



1.º Conferência de Planeamento Regional e Urbano & 11.º Workshop APDR
TERRITÓRIO, MERCADO IMOBILIÁRIO E A HABITAÇÃO
11 de Novembro de 2011 | Universidade de Aveiro



A água subterrânea como fonte térmica na climatização de edifícios – situação em Portugal e perspectivas futuras



IPS Instituto
Politécnico de Setúbal
Escola Superior de
Tecnologia de Setúbal

Augusto Costa & Helena Amaral

Unidade de Águas Subterrâneas do Lab^o Nacional de
Energia e Geologia

Luís Coelho

Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de
Tecnologia de Setúbal

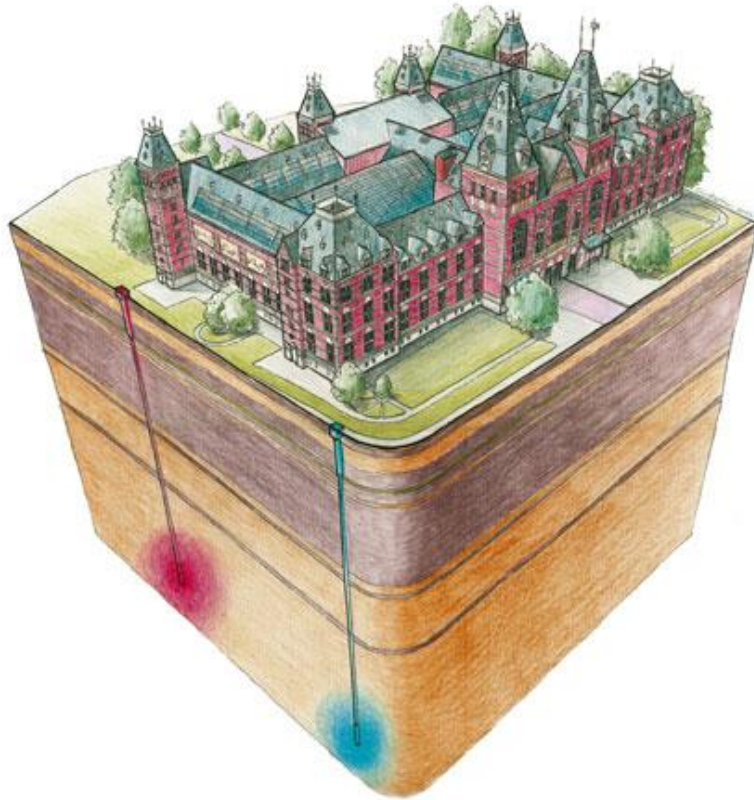
A água subterrânea como fonte térmica na climatização de edifícios – situação em Portugal e perspectivas futuras

Índice da apresentação:

<u>Slides</u>	<u>Temas</u>
1-2:	Introdução
3-4:	Geotermia e UTES
5-8:	Geologia e Hidrogeologia de Portugal
9-11:	Configurações de sistemas ATES
12-16:	Instalação piloto do IPS (Setúbal)
17-19:	GSHP em Portugal e na UE
20:	Notas finais

Energia Geotérmica

O termo Energia Geotérmica é utilizado para indicar a porção de calor do interior da terra que pode ser utilizada e explorada pelo homem como fonte energética renovável.



- En.Geotérmica de alta entalpia [$140^{\circ} < T < 400^{\circ}\text{C}$]
 - Produção de energia eléctrica
- En.Geotérmica de média ent. [$80^{\circ} < T < 140^{\circ}\text{C}$]
 - Produção de energia eléctrica
- En.Geotérmica de baixa ent. [$60^{\circ} < T < 80^{\circ}\text{C}$]
 - Produção de energia térmica directa
- **En.Geotérmica de muito baixa entalpia** [$15^{\circ} < T < 60^{\circ}\text{C}$]
 - Produção de energia térmica directa
 - Produção de energia térmica indirecta (GSHP)

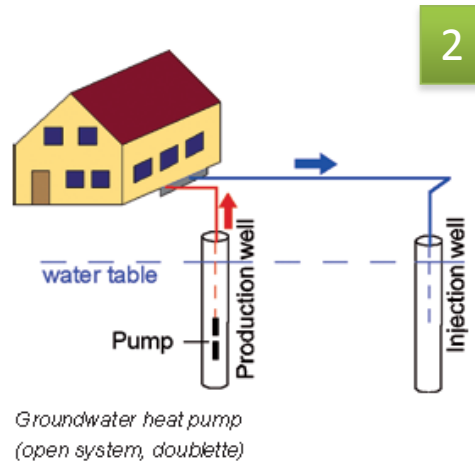
AQUÍFEROS

Armazenamento subterrâneo de Energia Térmica
UTES: Underground Thermal Energy Storage

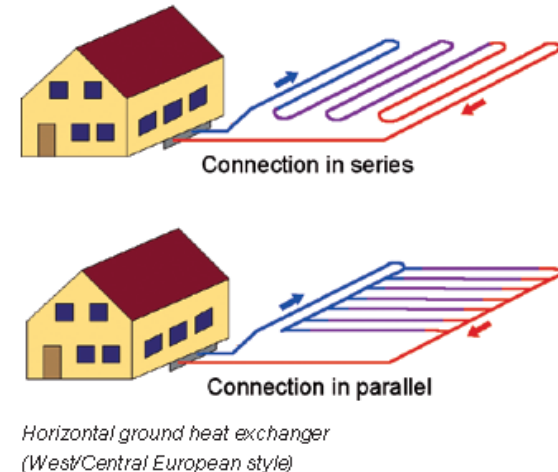
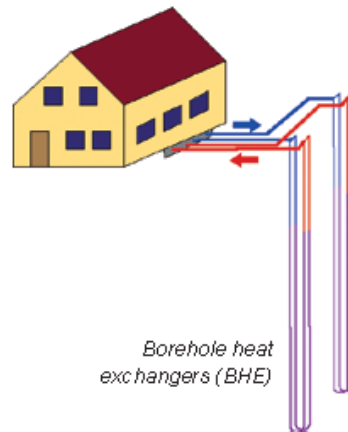
Armazenamento Subterrâneo de Energia Térmica

UTES: Underground Thermal Energy Storage

1



2



Fonte:



1

Circuitos abertos (utilização directa da água de aquíferos) – Aquifer Thermal Energy Storage (**ATES**):

