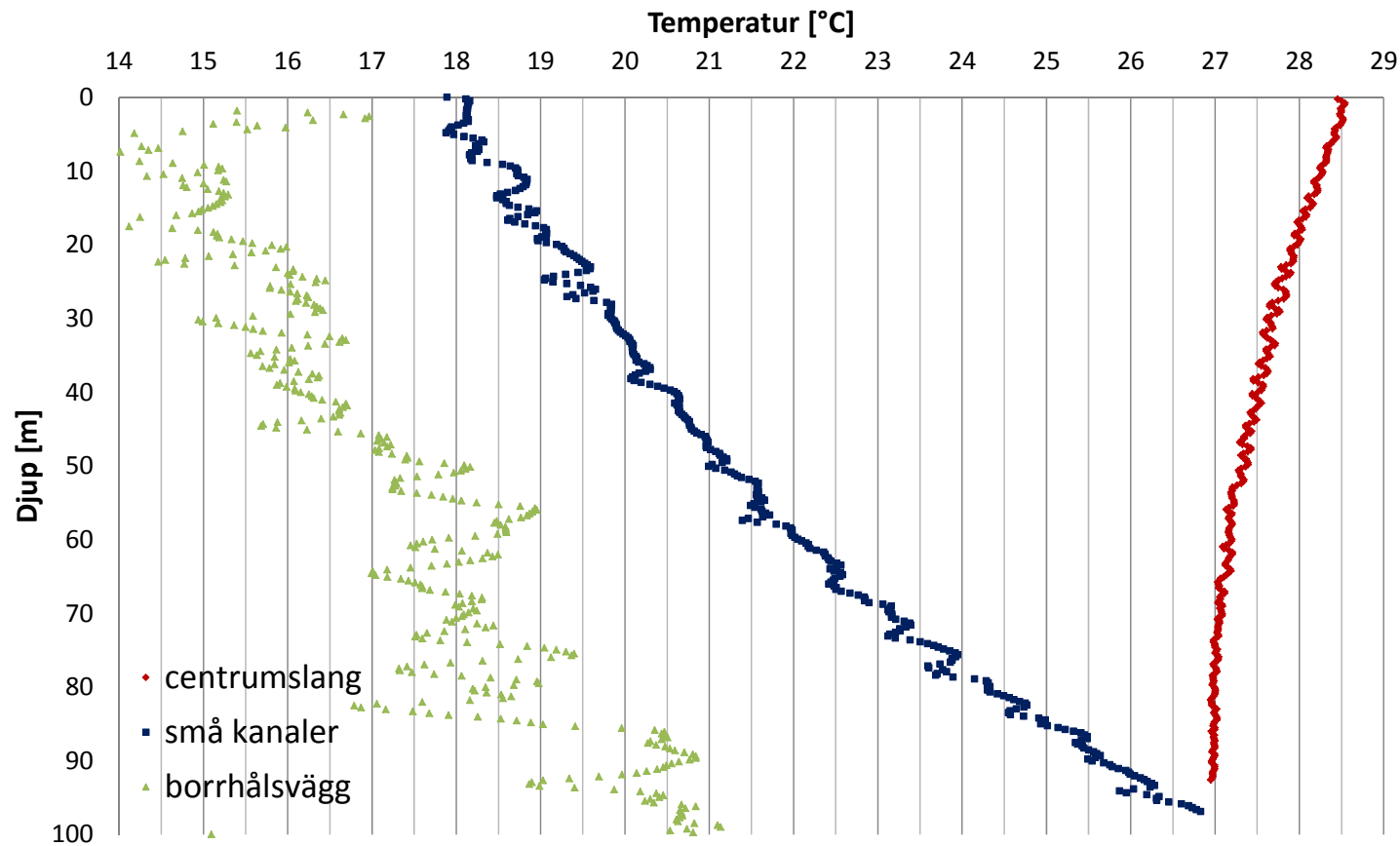
Eficiencia pobre, económica, fácil instalación





Sondas más eficientes (coaxial)

