

# ENERGIA GEOTÈRMICA

## Una aposta de futur sostenible

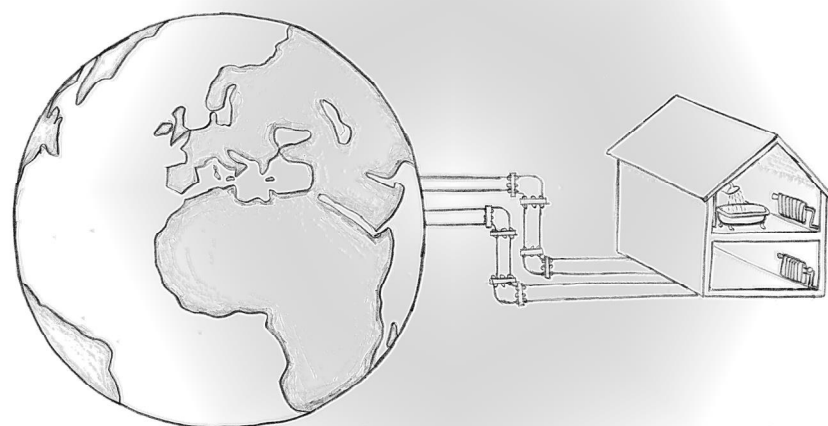


L'energia geotèrmica és un recurs cada cop més integrat en la nostra societat. És una energia renovable que permet climatitzar llars i edificis sense contaminar i de manera econòmicament rendible.

Durant els darrers anys, l'Institut ha dut a terme diferents projectes relacionats amb la geotèrmia, alguns de caire científic, com és l'Atles de geotèrmia de Catalunya. Tanmateix, el CST Pirineus a Tremp va ser creat com un edifici bioclimàtic que incorpora una instal·lació geotèrmica per a la climatització i l'aigua sanitària.

Aquesta exposició té l'arrel en la celebració de l'Any Internacional de l'Energia Sostenible per a Tothom dins del qual es va organitzar la 17a edició de la Setmana de la Ciència.

Els continguts de l'exposició descriuen els conceptes bàsics per comprendre el funcionament de l'energia geotèrmica, com la podem aprofitar i quins avantatges té respecte d'altres energies.



[www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

Aquesta exposició s'ha realitzat amb la col·laboració de:



# T'has fixat que...

## T'has fixat que...

A la bodega i al rebost de les cases antigues hi fa una temperatura diferent de l'exterior?

A l'estiu, quan al carrer fa calor, a dins del rebost s'hi està fresquet. I a l'hivern, quan a fora gela, a dins del rebost no hi fa tant fred.

Això també passa a les coves, l'entrada i les escales dels edificis antics i als soterranis.



*Al rebost o a la bodega d'una casa antiga és a on s'hi guarden els aliments perquè no hi ha grans canvis de temperatura*



## Saps per què passa això?

Les parets gruixudes de la casa i el fet que el rebost o la bodega acostumen a estar a la planta soterrani, fan que aquestes habitacions quedin aïllades tèrmicament de l'exterior. Això vol dir que eviten que la calor de l'estiu i el fred de l'hivern influeixin en la temperatura de dins del rebost/bodega.

És per aquest motiu, que la temperatura de dins d'aquestes habitacions es manté gairebé constant durant tot l'any.

Si en teniu una a casa, proveu a deixar-hi un termòmetre i aneu anotant la temperatura cada 2 o 3 mesos. Veureu que hi ha variació, però molt poca. I si compareu aquestes temperatures amb les de fora de casa, podreu observar la diferència.

## Així doncs,

Per tal d'estar fresquets a l'estiu i no glaçar-nos a l'hivern, és millor buscar un espai que estigui tèrmicament aïllat de l'exterior.

# T'has fixat que...

## T'has fixat que...

Quan tens una tassa de llet o aigua calenta i la vols refredar, la canvies a una tassa nova? Llavors la llet es refreda una mica i la tassa s'escalfa. I si vols que la llet es refredi més, cal continuar canviant-la de tassa fins que perdi prou temperatura.



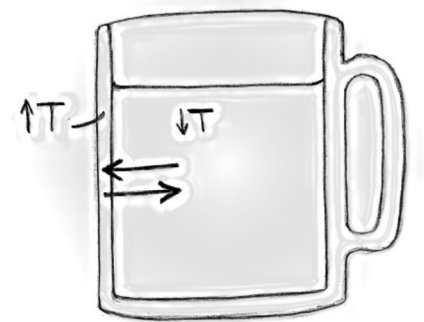
*Per refredar la llet o l'aigua la fem passar d'una tassa a una altra. L'aigua es va refredant i la tassa es va escalfant.*

## Saps per què passa això?

La llet o l'aigua són líquids que tenen la propietat d'intercanviar temperatura amb un medi sòlid.

Hi ha materials que permeten la circulació de calor, és a dir, tenen la propietat d'absorbir o de cedir calor a un altre material.

