



ECOVIVRE

FÒRUM ENERGIA 2021

ESTRATÈGIES COL-LABORATIVES EN TRANSICIÓ ENERGÈTICA



Energia geotèrmica i la seva hibridació en xarxes de climatització de fred i calor de 5a generació

13.15 h - 13.30 h

Ignasi Herms

Cap de l'Àrea de Recursos Geològics
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC)

Ignasi.herms@icgc.cat
geotermia@icgc.cat



Research network for including
Geothermal technologies into
Decarbonized heating and cooling grids





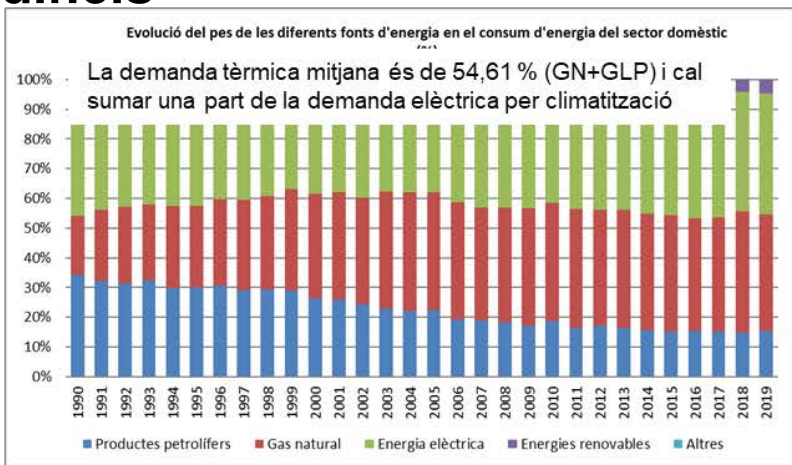
Índex

1. La demanda d'energia tèrmica i la necessitat de descarbonitzar els edificis
2. Sistemes d'Intercanvi geotèrmic amb bomba de calor
3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia
4. Compartir energia i comunitats energètiques
5. Concepte “*Shared Ground Loop Arrays*” (SGLA)
6. Cas real (SGLA)

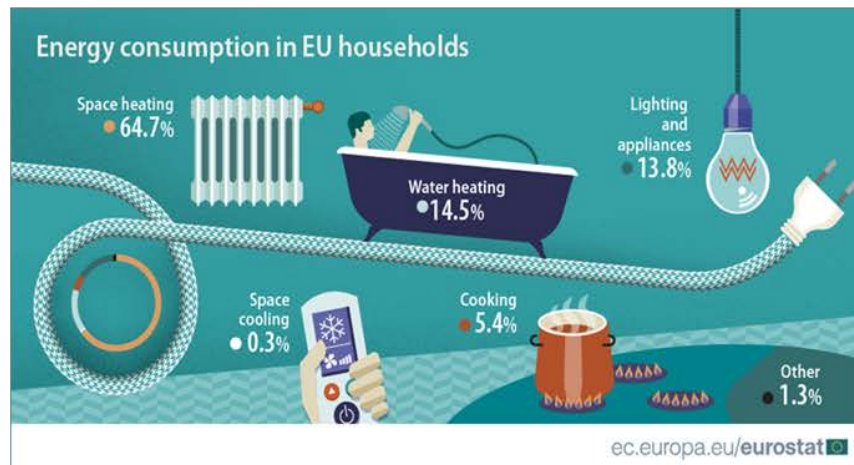


1. La demanda d'energia tèrmica i la necessitat de descarbonitzar els edificis

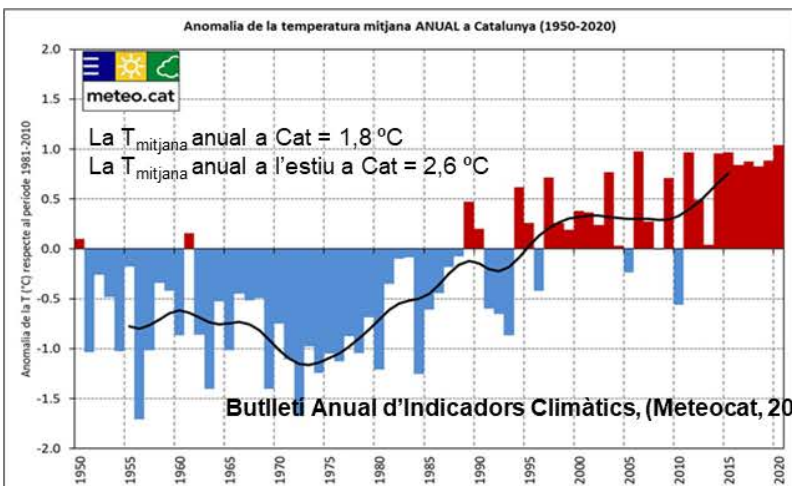
masses combustibles fòssils per climatització