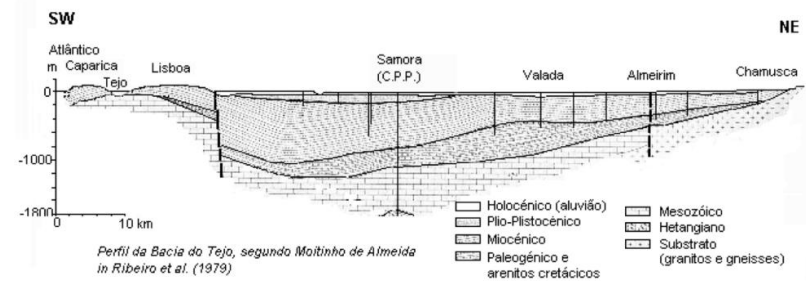
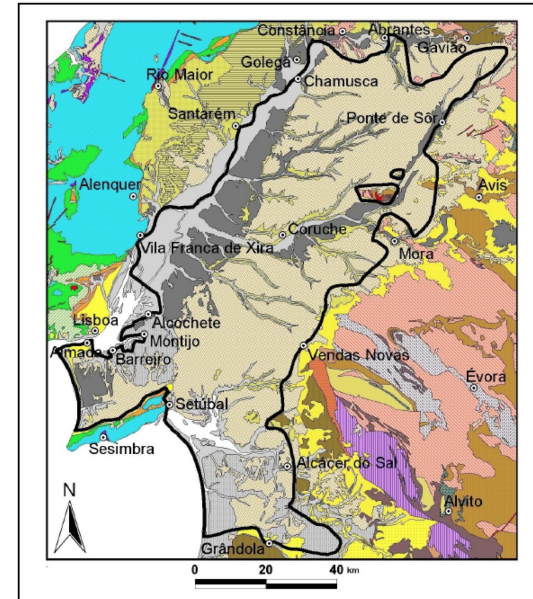
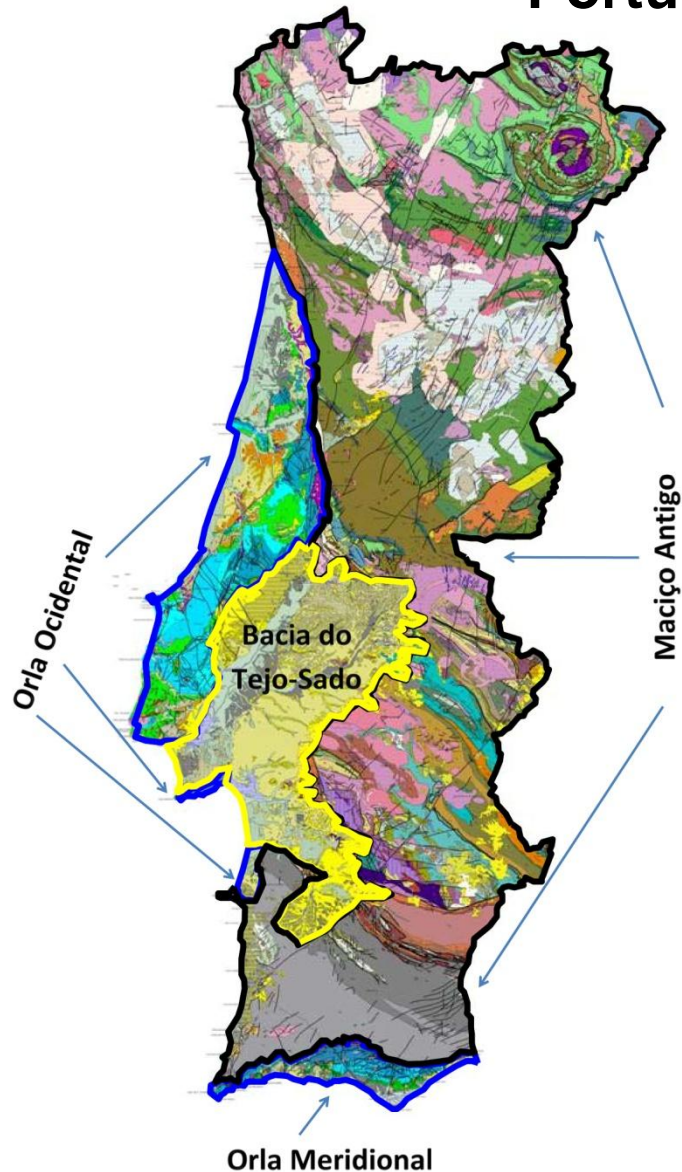
- Furos para extracção e para injeção de água (10 – 100 m);
- Água de minas ou túneis

2

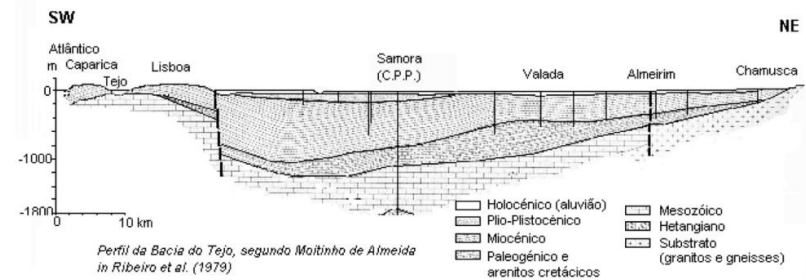
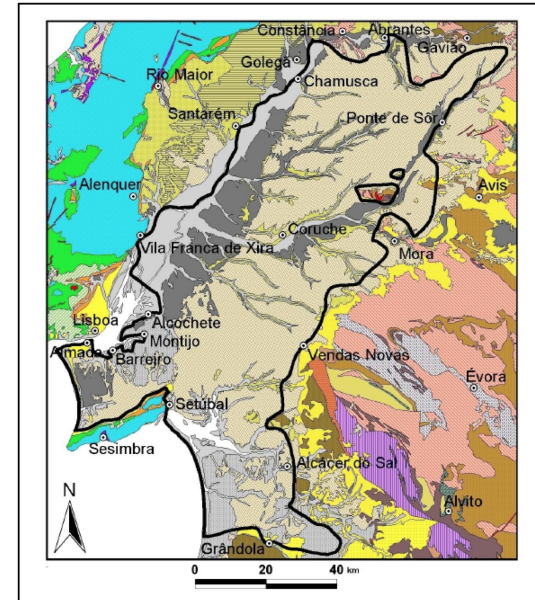
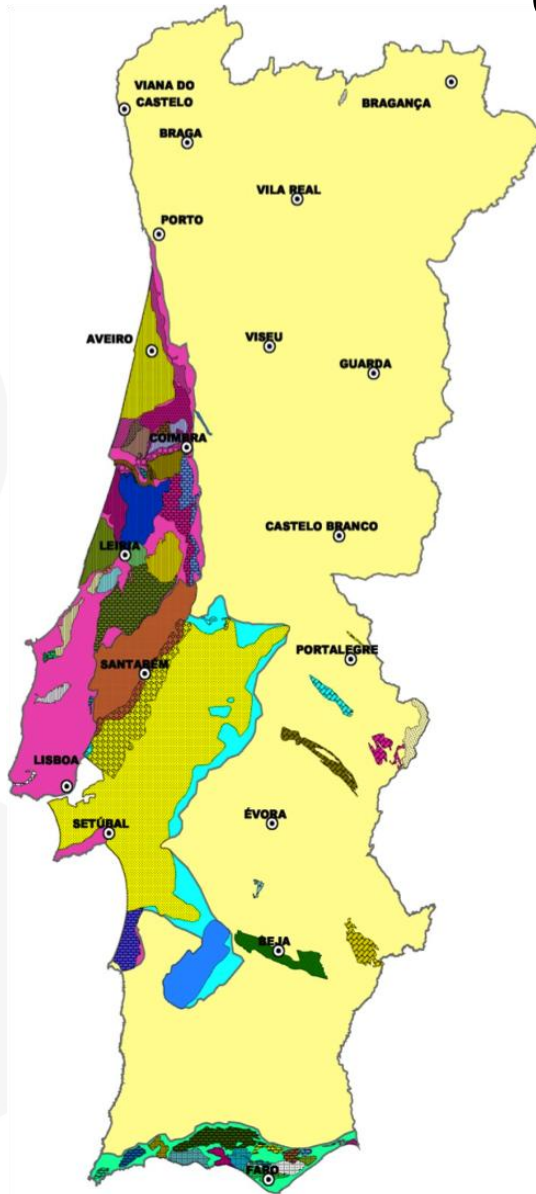
Circuitos fechados – Borehole Thermal Energy Storage (**BTES**):