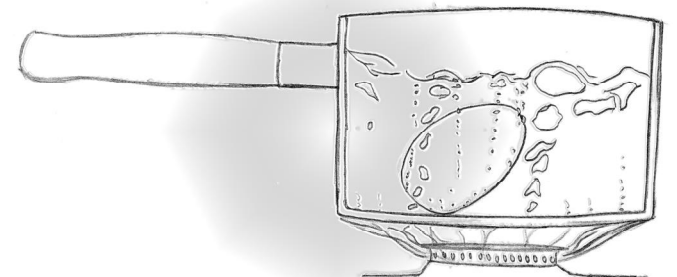
En l'exemple de la tassa amb aigua, l'aigua és un líquid calent que cedeix la seva escalfor a la tassa que la conté. Per tant, disminueix la seva temperatura, i la tassa és un sòlid que absorbeix la calor de l'aigua i, en conseqüència, augmenta la seva temperatura.



*Intercanvi de temperatura entre la tassa i el líquid. La calor passa del líquid (aigua) al sòlid (tassa).*

## T'has fixat que...

Quan es bullen els ous, després s'acostuma a passar-los per aigua freda? Això es fa per refredar-los i poder-los pelar sense cremar-se.

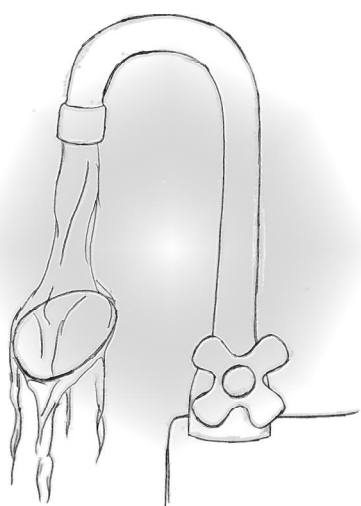


*Ou bullit*

## Saps per què passa això?

Igual que hem explicat el cas de la llet o aigua calenta dins la tassa, aquest exemple és el cas contrari. És a dir, en aquest cas, el sòlid (ou) està calent i ens interessa refredar-lo. Per això s'utilitza un líquid (aigua) a temperatura ambient que absorbirà la temperatura de l'ou.

Si en comptes de posar l'ou sota l'aixeta el submergim dins d'un pot amb aigua freda, podrem observar com aquesta aigua augmenta la seva temperatura.



*Intercanvi de temperatura entre l'ou i l'aigua*

## Així doncs,

Existeixen materials que poden absorbir o cedir calor a altres medis i que ens poden ser molt útils a l'hora d'escalfar o refredar un objecte sòlid. Aquesta capacitat de transmetre temperatura s'anomena **conductivitat tèrmica**.

# Això també passa al subsòl

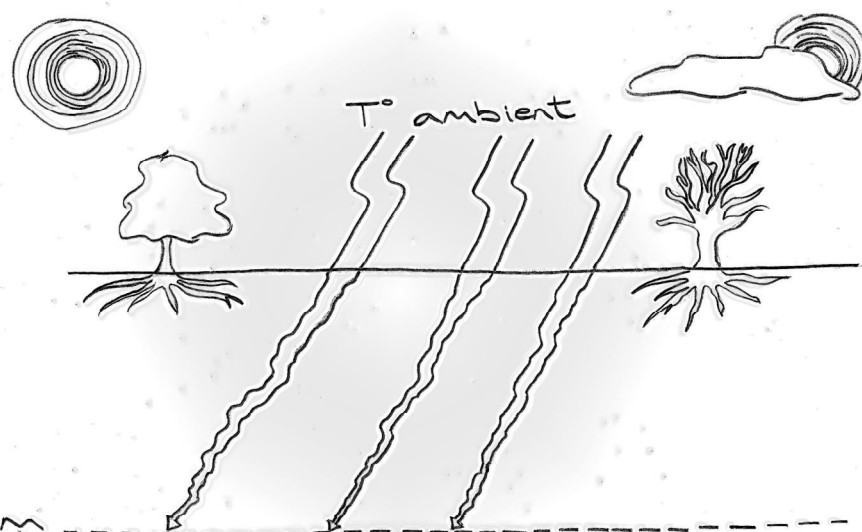
## Què passa al subsòl?

Sota els nostres peus hi ha materials que tenen les propietats que hem explicat als panells anteriors.

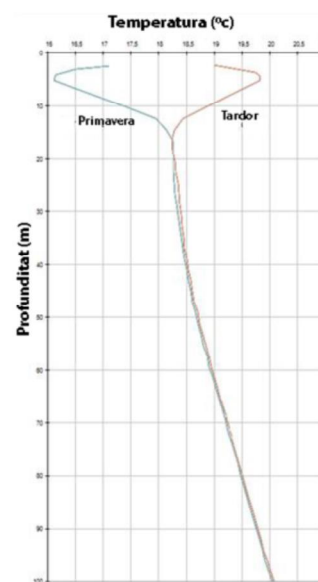
El subsòl són tots els materials que es troben per sota de la superfície que nosaltres trepitgem i que formen l'anomenada escorça terrestre.