La despesa en climatització té un pes important



L'impacte climàtic. Més calor i més necessitats de fred



Cal descarbonitzar la demanda elèctrica però també tèrmica



Renovables elèctriques



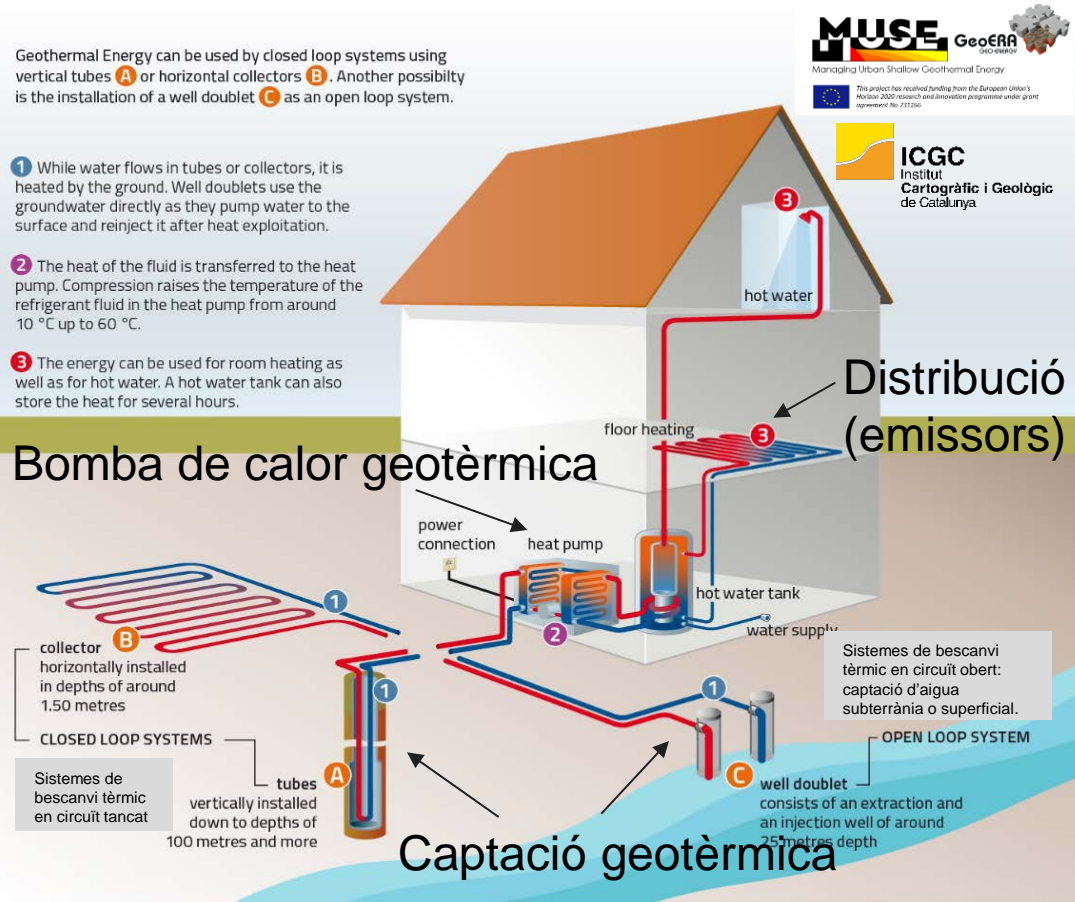
Renovables tèrmiques



2. Sistemes d'Intercanvi geotèrmic amb bomba de calor

□ Esquemes d'aprofitament: CLS, OPL, Híbrids, Xarxes de calor i fred (DHC)

- ENERGIA RENOVABLE d'acord amb la Directiva 2009/28 / EC de 23 d'abril de 2009, relativa al foment de l'ús d'energia procedent de fonts renovables
- Intercanvi tèrmic amb el subsòl en els primers 100 o 200m de profunditat.
- Climatització d'edificis, naus industrials (calor i fred) i producció ACS mitjançant l'ús de sistemes de bomba de calor aigua-aigua, (bombes de calor geotèrmiques).
- Tecnologia d'alta eficiència, consolidada, amb uns destacats estalvis energètics / econòmics de producció: en la generació d'energia tèrmica entorn 75% – 80 %, i fins al 95% – 100% combinant-la amb fotovoltaica)
- Retorns 5-8 anys per edificis individuals. (menor amb ajuts)





La GS és un recurs disponible arreu, 24 hores al dia els 365 dies de l'any, quasi-independent de condicions meteorològiques, eficient i renovable

GEOTÈRMIA SUPERFICIAL

Emmagatzematge o bescanvi d'energia tèrmica mitjançant **BOMBES DE CALOR** (o no) per sota de la superfície terrestre

De 0 a 200 metres de fondària (de manera excepcional fins als 400 m)

Combinada amb altres fonts i tecnologies renovables, la GS pot contribuir decisivament a l'autosuficiència energètica de les ciutats i a reduir l'efecte "illa de calor"

El **71.2%** de la població catalana viu a nuclis amb més de 10^3 hab./km²(1)

El **31.5%** viu a zones urbanes amb molt alta densitat de població (més de 10^4 hab./km²(1))

Els excedents de calor de col·lectors solars tèrmics (>30°C) poden ser emmagatzemats o reaprofitats. La hibridació amb panells FV pot permetre edificis nZEB

L'excident de calor de la xarxa de clavegueram normalment es perd (Aigües residuals >15°C)

Excedents de calor de la indústria (>60°C). Bona opció per a calefacció passiva

L'ús directe del calor de formacions geològiques profundes és un altre recurs que en moltes ciutats es podria aprofitar per implementar xarxes de climatització urbanes (District Heating and Cooling grids) o cogeneració. L'aprofitament d'aquest tipus de recursos requereix d'estudis geològics avançats Geotèrmia profunda (deep geothermal)

OL-SWHEs, CL-SWHEs

Les grans masses d'aigua (rius, llacs o el mar) mostren una variació anual de la temperatura moderada si es compara amb l'aire. Bona opció per a refrigeració passiva

Les sondes bescanviadores de calor incrustades a fonamentacions profundes (>10 m) atribueixen una doble funcionalitat a elements estructurals