- Permutadores enterrados, circuitos verticais (60 - 250 m);
- Circuitos horizontais (1,2 – 1,5 m);
- Troca de calor em águas de lagos, rios, mares (não geotérmicos.).

Geologia e Unidades Hidrogeológicas de Portugal Continental



Unidades Hidrogeológicas e sistemas aquíferos de Portugal Continental



Unidades Hidrogeológicas e sistemas aquíferos de Portugal Continental

Bacia do Tejo-Sado

T7 - Aluviões do Tejo

T1 - Bacia do Tejo - Sado / Margem direita

T2 - Bacia do Tejo - Sado / Margem esquerda

T3 - Bacia de Alvalade

Orla ocidental

O1 - Sistema Quaternário de Aveiro

O6 - Aluviões do Mondego

O2 - Sistema Cretácico de Aveiro

O5 - Tentúgal

O7 - Figueira da Foz - Gesteira

O10 - Leirosa - Monte Real

O12 - Vieira de Leiria - Marinha Grande

O14 - Pousos - Caranguejeira

O15 - Ourém

O19 - Alpedriz

O23 - Paço

O25 - Torres Vedras

O29 - Lourçal

O30 - Viso - Queridas

O31 - Condeixa - Alfaielos

O33 - Caldas da Rainha - Nazaré

O3 - Cársico da Bairrada

O4 - Anã - Cantanhede

O8 - Verride

O9 - Penela - Tomar

O11 - Sicó - Alvaiázere

O18 - Maceira

O20 - Maciço Calcário Estremenho

O24 - Cesareda

O26 - Ota - Alenquer

O28 - Pisões - Atrozela

O32 - Sines

Orla meridional

M1 - Covões

M2 - Almádena - Odeáxere

M3 - Mexilhoeira Grande - Portimão

M4 - Ferragudo - Albufeira

M5 - Querença - Silves

M6 - Albufeira - Ribeira de Quarteira

M7 - Quarteira

M8 - São Brás de Alportel

M9 - Almansil - Medronhal

M10 - São João da Venda - Quelfes

M11 - Chão de Cevada - Quinta João de Ourém

M12 - Campina de Faro

M13 - Peral - Moncarapacho

M14 - Malhão

M15 - Luz - Tavira

M16 - São Bartolomeu

M17 - Monte Gordo

Maciço antigo

A1 - Veiga de Chaves

A2 - Escusa

A3 - Monforte - Alter do Chão

A4 - Estremoz - Cano

A5 - Elvas - Vila Boim

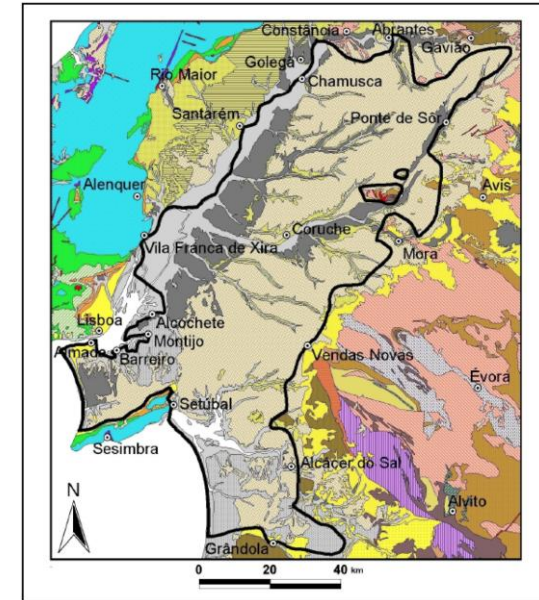
A6 - Viana do Alentejo - Alvito

A9 - Gabros de Beja

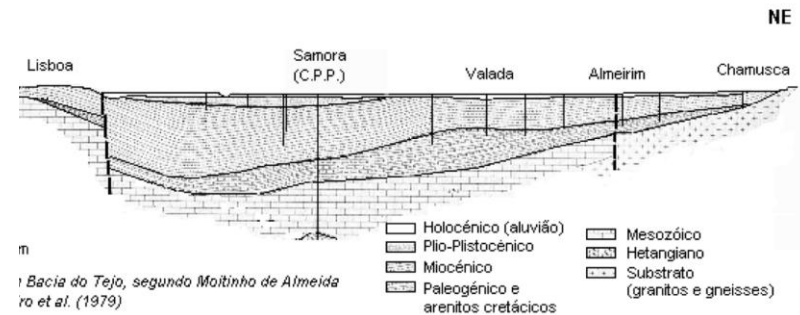
A10 - Moura - Ficalho

A11 - Elvas - Campo Maior

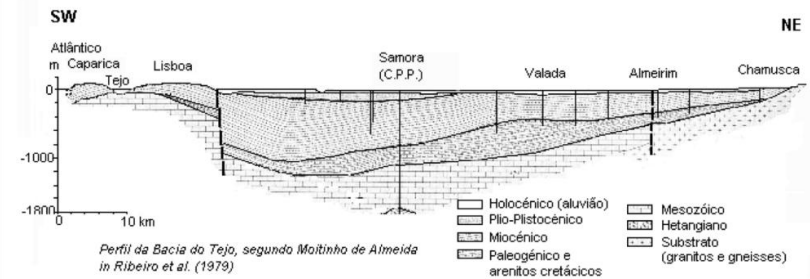
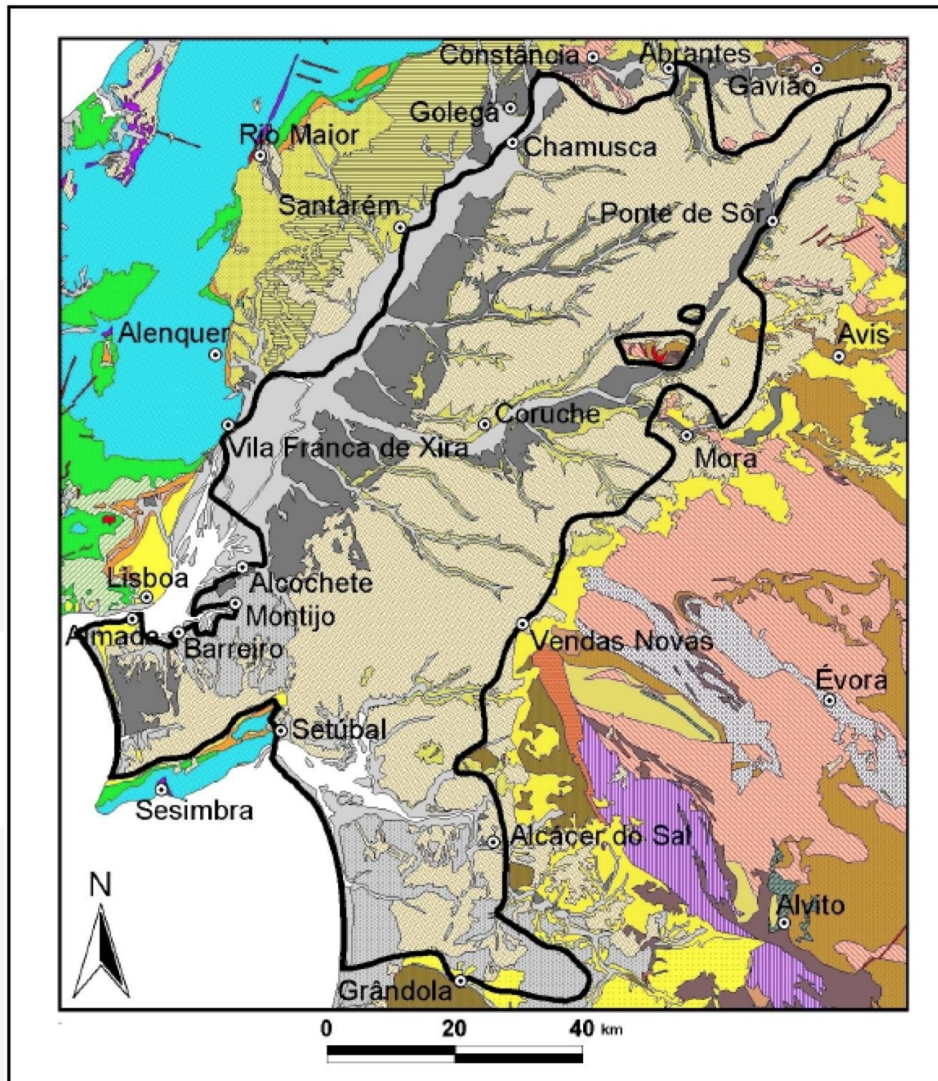
A12 - Luso