Imagina que construïm una habitació a 15 metres de profunditat i queda coberta per aquests 15 m de materials. Quina temperatura hi faria a dins de l'habitació?

A 15 m de profunditat, la temperatura es mantindrà agradable durant tot l'any, doncs el gruix de materials que té a sobre l'aïllen de la influència de les temperatures atmosfèriques. Així doncs, aquests materials més superficials actuen com ho fan les parets de la bodega o el rebost.



Atenuació de la influència de la temperatura atmosfèrica en el subsòl



Variació de la temperatura en profunditat a la primavera i a la tardor. A 15 m de profunditat la temperatura esdevé constant i evoluciona en profunditat en funció del gradient geotèrmic d'aquell punt.

D'altra banda, el subsòl actuarà de la mateixa manera que la tassa que rep calor de la llet i els ous que cedeixen calor a l'aigua, doncs es tracta d'un sòlid que té la propietat de la conductivitat tèrmica. En funció del tipus de materials, aquesta conductivitat serà major o menor.

## I quin és el paper de l'aigua?

En el pròxim panell, veurem com l'aigua serà un element que nosaltres afegirem al subsòl per tal de treure profit d'aquest aïllament tèrmic.

L'aigua és un fluid que té una conductivitat tèrmica molt elevada. És a dir, té una gran capacitat d'absorbir i cedir calor. Això ja ho hem vist amb els exemples del principi. A més, l'aigua és un fluid no contaminant i que resulta molt accessible per l'ésser humà. És per aquest motiu que s'utilitza amb més freqüència que altres fluids d'elevada conductivitat tèrmica que poden resultar contaminants.

D'altra banda, l'aigua té una altra propietat important, té la capacitat de transportar la calor. Per tant, si fem circular aigua d'un punt a un altre, la calor que absorbeixi al punt inicial la transportarà fins al punt final.



L'aigua transporta la temperatura en forma de calor.

# ...I com ho aprofitem?

## Com podem aprofitar les propietats del subsòl i de l'aigua?

Recordeu tot el que hem explicat fins ara?

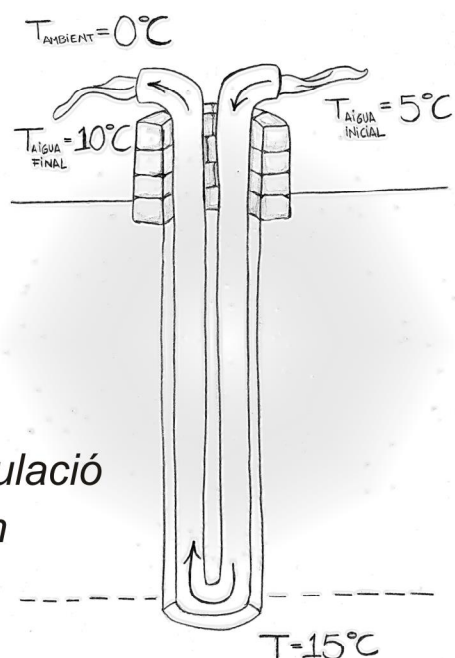
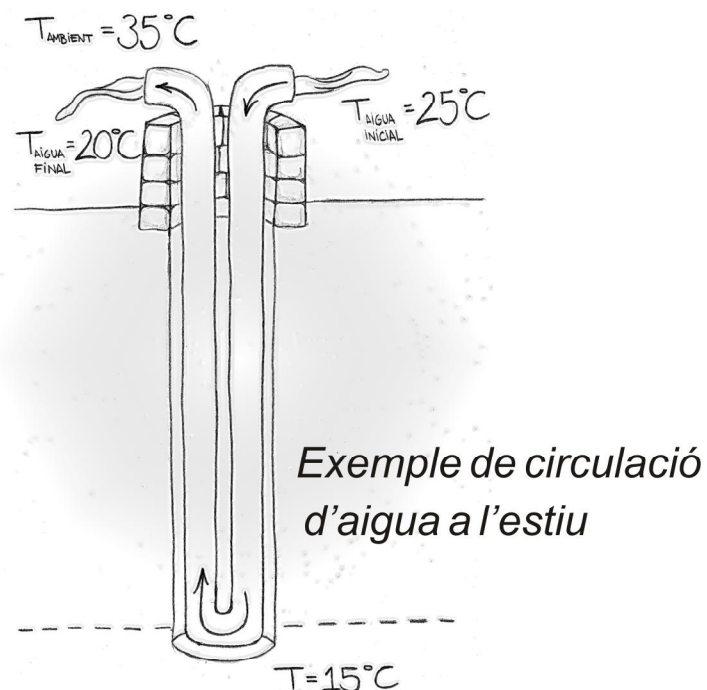
Doncs ara imagineu que fem baixar aigua a temperatura ambient al fons del pou d'uns 15 m de profunditat i fem que torni a pujar.

### Què passarà a l'estiu?

L'aigua a la superfície estarà a temperatura ambient, igual que la que surt de l'aixeta. Al fons del pou, on la influència de les temperatures de l'estiu es veu atenuada, la temperatura serà més baixa que la de l'exterior. Per tant, si fem baixar l'aigua, aquesta es refredarà uns graus i com té la capacitat de transportar calor, tornarà a la superfície amb una temperatura més baixa que la inicial.