Xarxes DHC + GS

Edificis "prosumidors" connectats a una xarxa de distribució de calor i fred que incorpora sistemes de GS (emmagatzematge i/o bescanvi). La tendència a EU s'encamina cap a les xarxes de molt baixa T°C (5a generació; 5GDHC)

TAFs

El calor dissipat a infraestructures ferroviàries soterrànies causa un escalfament progressiu del subsòl (> 25 °C) aprofitable amb solucions de GS

TAFs

L'aigua subterrània d'aqüífers confinats i no-confinats pot ser abstracta i re-injectada (sistemes OL) per al bescanvi o emmagatzematge de calor

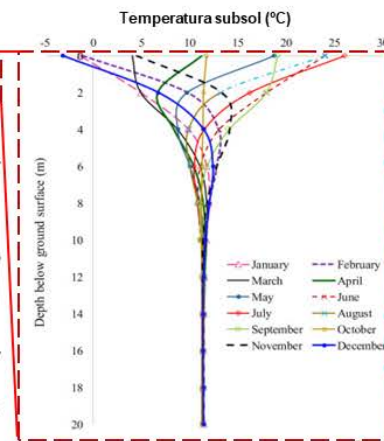
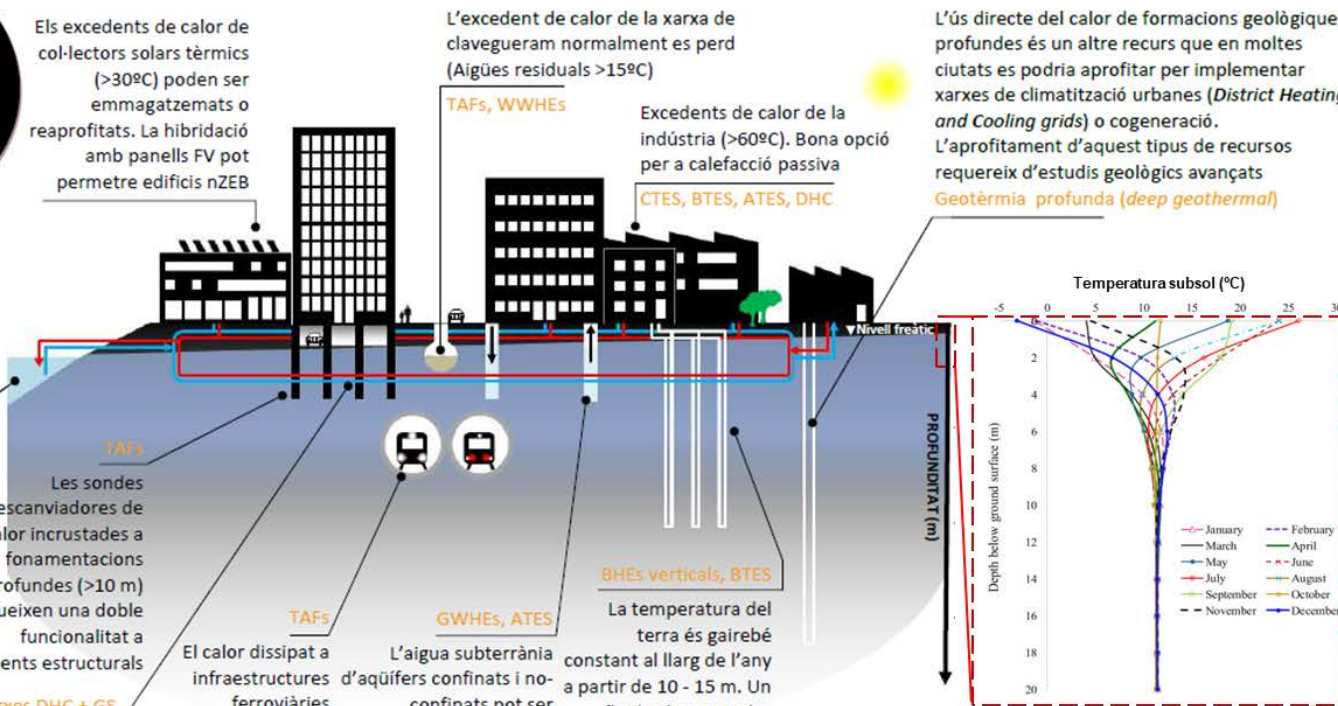
GWHEs, ATES

La temperatura del terra és gairebé constant al llarg de l'any a partir de 10 - 15 m. Un fluid calor-portador circulant a través de sondes soterrades en pous verticals (sistemes CL) bescanvia o emmagatzema la calor

TAFs, WWHEs

CTES, BTES, ATES, DHC

BHEs verticals, BTES



La temperatura del terra està dominada per la irradiació solar prop de la superfície (primers 10 - 15m). A partir d'aquest punt, el gradient geotèrmic (20 - 30°C/km) preval.