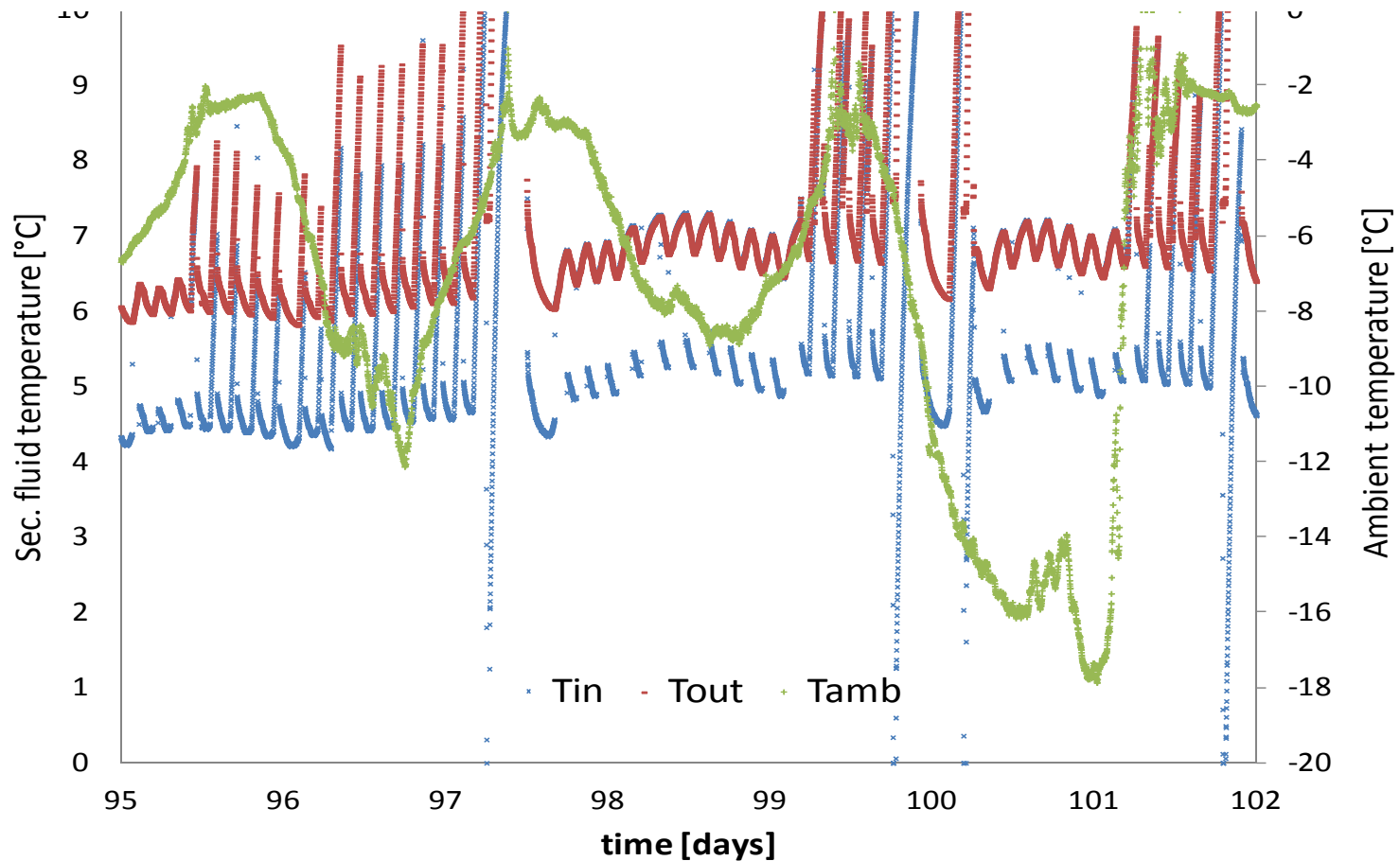
Temperaturas entre 1 y 3 grados más altas (calefacción) o bajas (enfriamiento) que en sondas tipo U
Driftfall 3





Ejemplo instalación en operación

Agua sin anticongelante circula en la sonda





Muchas gracias por su atención!

Contacto:

José Acuña, PhD
KTH Royal Institute of Technology, Sweden

Mob: 076 232 00 08

Email: josea@kth.se

www.energy.kth.se/energibrunnar