És el mateix que passa a les fonts de muntanya. L'aigua surt freda perquè no es troba sota la influència de les temperatures atmosfèriques.

Que fresqueta!



### Què passarà a l'hivern?

En aquest cas, la temperatura ambient serà molt freda, i al fons del pou no hi arribarà el fred de l'hivern, de manera que la temperatura serà més alta. Per tant, si fem baixar l'aigua, aquesta s'escalfarà uns graus i tornarà a pujar amb una temperatura més agradable (elevada) que la inicial.

No estarà gelada!

La temperatura a 15 m de profunditat sempre serà diferent de la de l'exterior, però la diferència no sempre serà la mateixa. Així doncs, com més diferència hi hagi entre aquestes dues temperatures, més eficient serà el nostre pou.

### Què vol dir això?

L'eficiència és la capacitat de fer un treball amb èxit. Per tant, si la diferència entre la temperatura a l'exterior i la temperatura a 15m de profunditat és elevada, l'aigua que fem circular pel nostre pou es refredarà més a l'estiu i s'escalfarà més a l'hivern.

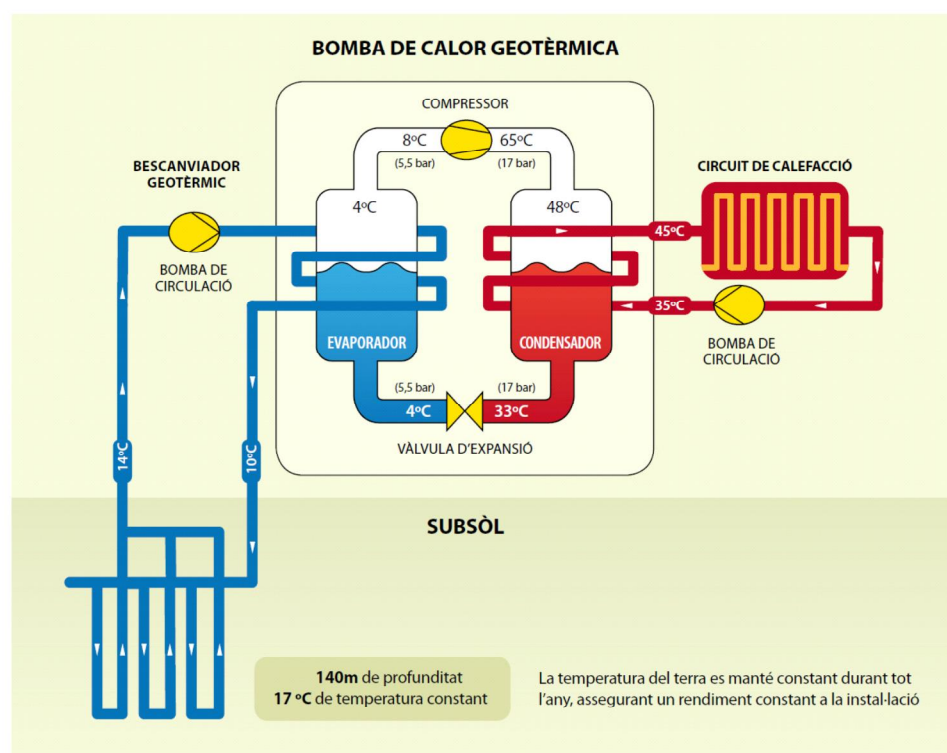
En canvi, si tenim temperatures semblants, no serà útil fer baixar l'aigua al pou, perquè tornarà a pujar amb la mateixa temperatura.

# Però amb això no n'hi ha prou...

Un cop coneixem les propietats dels líquids i del terreny que ens envolta i sabem com funciona, cal veure com ho podem aprofitar per a la nostra vida quotidiana.

L'aplicació més senzilla i útil és la climatització: aire condicionat a l'estiu i calefacció a l'hivern. Però amb el que hem explicat fins ara no n'hi ha prou per poder-ho utilitzar. Necessitem algun element que faci disminuir encara més la temperatura de l'aigua a l'estiu i que l'augmenti a l'hivern.

## Coneixeu les bombes de calor?



Una bomba de calor és una màquina que consta d'un o dos compressors que actuen comprimint (escalfant) i descomprimint (refredant) un gas refrigerant que hi ha al seu interior.

Quan l'aigua passa per dins del circuit de la bomba, varia la seva temperatura fins a assolir el valor necessari per tal de produir calefacció o refrigeració.