Bacia do Tejo-Sado/Margem esquerda

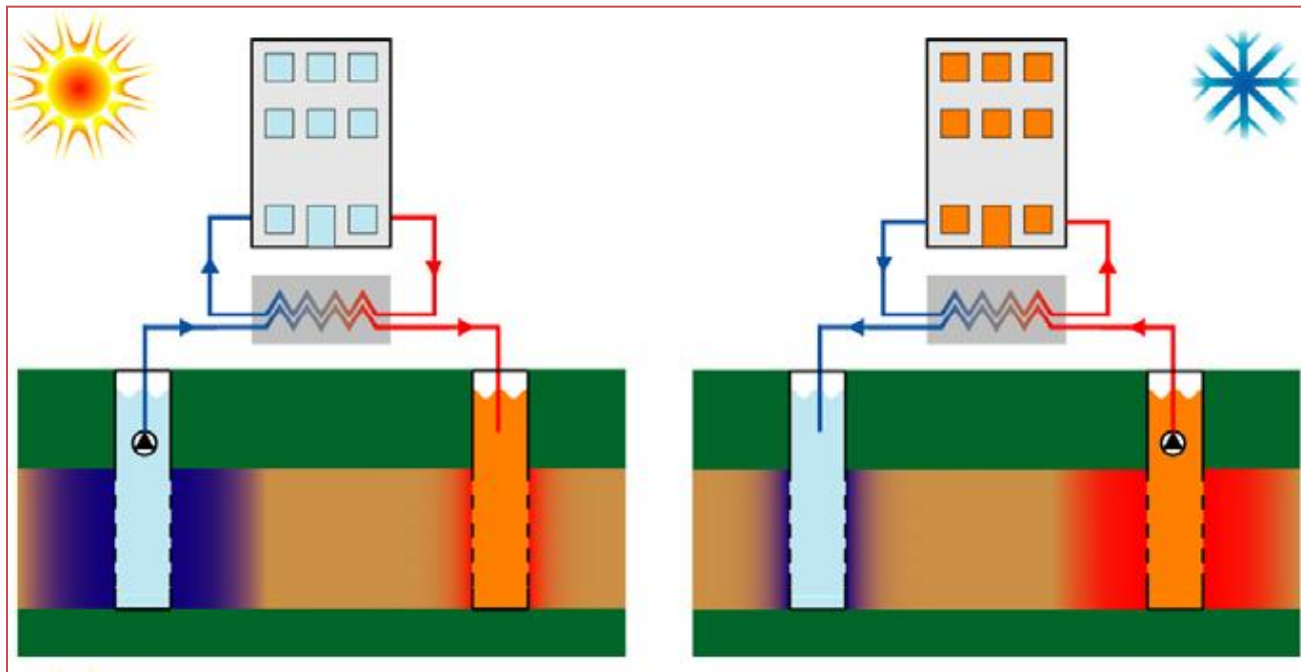


Bacia do Tejo-Sado/Margem esquerda

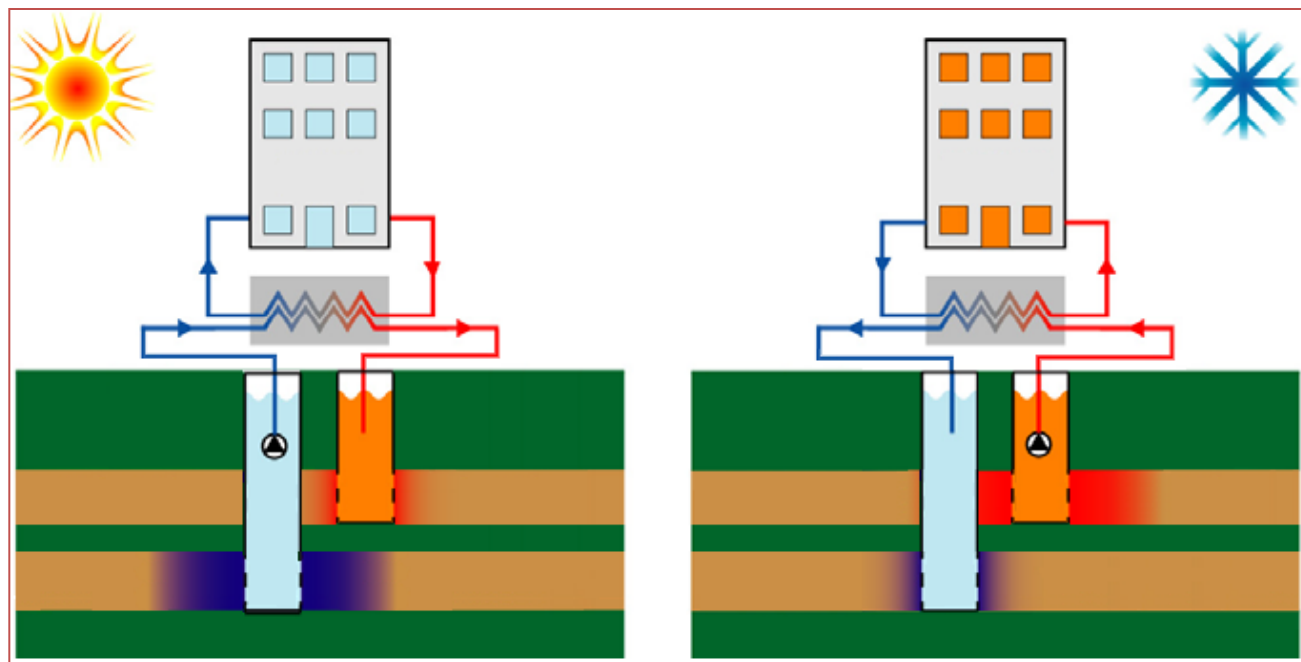


ATES

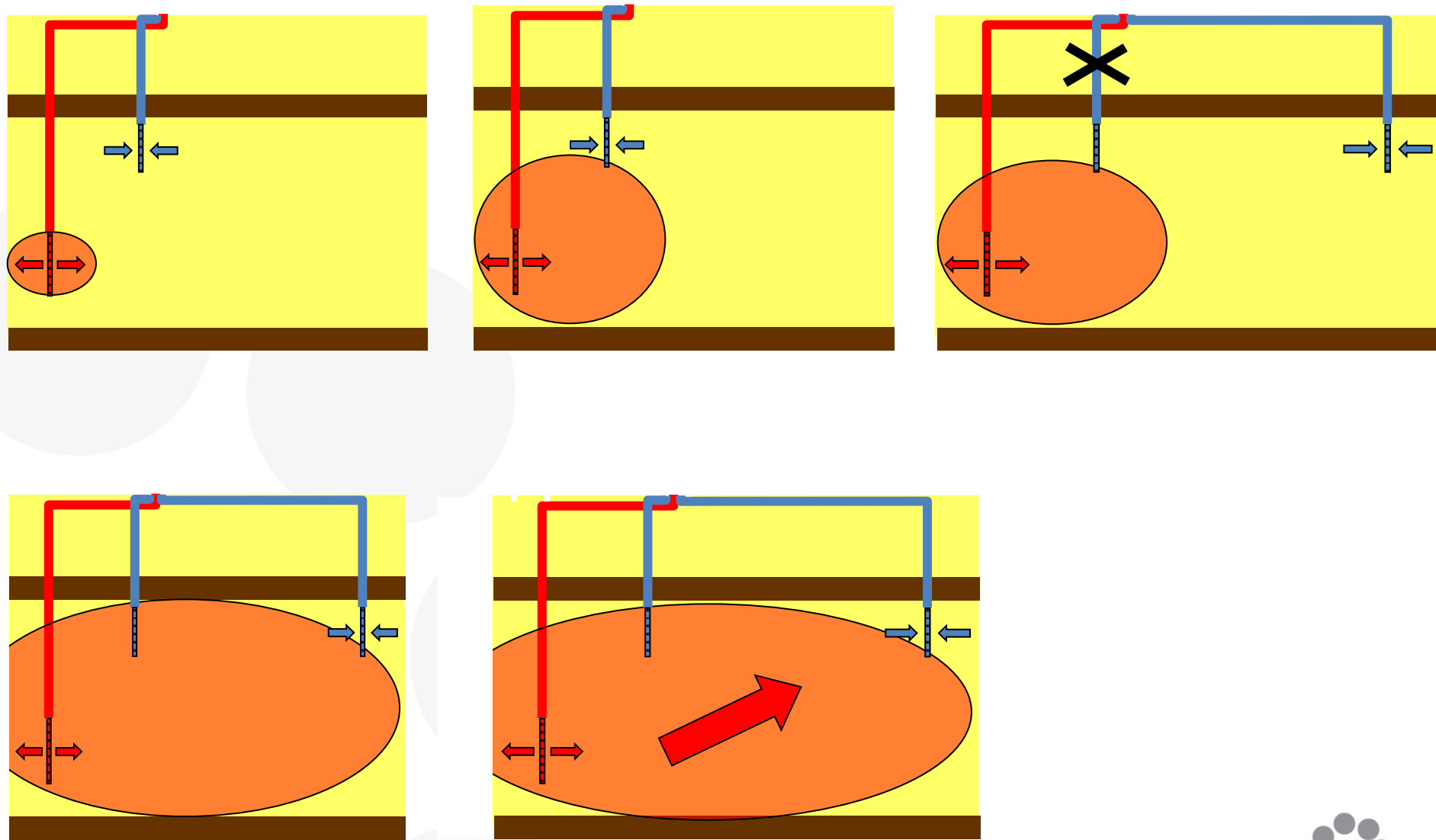
1 Aquífero



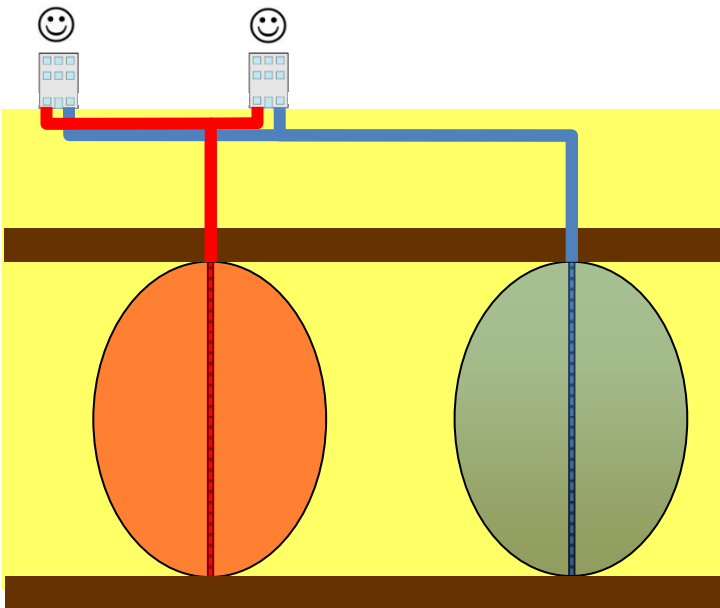
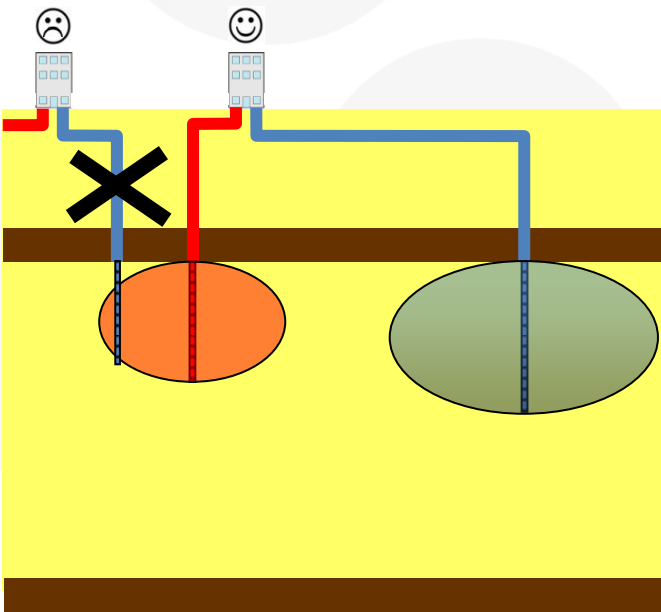
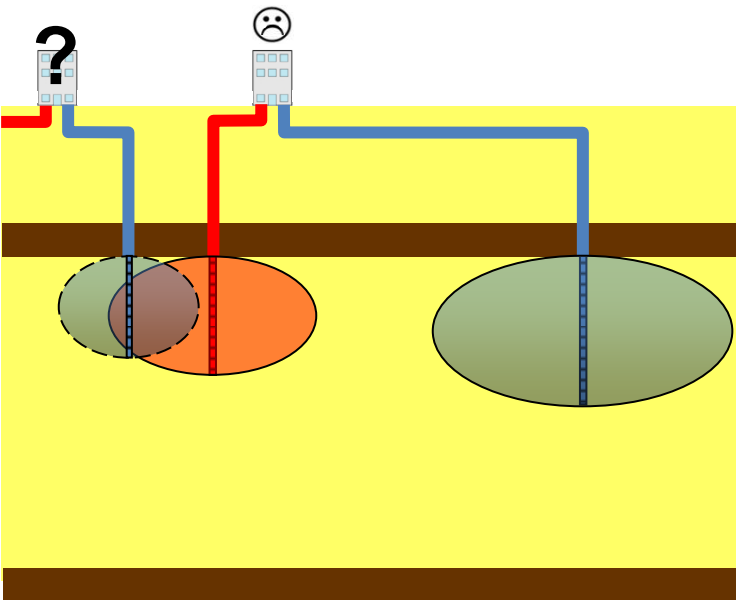
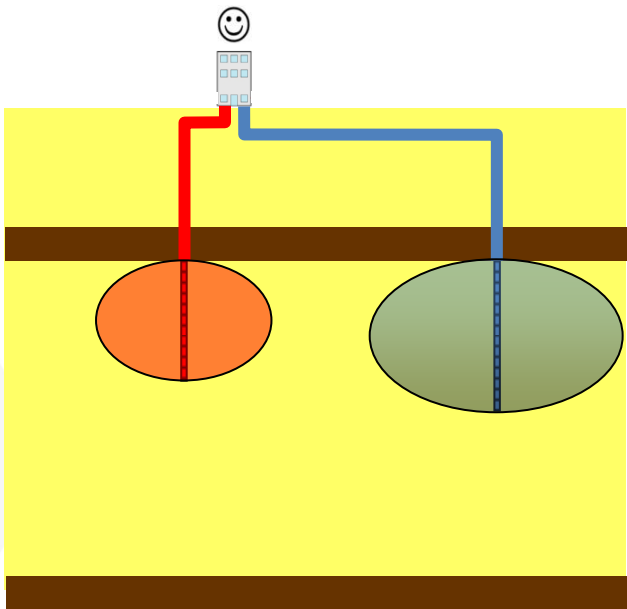
2 Aquíferos



Dimensão e Gestão dos Sistemas em Circuito Aberto



Sistemas colectivos versus individual



Projecto GROUNDHIT – Demonstração em Portugal

Instituto Tecnológico de Setúbal, Areias do Sistema Aquífero Tejo-Sado



Constituição de um sistema de Ground Source Heat Pumps (GSHP):

1. Circuito primário de água:

- Captação geotérmica: furos, captação horizontal;