1. Institut d'Estadística de Catalunya (2020)

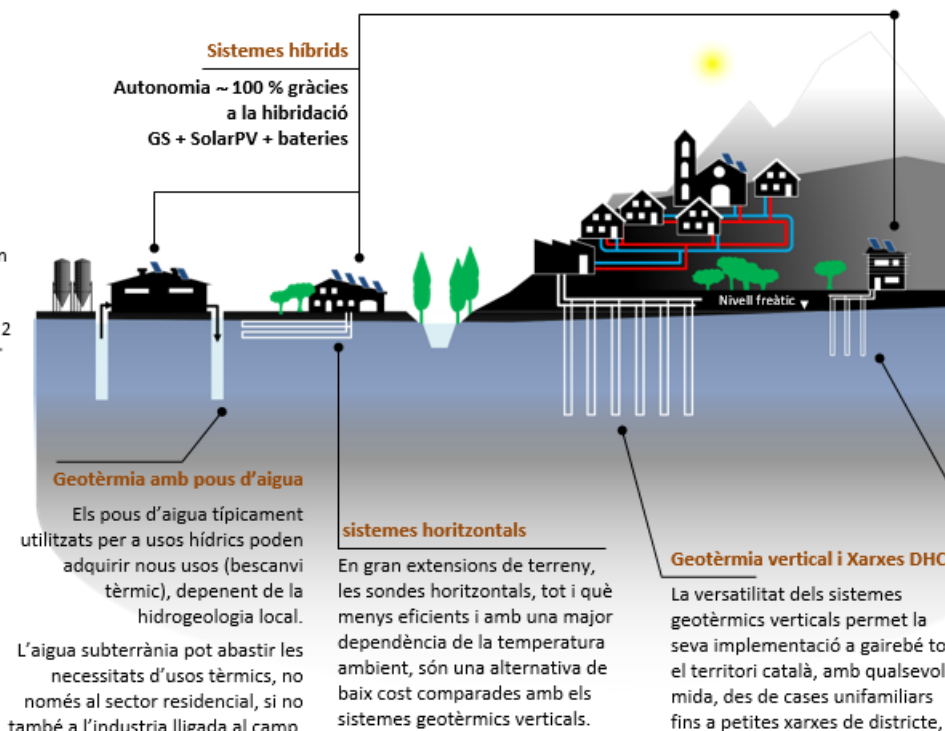
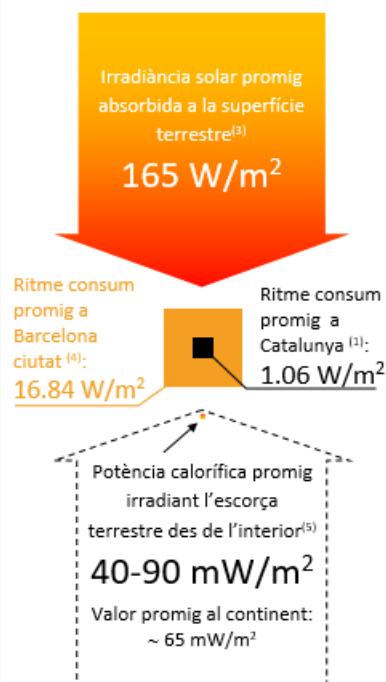


El Sol és la veritable font principal de la GS, molt per davant del calor intern de la Terra

LA GS A CATALUNYA (2):

39.2 MW_t instal·lats >700 instal·lacions identificades
55% al sector públic 96% dels sistemes són BHEs

La GS és sinònim de generació local i distribuïda. Un ingredient clau en la transició energètica i les planificacions urbanística i territorial del futur



El **7.1%** de la població catalana viu a municipis poc densament poblats (<100 hab./km²)⁽²⁾

Aquests nuclis representen el **77.7%** Del territori català⁽¹⁾

Geotèrmia + fotovoltaica
Sistemes híbrids combinant energia fotovoltaica amb geotèrmia pot ajudar a aconseguir edificis de gairebé consum nu (nZero).

1. Institut d'Estadística de Catalunya (2020)
2. Base de dades d'instal·lacions de Geotèrmia superficial de Catalunya, BDIGSCat-ICGC (2020)
3. Nature Geoscience 5, 671-696 (2012)
4. Ajuntament de Barcelona. Medi Ambient i Serveis Urbans - Ecologia Urbana i Agència d'Energia de Barcelona (2019)
5. Turcotte D.L. & Schubert G., "Geodynamics" (2nd ed. 2002)