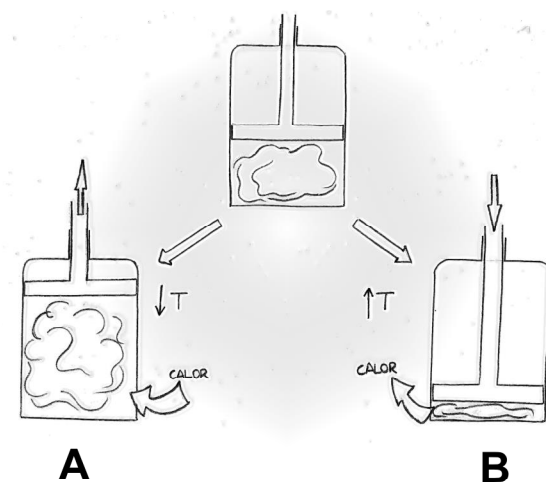
*Funcionament de la bomba de calor de l'edifici de l'ICGC a Tremp. Geotics*

## Què passa en un compressor?

Tal com s'ha explicat, un compressor actua comprimint o descomprimint el gas que conté.

Quan el descomprimeix **(A)**, augmenta l'espai disponible per al gas reduint la pressió sobre el mateix. Quan el gas s'expandeix ocupant l'espai i augmentant el seu volum absorbeix la calor, és a dir, refreda. D'això se'n diu una reacció endotèrmica.

Quan el comprimeix **(B)**, redueix l'espai disponible per al gas i exerceix una pressió sobre aquest espai. Aquest gas té la propietat de reduir el seu volum alliberant calor. D'això se'n diu una reacció exotèrmica.



*Què hi passa en un compressor*

Així doncs, ja podem entendre el funcionament de tot un sistema de climatització geotèrmica, que en aquest cas (edifici de l'ICGC a Tremp), consta de 4 circuits tancats de circulació d'aigua i 1 més de circulació d'aire.

# Una instal·lació geotèrmica

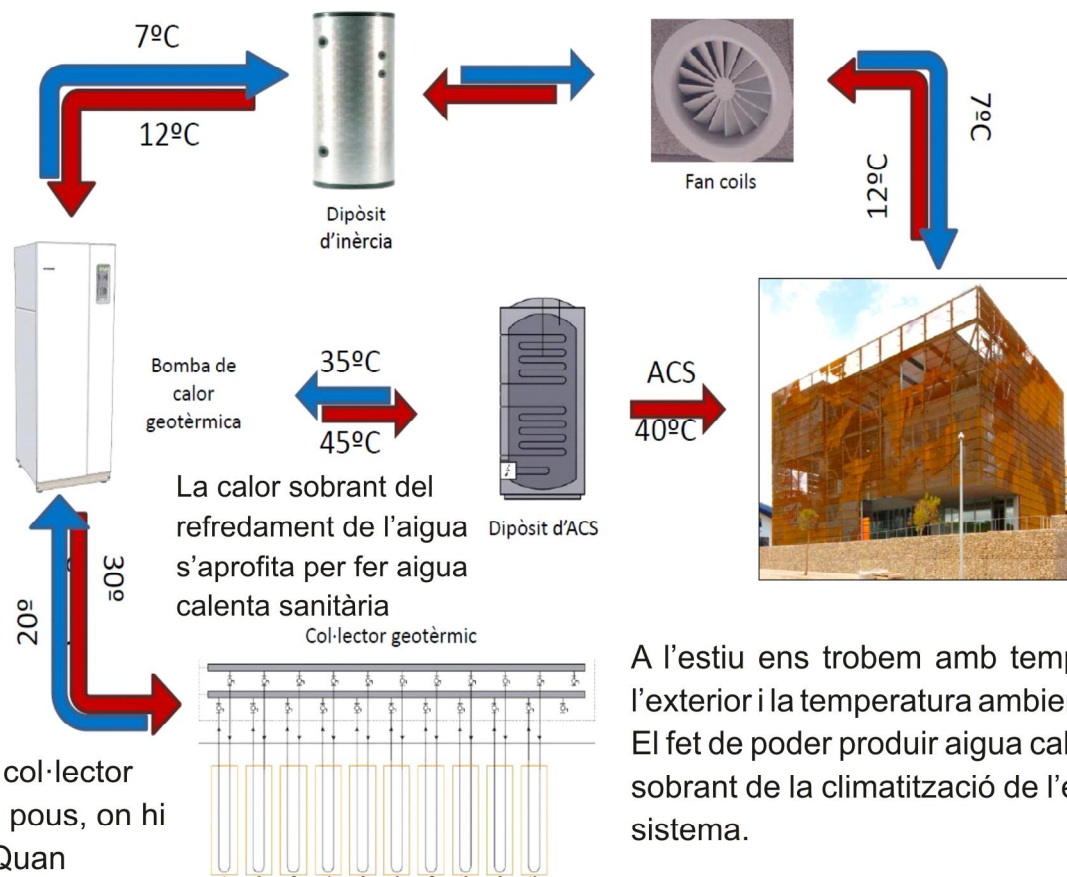
## Instal·lació d'energia geotèrmica de l'ICGC a Tremp

### ESTIU

Aquesta aigua freda s'utilitzarà per fer aire condicionat i es dirigeix al dipòsit d'inèrcia, des d'on s'enviarà a tot el circuit de climatització de l'edifici

Gràcies als dos compressors, es fa baixar la temperatura de 20°C fins a uns 7°C.