- Permutadores de calor enterrados (Ground Heat Exchangers – GHE);
- Bombas de circulação, tubagens, colectores, equipamentos auxiliares.

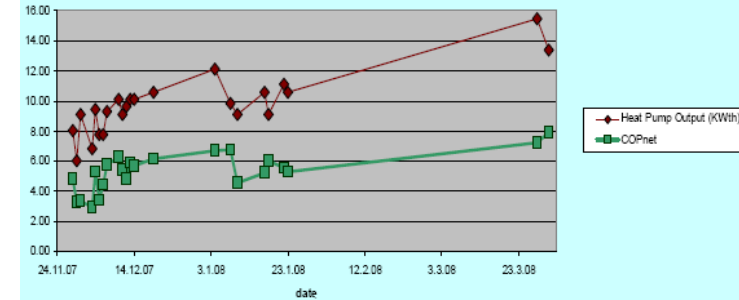
2. Produção de calor/frio pelas GSHP

3. Circuito secundário de distribuição de água ou ar (idêntico a outras bombas de calor ou caldeiras):

- Redes de tubagens (2 ou 4 tubos) e condutas de ar; ventilo-convectores); UTAs; Chão/Tecto aquecido/arrefecido, sistemas de *displacement*.

Projecto GROUNDHIT — Demonstração em Portugal

- Duas Bombas de Calor Geotérmicas 2 x 15 kW_{aq} (GSHP#1, COP_{aq}: 5-6):
 - Circuito primário:
 - Furos Geotérmicos: 5 x 80 m = 400 m
 - Permutadores: três “duplo-U”, dois coaxiais
 - Empresa: Geominho
 - Produção de energia útil: 2 x GSHP
 - Circuito Secundário:
 - Sistema de AVAC: Ventilo-convectores a dois tubos:
 - Duas salas de aulas;
 - Cinco gabinetes.
 - Equipamento CIAT (agradece-se à Efcis e CIAT)



(Possibilidade de comparação com sistema VRV da LG, agradece-se à LG Portugal e à Assistécnica)

Vantagens e desvantagens de GSHP (eficiência):

Vantagem:

Temperatura da água: 15 °C – 19 °C (depende da região;
Setúbal: 18 °C);

— Permite:

- Eficiência no aquecimento e arrefecimento ambiente,
- Eficiência na preparação de AQS

Desvantagem:

- Custos de instalação mais elevados; furos geotérmicos 35 - 55 €/metro

Balanço Financeiro:

- Tempo de recuperação de investimento adicional a partir de 3 anos conforme os casos:
 - Ponto crítico: Estudo de viabilidade económica adequado. Mais vantajoso em edifícios com ocupação prolongada como hotéis, hospitais, residenciais.