2. Sistemes d'Intercanvi geotèrmic amb bomba de calor



Perforació del camp de captació



Implementació de la sala tècnica

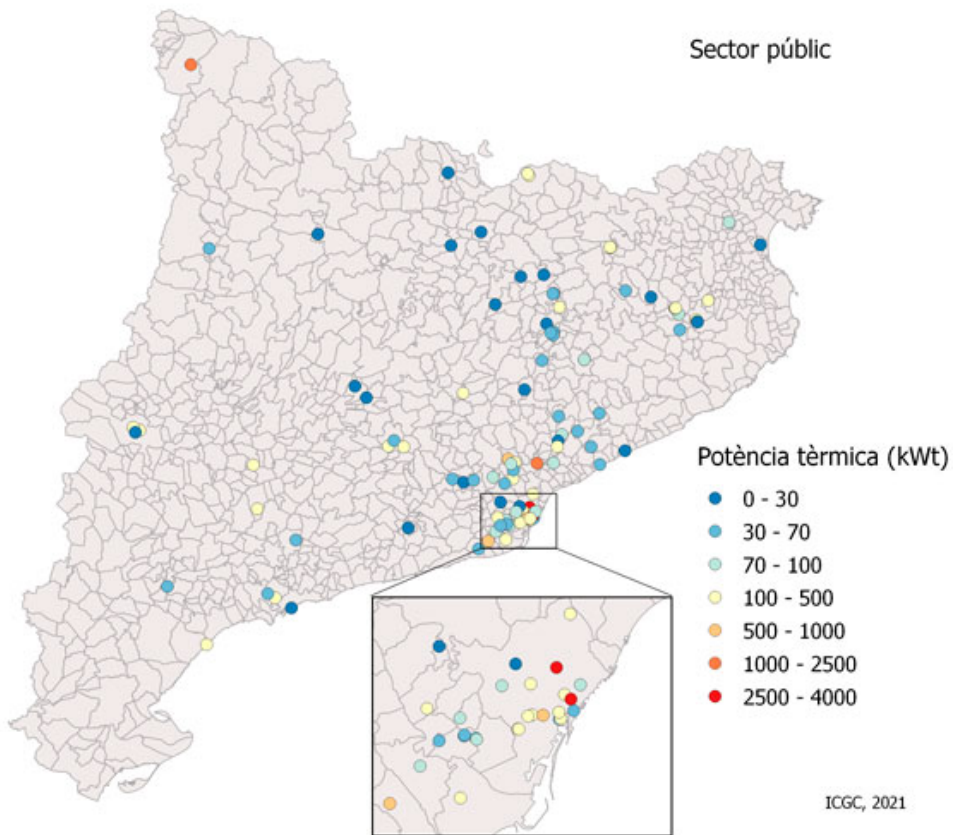
AVANTATGES DE L'ENERGIA GEOTÈRMICA

- Tecnologia consolidada, i un sector empresarial preparat
- Energia renovable tèrmica que genera autoconsum tèrmic
- Energia autòctona / energia local veritablement "km 0"
- Energia constant i estable en el temps (365dia/any i 24 hores/dia)
- No requereix manipulació ni transport de cap combustible
- No genera combustions. Nul impacte qualitat aire, acústic o visual
- Energia bio-segura: evita el risc sanitari de la legionel·la
- Manteniment dels equips mínim (comparat amb altres EERR)
- Redueix "l'efecte illa de calor" en zones urbanes/industrials
- És pot hibridar. p.ex la geotèrmica – fotovoltaica és perfecte
- Adaptable a xarxes de climatització de fred, calor i producció d'ACS
- Energia que es pot digitalitzar i monitoritzar. Energia "Smart"
- Energia que es pot emmagatzemar en el subsòl o en piles tèrmiques
- L'energia més eficient. (etiquetatge energètic classe "A")
- Eficiències del 400 i 500 % (COP /EER de 4-5)