El circuit que connecta la bomba de calor amb els pous del col·lector geotèrmic envia l'aigua a 30°C cap a pous, on hi ha una temperatura d'uns 15-17°C. Quan aquesta aigua retorna a la bomba té una temperatura d'uns 20°C.



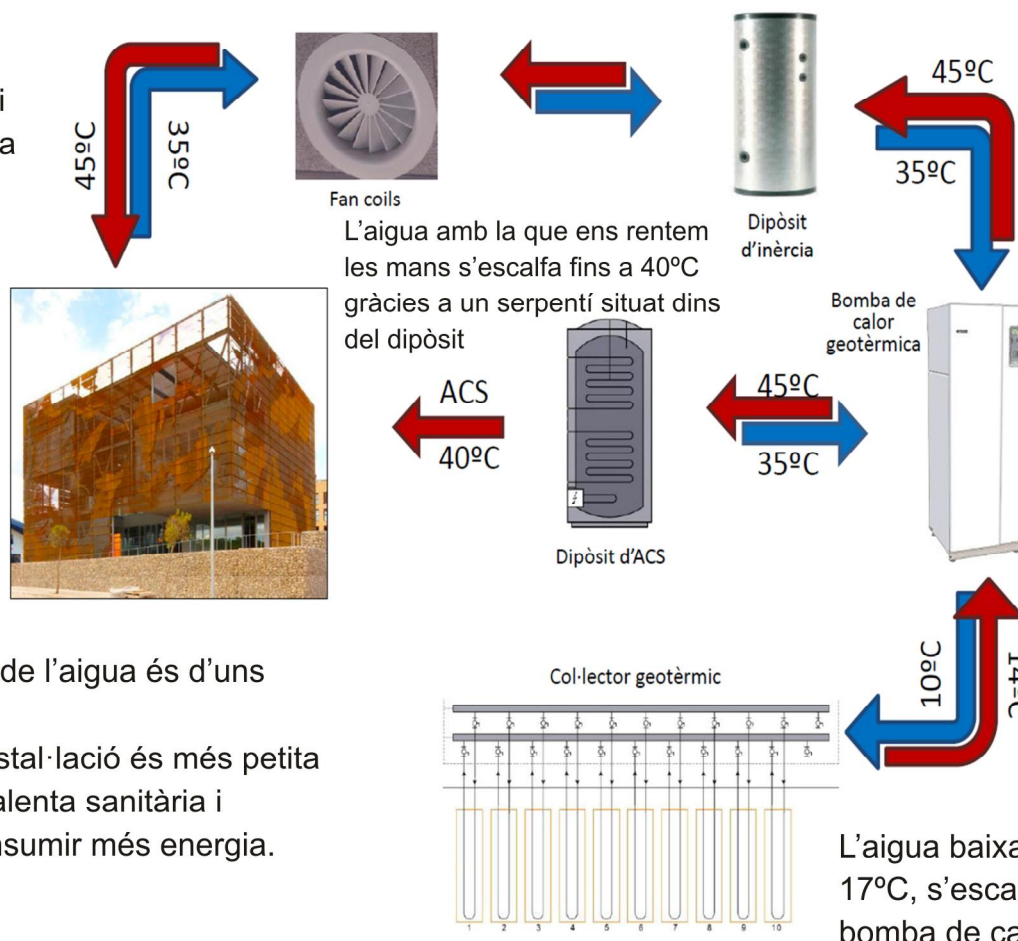
L'aire que expulsaran els ventiladors (ventiloconvectors) es refreda gràcies a aquesta aigua i surt a una temperatura aproximada de 7°C.

A l'estiu ens trobem amb temperatures prop dels 35-40°C a l'exterior i la temperatura ambient de l'aigua és d'uns 30°C. El fet de poder produir aigua calenta sanitària aprofitant la calor sobrant de la climatització de l'edifici, augmenta l'eficiència del sistema.

### HIVERN

L'aire que expulsaran els ventiladors (ventiloconvectors) s'escalfa gràcies a aquesta aigua i surt a una temperatura aproximada de 45°C

A l'hivern, la temperatura ambient de l'aigua és d'uns 10°C. En aquest cas, l'eficiència de la instal·lació és més petita, ja que no es pot produir aigua calenta sanitària i calefacció alhora. Per tant, cal consumir més energia.



Per generar calefacció, l'aigua a 45°C es dirigeix al dipòsit d'inèrcia, des d'on serà distribuïda a tot el sistema de climatització de l'edifici

D'una banda, es generarà aigua calenta sanitària i, d'altra banda, s'utilitzarà per fer calefacció.