Bombas de Calor Geotérmicas:

- É uma tecnologia fiável, e provada mas com forte potencial de desenvolvimento;
- Novos fluidos; novos equipamentos; associadas a outras renováveis (ex. solar); etc;
- Reduz os custos de aquecimento e arrefecimento entre 25% a 75%; Reduz significativamente as emissões de CO₂;
- Aumenta o valor do ciclo de vida do edifício;
- Promove o conforto nos edifícios (menor ruído, menor impacto visual);
- Protege o ambiente;
- Promove o desenvolvimento sustentável da utilização energética.

Facilidade de integração com outros sistemas:

- Possibilidade para aquecimento, arrefecimento, preparação de A.Q.S, aquecimento de piscinas;
- Facilidade de integração com energia solar térmica e fotovoltaica;
- Facilidade de integração com sistemas de armazenamento de energia (aquecimento/arrefecimento) incluindo armazenamento no subsolo;
- Facilidade de integração com outros sistema de climatização;

Conclusões

- A utilização de bombas de calor geotérmicas é uma alternativa viável na climatização de edifícios permitindo a redução do consumo de energia, das emissões de CO₂ e dos custos de exploração dos edifícios;
- Existe um quadro de oportunidades para a sua implementação em Portugal;
- Com o desenvolvimento tecnológico e de mercado **as GSHP** estão a tornar-se cada vez mais competitivas;
- Existe no entanto a necessidade de se efectuarem estudos adequados de implementação para aproveitar o seu potencial de forma eficaz.

GSHP

- Sistema GSHP valores típicos:
- Custo da instalação:
 - GSHP ligado em circuito aberto em furos de água: 600-1000 €/kW_{th}
 - GSHP ligado em circuito fechado a GHE : 1000-1500 €/kW_{th}
- Custo de funcionamento (*electricidade e manutenção*):
 - 0,015 – 0,028 € / kWh_{th}
- Custo total de aquecimento/arrefecimento (*5% de depreciação / 20 anos de vida*):
 - 0,038 – 0,048 € / kWh_{th}
 - Gasóleo: 0,065 €/kWh_{th}
 - Gás Natural : 0,058 €/kWh_{th}
 - Arrefecimento com bombas de calor a ar: 0,06 €/kWh_{th}

GSHP

- Quantidade e capacidade instalada de GSHP nos países da UE

(Fonte: EurObserv'ER 2011)

	2009			2010**		
	Nombre/ Number	Puissance/ Capacity (MWth)	Énergie renouvelable capturée/Renewable energy captured (Mtoe)	Nombre/ Number	Puissance/ Capacity (MWth)	Énergie renouvelable capturée/Renewable energy captured (Mtoe)
Sweden	3 48 636	3 702,0	784,8	378 311	4 005,0	867,8
Germany	179 634	2 250,5	293,5	205 150	2 570,1	335,2
Finland	52 355	967,8	194,2	60 246	1 113,0	223,3
France	139 688	1 536,6	200,4	151 938	1 671,3	218,0
Austria	55 292	618,8	68,4	61 808	729,5	80,1
Netherlands	24 657	633,0	63,6	29 306	745,0	74,9
Denmark	20 000	160,0	40,6	20 000	160,0	40,6
Poland	15 200	202,2	26,4	19 320	257,0	33,5
United Kingdom	14 330	186,3	24,3	18 390	239,1	31,2
Ireland	11 444	196,1	25,6	11 658	202,7	26,4
Czech Republic	11 127	174,0	20,5	13 349	197,0	24,4
Italy	12 000	231,0	23,0	12 357	231,0	23,0
Belgium	11 836	142,0	18,5	13 085	157,0	20,5
Estonia	5 422	78,0	15,6	6 382	91,8	18,4
Slovenia	3 849	43,3	7,4	3 948	54,8	9,5
Lithuania	1 865	34,5	6,9	2 221	41,5	8,3
Bulgaria	543	20,6	6,8	543	20,6	6,8
Greece	350	50,0	6,4	350	50,0	6,4
Slovakia	1 845	23,5	3,6	2 000	25,7	3,9
Hungary	3 030	26,0	1,7	4 030	43,0	3,1
Romania	n.a.	5,5	0,7	n.a.	5,5	0,7
Latvia	20	0,3	0,1	20	0,3	0,1
Portugal	24	0,3	0,0	24	0,3	0,0
Total EU 27	913 147	11 282,2	1 833,1	1 014 436	12 611,1	2 056,0

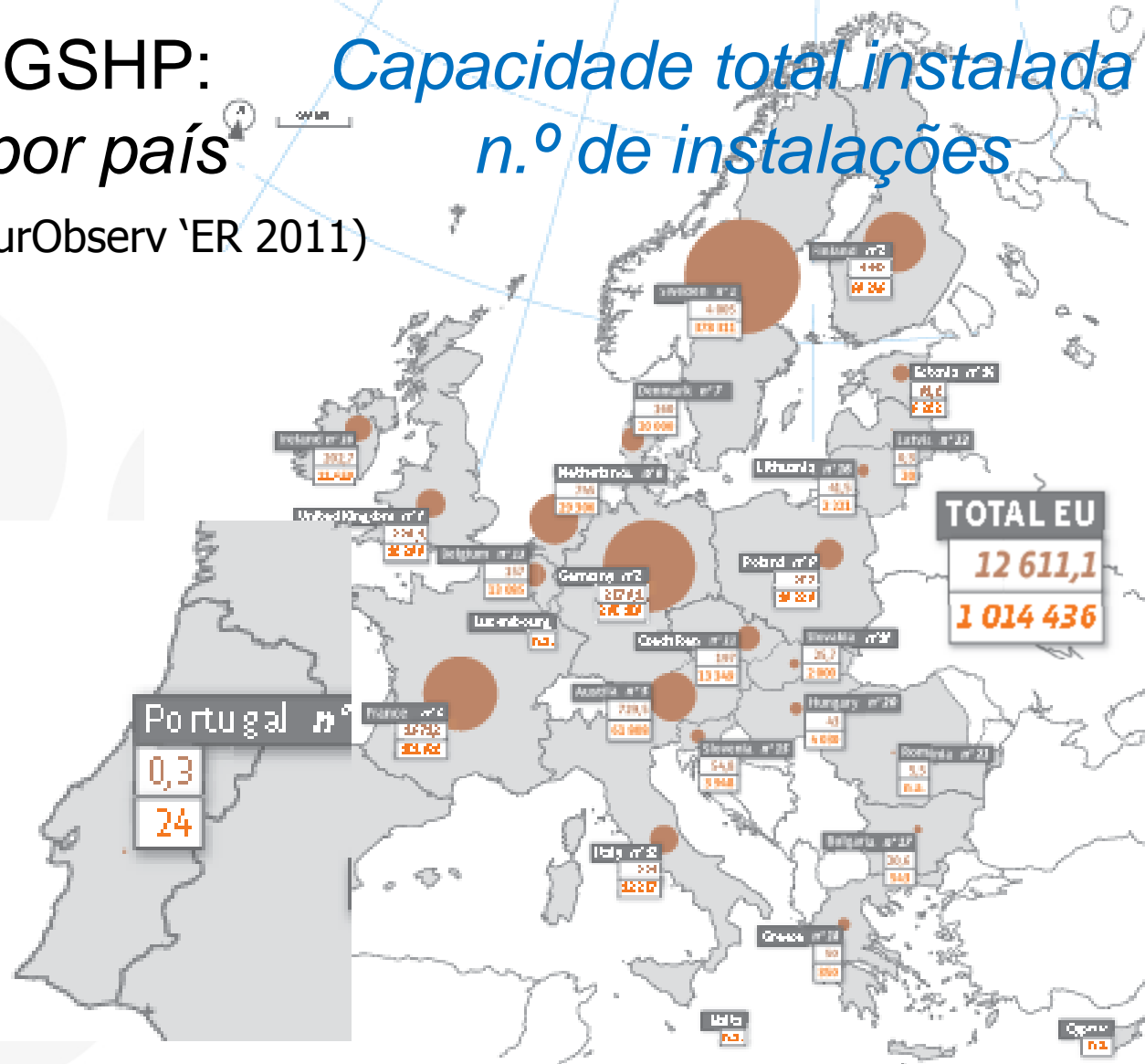
* PAC, hydrothermiques incluses. Tous types d'usages (individuel, collectif tertiaire ou industriel). Bp: geothermie maillages incluses. All destinations - detached houses, multi-occupancy service industries/industrial buildings. ** Estimate.