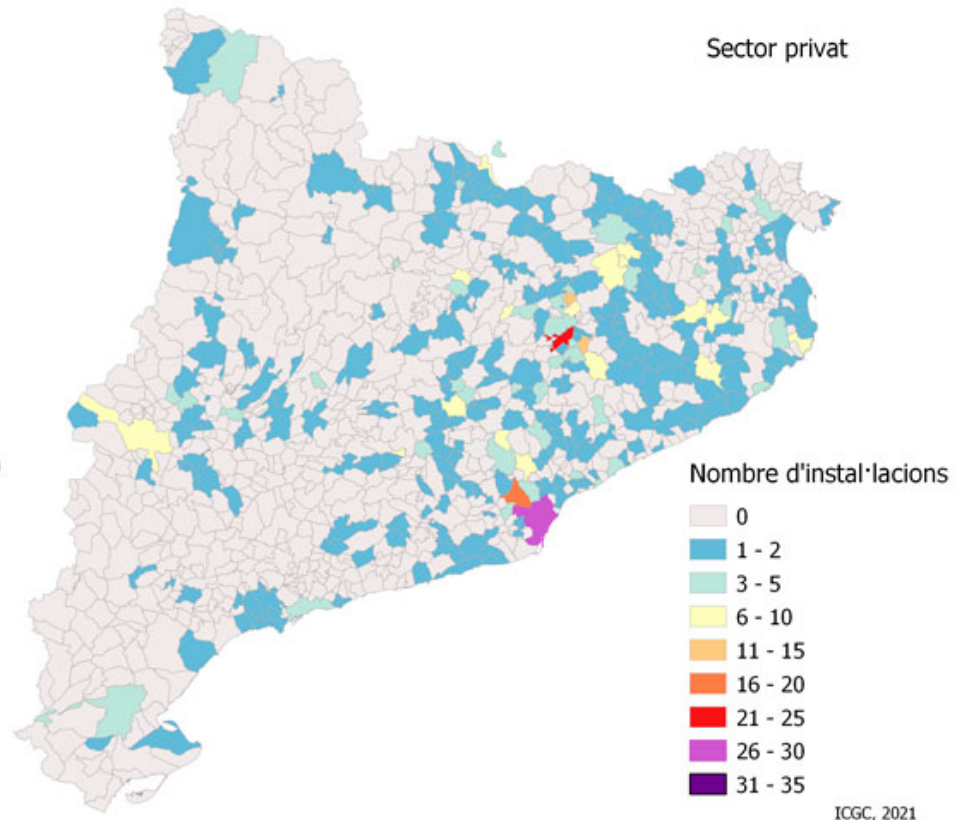


2. Sistemes d'Intercanvi geotèrmic amb bomba de calor

Sector públic



Sector privat

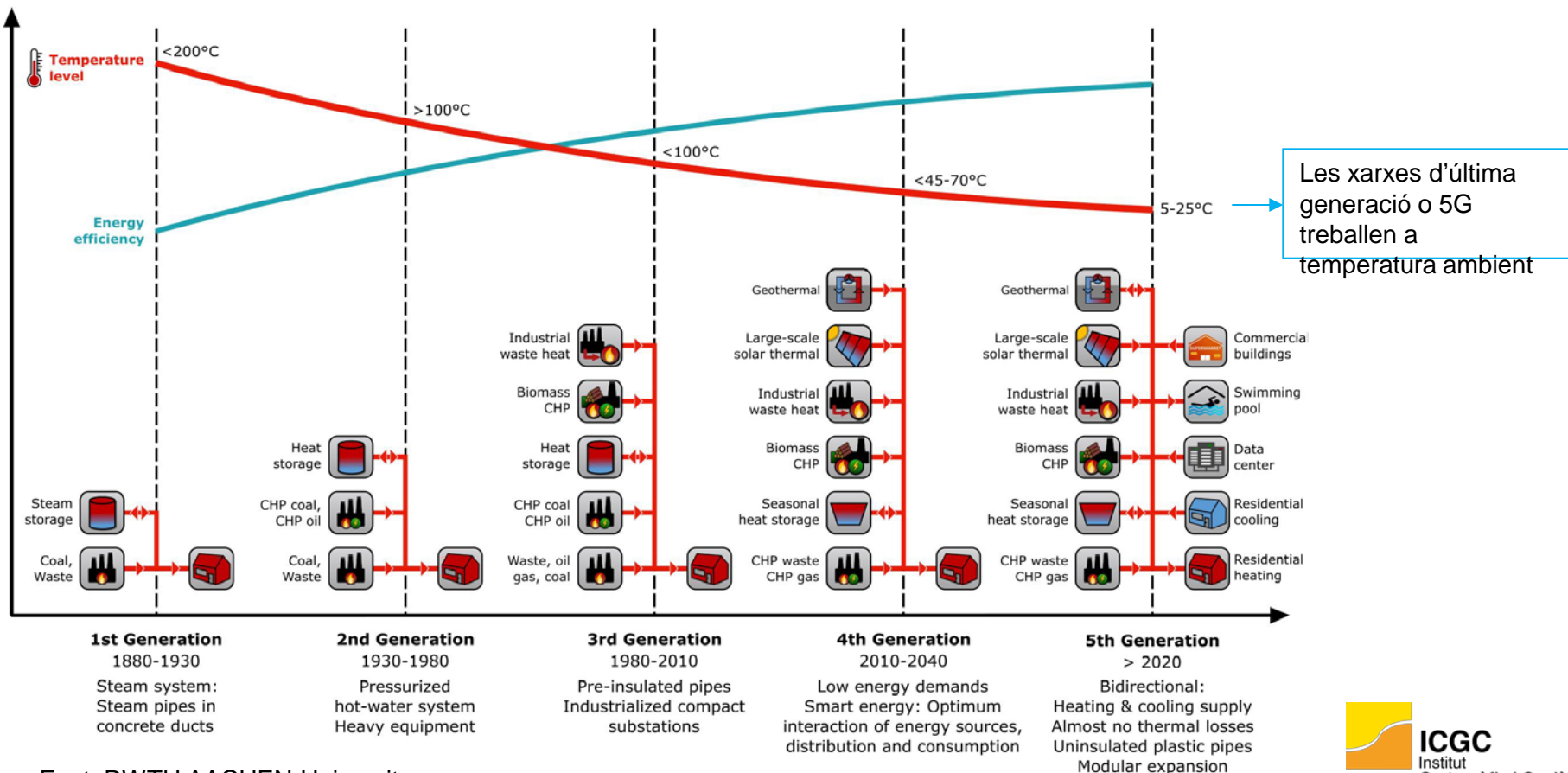




3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia

- Ens referim a les xarxes urbanes de distribució de calor i fred per a la seva utilització en calefacció, climatització i aigua calenta sanitària de forma simultània.

Evolution of District Heating

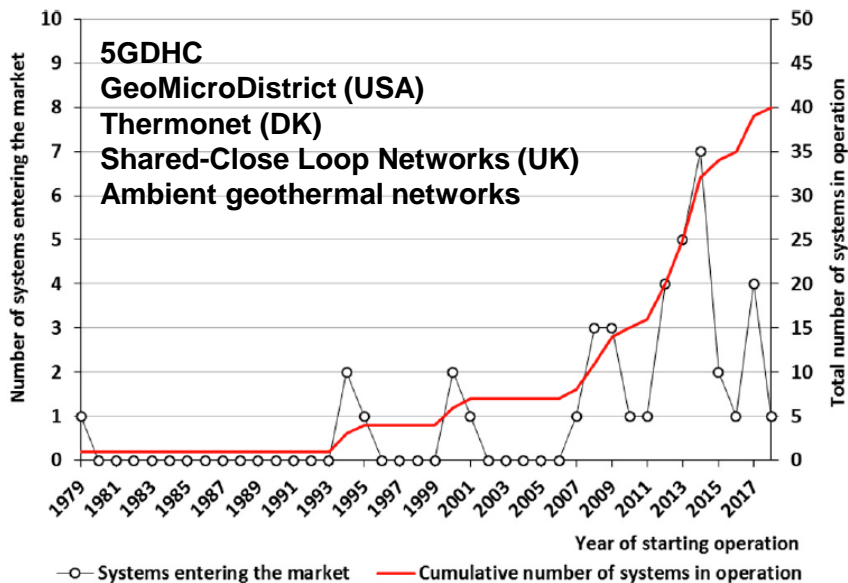




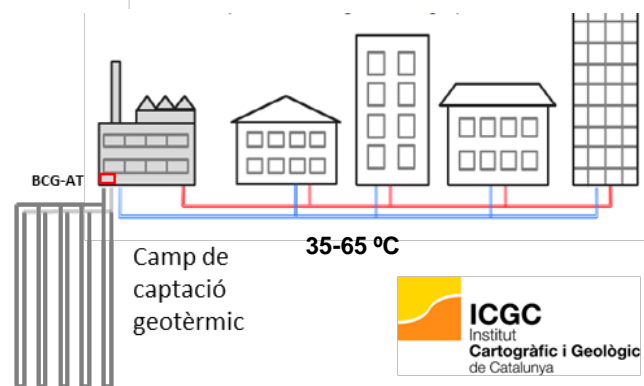
3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia

La calefacció i refrigeració de districte (DHC) es considera una de les tecnologies més sostenibles per satisfer les demandes de calefacció i refrigeració dels edificis a les zones urbanes.