Tant per generar ACS com calefacció, els compressors treballen per assolir una temperatura d'uns 45°C

L'aigua baixa a pous on hi ha sempre uns 15-17°C, s'escalfa fins a uns 14°C i retorna a la bomba de calor, on tindrà dues sortides

# Altres aplicacions

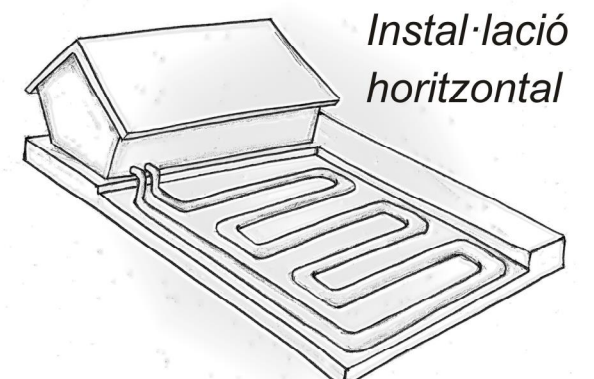
## Tipus d'energia geotèrmica

L'energia geotèrmica que hem explicat fins ara s'anomena **energia geotèrmica de molt baixa temperatura** i la podríem ubicar entre els primers metres de subsòl i entre 300-600 m de profunditat.

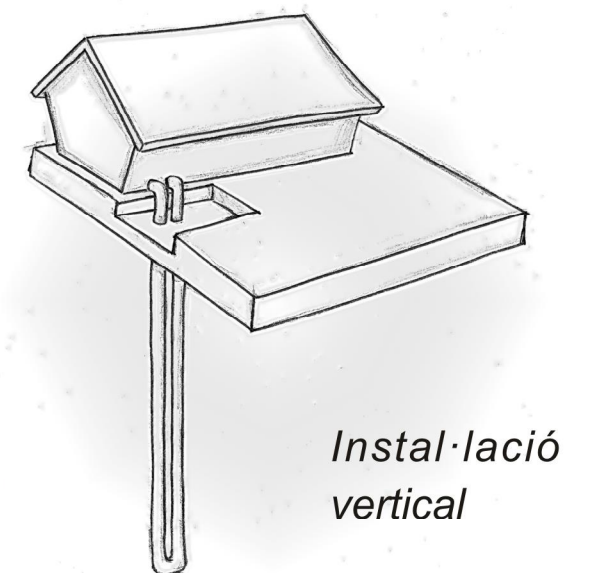
Aquest tipus d'energia permet climatitzar edificis i habitatges unifamiliars. Per tal d'aprofitar-la cal valorar les característiques del nostre habitatge, quanta energia podem necessitar i quin espai tenim disponible.

Actualment, les instal·lacions geotèrmiques més utilitzades a Catalunya són les següents:

Les **horizontals**, en què es necessita una extensió prou ampla (jardí d'una casa) per poder enterrar un serpentí de tubs entre 1 i 3 metres de profunditat. Aquest tipus d'instal·lacions són més econòmiques, ja que no necessiten fer cap perforació, tot i que són necessaris més metres de mànegues per tal de millorar l'intercanvi tèrmic.



Les **verticals**, en què és necessari l'ús de maquinària de perforació per tal de construir 1 o més pous d'entre 100 i 400 m de profunditat. No es necessita un espai ampli, però augmenta el cost de la instal·lació.



Un altre tipus d'energia geotèrmica és l'**energia geotèrmica de baixa a mitjana temperatura**. Es tracta de l'energia que s'extreu a partir de profunditats d'entre els 500 i els 4.000 m. En aquests casos, ja no és necessària la utilització de bombes de calor per tal d'assolir la temperatura adequada per a la seva utilitat, ja que la temperatura a aquestes profunditats del subsòl és suficientment elevada.

L'energia geotèrmica de baixa a mitjana temperatura s'aplica per a la climatització de grans edificis de habitatges, hivernacles i granges. També s'utilitza en els anomenats *District heatings*, que vol dir "barris climatitzats", on amb una instal·lació geotèrmica prou potent es pot donar calefacció i aigua calenta sanitària a una urbanització sencera.



Bodegues de Castell d'Encús (1200 m<sup>2</sup>) a la població de Tremp (Lleida)



Col·lector horitzontal per a la climatització d'un edifici d'oficines de 80 m<sup>2</sup> a la població de Palafolls (Girona)



Edifici antic de l'Hospital de Sant Pau (300 m<sup>2</sup>) a Barcelona



Sala de màquines de la instal·lació geotèrmica de l'edifici Sant Josep (3000 m<sup>2</sup>) a la Vall de Núria (Girona)



Vivendes públiques a Sabadell (14000 m<sup>2</sup>)



Edifici del Palau de Congressos de Lleida (5600 m<sup>2</sup>)

Fotografies cedides per GEOTICS ([www.geotics.net](http://www.geotics.net))