n.a.: non disponible. n.a.: not available.

Notes: Les données de puissance sont déduites des installations mises hors service. Decommissioned installations have been deducted from this installed base data. Les décimales sont séparées par une virgule. Decimals are written with a comma. Source: EurObserv'ER 2011.

GSHP: *Capacidade total instalada (MWth)* *por país* *n.º de instalações*

(Fonte: EurObserv'ER 2011)



Legend/Key

107 n.º de instalações disponíveis de parcs éolien dans le pays.
 total capacity (MWth) based on the number of installations (n.º).

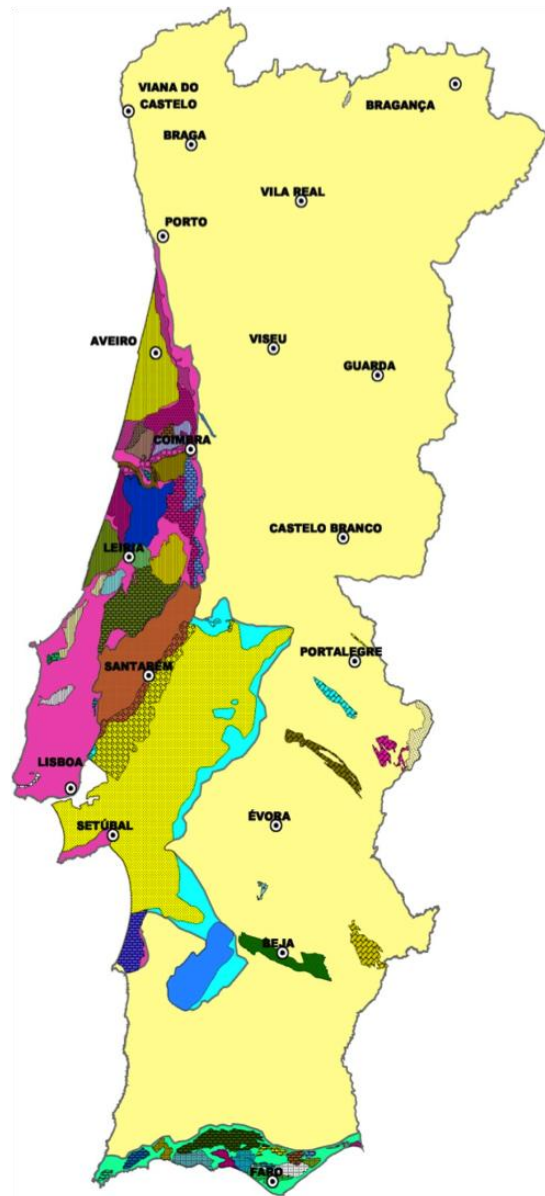
32 722 puissance totale des parcs éoliens dans le pays.
 total number of installed MWth in this country.

* continue.

n.d. = non disponible, not available.

Les données sont basées sur les données de l'observatoire européen de l'énergie éolienne.

Os sistemas aquíferos portugueses



Bacia do Tejo-Sado

T7 - Aluviões do Tejo

T1 - Bacia do Tejo - Sado / Margem direita

T2 - Bacia do Tejo - Sado / Margem esquerda

T3 - Bacia de Alvalade

Orla ocidental

O1 - Sistema Quaternário de Aveiro

O6 - Aluviões do Mondego

O2 - Sistema Cretácico de Aveiro

O5 - Tentúgal

O7 - Figueira da Foz - Gesteira

O10 - Leirosa - Monte Real

O12 - Vieira de Leiria - Marinha Grande

O14 - Pousos - Caranguejeira

O15 - Ourém

O19 - Alpedriz

O23 - Paço

O25 - Torres Vedras

O29 - Lourçal

O30 - Viso - Queridas

O31 - Condeixa - Alfaias

O33 - Caldas da Rainha - Nazaré

O3 - Cársico da Bairrada

O4 - Anã - Cantanhede

O8 - Verride

O9 - Penela - Tomar

O11 - Sicó - Alvaiázere

O18 - Maceira

O20 - Maciço Calcário Estremenho

O24 - Cesareda

O26 - Ota - Alenquer

O28 - Pisões - Atrozela

O32 - Sines

Orla meridional

M1 - Covões

M2 - Almádena - Odeáxere

M3 - Mexilhoeira Grande - Portimão

M4 - Ferragudo - Albufeira

M5 - Querença - Silves

M6 - Albufeira - Ribeira de Quarteira

M7 - Quarteira

M8 - São Brás de Alportel

M9 - Almansil - Medronhal

M10 - São João da Venda - Quelfes

M11 - Chão de Cevada - Quinta João de Ourém

M12 - Campina de Faro

M13 - Peral - Moncaparacho

M14 - Malhão

M15 - Luz - Tavira

M16 - São Bartolomeu

M17 - Monte Gordo

Maciço antigo

A1 - Veiga de Chaves

A2 - Escusa

A3 - Monforte - Alter do Chão

A4 - Estremoz - Cano

A5 - Elvas - Vila Boim

A6 - Viana do Alentejo - Alvíto

A9 - Gabros de Beja

A10 - Moura - Ficalho

A11 - Elvas - Campo Maior

A12 - Luso

Muito obrigado pela vossa atenção

Unidade de Águas Subterrâneas do Lab^o Nacional de Energia e Geologia

Augusto Costa – augusto.costa@lneg.pt

Helena Amaral – helena.amaral@lneg.pt

Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Tecnologia de Setúbal

Luís Coelho - luis.coelho@estsetubal.ips.pt