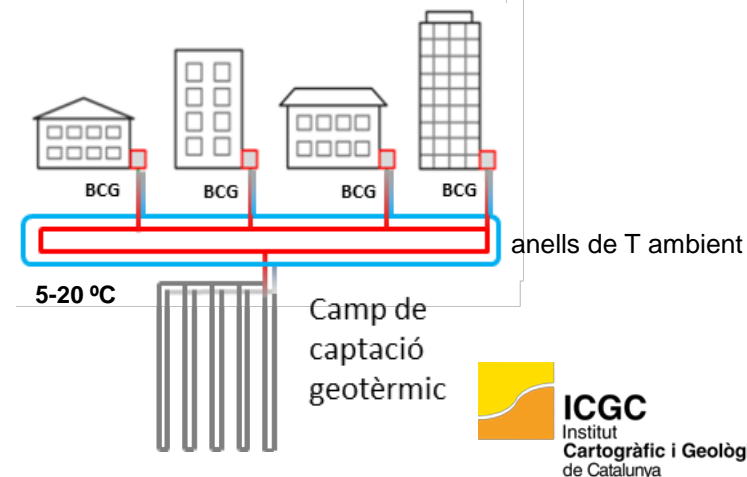
Els sistemes 5GDHC operen a una temperatura propera a la del terreny i inclouen bombes de calor aigua-aigua associat a subestacions ubicades als edificis on es connecten les bombes de calor per satisfer la demanda requerida de l'usuari.



Xarxes Centralitzades de Calor i Fred amb geotèrmia 4GDHC



Xarxes amb producció Des-Centralitzada de Calor i Fred amb geotèrmia 5GDHC





3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia

❑ Xarxa de calor, fred i ACS amb Geotèrmia híbrida amb fotovoltaica i biomassa d'Olot:

Alimenta 7 edificis

Biomassa:

- 2 calderes de 450 i 150 kW (**600 kW**)
- Consum: 700 Tn/any
- Acumuladors: 2 de 8000 litres (+350 kW extres)

Geotèrmia:

- 3 bombes de calor de 60 kW (**180 kW**)
- Acumuladors: 2 de 2000 litres (+350 kW extres)
- Camp de captació: 24 pous de 100m (2400m)
- Sistema de 4 tubs per produir fred i calor de forma independent (60/90°C) i (5°C/15°C)

Fotovoltaica:

- 120 ut / 240 Wp
- Potència: 28,8 kWp/ 25 kW
- Consum elèctric geotèrmia: 31.753 kWh
- Producció elèctrica: 42.040 kWh
- Consum elèctric bombeig DHC: 62,300 kWh

Sistema Back-up:

- 1 caldera de gas natural (750 kW). No s'utilitza

- Operada des de 2017
- Estalvis 570 Tn/any
- Inversió: 1.441.000,00 €. Amortització 15 anys
- SPF = 3.8 / EER = 4.0

Renovables
tèrmiques



Geotèrmica



Biomassa



Solar
fotovoltaica

Renovable
elèctrica

4a generació amb
geotèrmia, FV i
biomassa



Xarxa DHC de 4



Xarxa DHC
d'Olot



Fonamentació del
mercat municipal



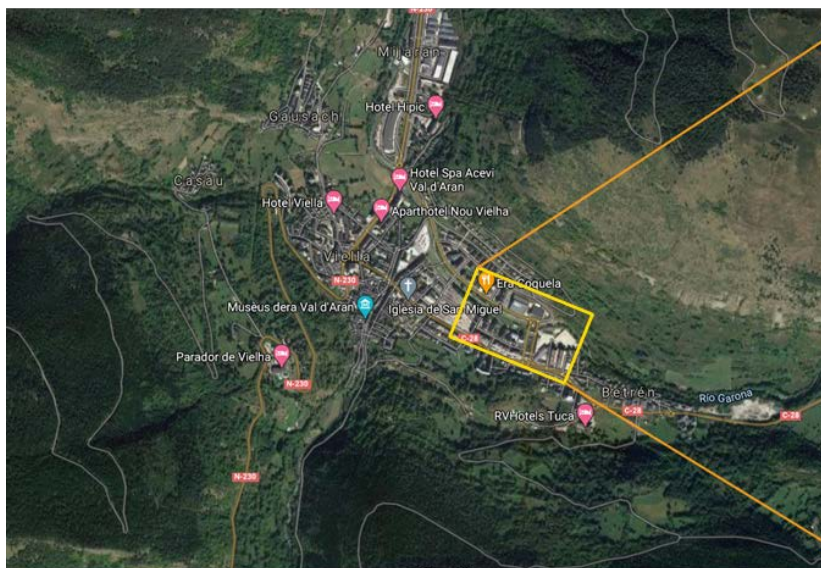
3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia

4a/5a generació amb geotèrmia, FV, ST, biomassa i emmagatzematge

Projecte 'Vielha Smart Multi-RES micro DHC grid'

Xarxa de districte híbrida capaç de generar fred i calor utilitzant una combinació d'energies renovables (geotèrmia superficial com a font principal + biomassa + solar fotovoltaica + emmagatzematge subterrani i solar tèrmica).