# I a Catalunya?

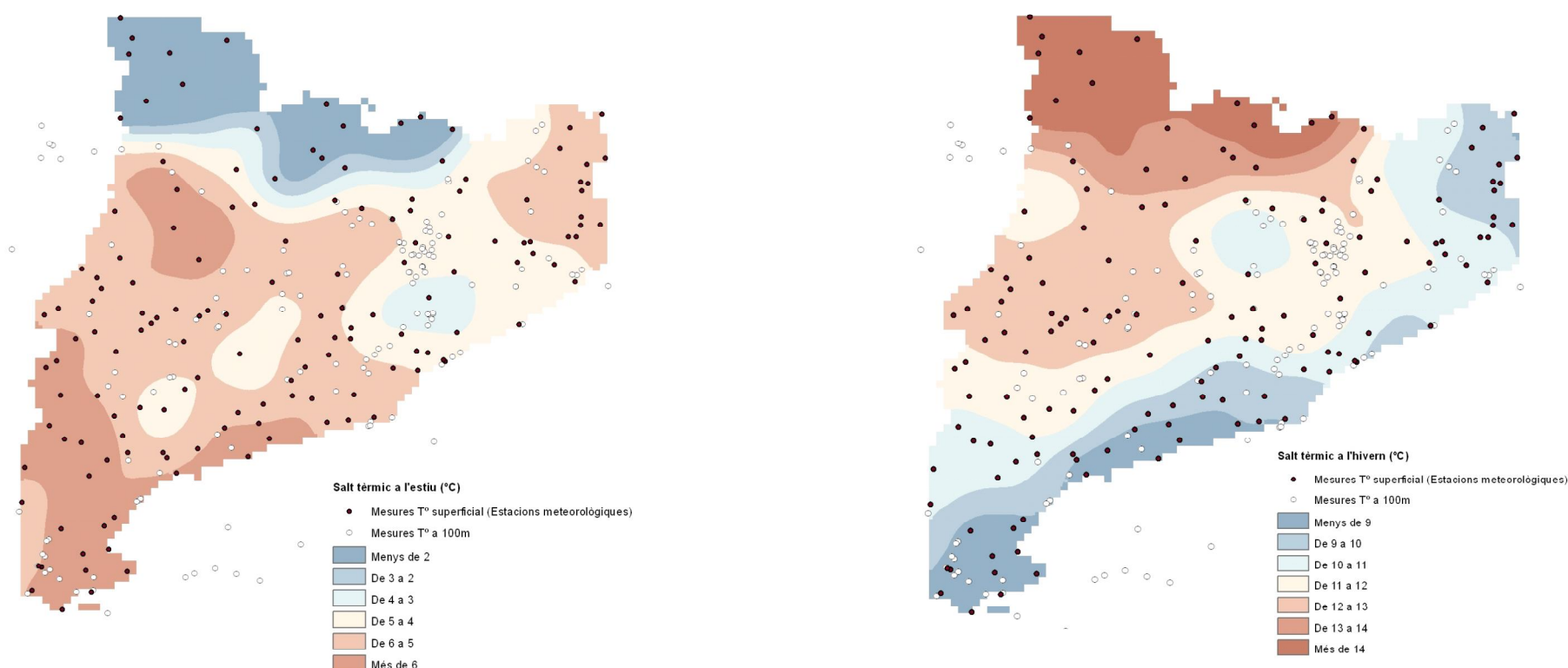
La geotèrmia a Catalunya es troba en un estat inicial. El seu grau d'implantació és molt baix i tot just ara es comença a utilitzar de manera més habitual per climatitzar habitatges, edificis i algun barri.

Hi ha països arreu del món que tenen l'energia geotèrmica implantada com a font d'energia quotidiana i a Catalunya s'ha de treballar per donar a conèixer aquest tipus d'energia que, a més de ser una **energia renovable**, és completament **sostenible i sense emissions de CO<sub>2</sub>** a l'atmosfera.

## Quina situació tenim a Catalunya?

A Catalunya tenim diversos punts tèrmics anòmals (fonts termals) que s'interpreten com a manifestacions de processos convectius profunds a nivell local i en superfície i que són objecte d'aprofitament directe. Tot i això no som com Islàndia, on hi ha volcans actius i tenen la capacitat de generar energia a partir de la calor de la Terra.

Però sí que tenim la possibilitat d'aprofitar les diferències de temperatura entre la superfície i el subsòl, com més gran sigui la diferència, més eficiència. Aquesta diferència s'anomena salt tèrmic i en podem fer una anàlisi aproximada als mapes següents:



Mapes de salt tèrmic a 100 m a l'estiu i a l'hivern. Atlas de geotèrmia de Catalunya, ICGC. [www.icgc.cat](http://www.icgc.cat)

Al'estiu, a gran part de Catalunya s'observen valor elevats de salt tèrmic. Les zones més vermelles tenen fins a 6°C de diferència entre la superfície i els 100 m de profunditat. De manera que a tots aquests sectors una instal·lació geotèrmica per climatització seria prou eficient.

A l'hivern, en canvi, les zones properes a la costa no tenen gaire salt tèrmic. Això implica que la temperatura en superfície és molt semblant a la que trobem a 100 m de profunditat i, per tant, no obtindríem una instal·lació prou eficient. Tot i així, a la Catalunya central el salt tèrmic és elevat i els sistemes de climatització geotèrmica serien eficients.

## Així doncs,

Abans de fer una instal·lació geotèrmica caldrà fer un estudi de les diferents propietats del subsòl, així com del salt tèrmic i altres assajos tèrmics que determinin l'eficiència que pot arribar a tenir aquella instal·lació.