- Passar d'un sistema format per calderes individuals usant combustibles fòssils (gas propà + gasoil) a una xarxa de districte de fred i calor i ACS amb una combinació d'energies locals 100% renovables.
- Energies: geotèrmia superficial com a font principal d'energia + PV + biomassa (back-up)
- S'estudiarà la implementació d'un sistema d'emmagatzematge subterrani per corregir el desequilibri tèrmic H-E.
- Busca ser un model de micro-DHC basat en energies renovables reproduïble a altres zones rurals i de muntanya.

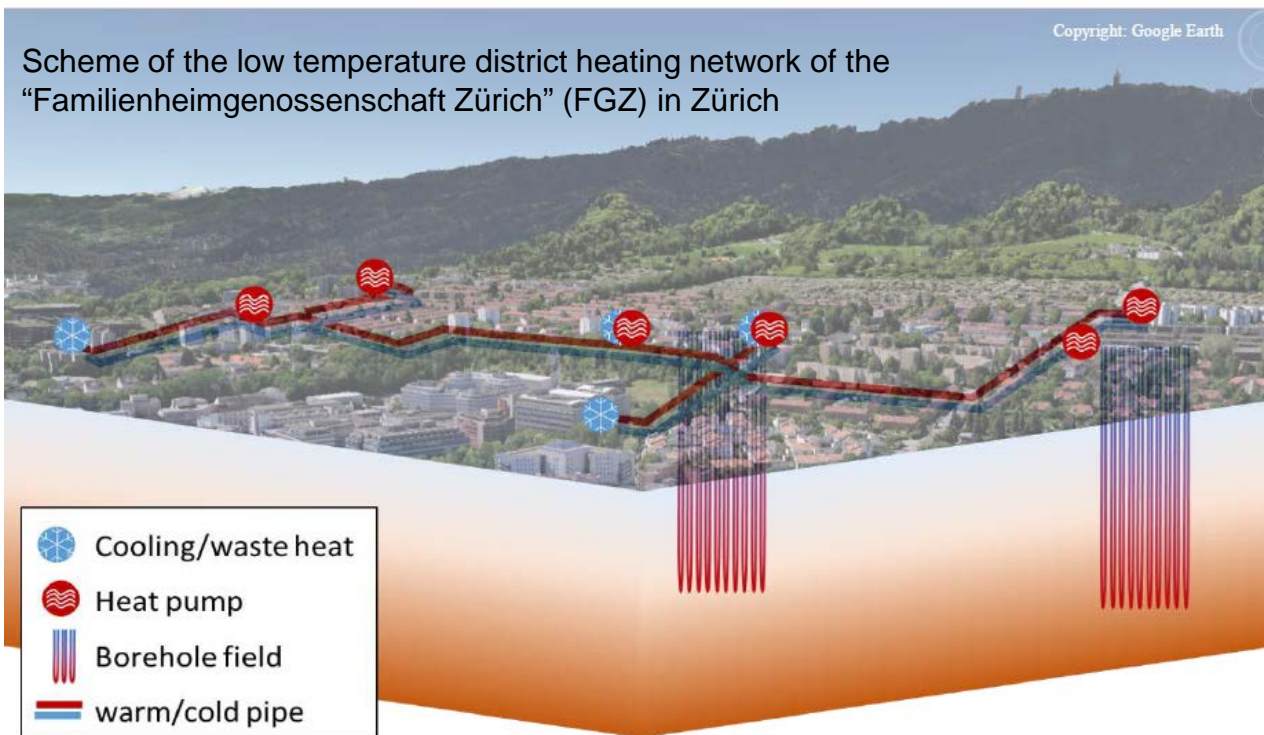




3. Xarxes de climatització de 4a i 5a generació amb geotèrmia

Xarxes Centralitzades de Calor i Fred amb geotèrmia

5a generació amb geotèrmia, solar T i calor residual



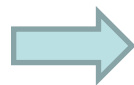
(Font: Florian Ruesch et al. / Energy Procedia 122 (2017) 1099–1104)



4. Compartir energia i Comunitats Energètiques Locals (CELs)

A què ens referim quan parlem de Comunitats Energètiques? (IDAE)

- Comunitat ...que tenen com a objectiu principal beneficiar col·lectivament de les mateixes instal·lacions de generació o altres mesures situades a l'entorn d'aquesta comunitat.
- Per aprofitament de la _____ **capacitat de generació elèctrica com tèrmica**
- Beneficis: econòmics (estalvi), eficiència, mediambientals, social, i d'empoderament ciutadà.



En l'àmbit tèrmic, les **xarxes de distribució de calor i fred** són una valuosa eina per a l'impuls de les **comunitats energètiques**, així com per a la reducció del consum de combustibles fòssils i d'emissions de CO₂, i com a via d'integració dels sectors elèctric i tèrmic.

No obstant això, la seva implantació efectiva a l'estat espanyol és relativament petita en comparació als països del nostre entorn.



4. Compartir energia i Comunitats Energètiques Locals (CELs)



El concepte de les CELs van molt més enllà

- El missatge que es trasllada a la ciutadania és que CEL = instal·lacions SF o eòlica.
- Però en realitat les CELs van més enllà de la generació elèctrica. Es poden aplicar a la generació tèrmica per descarbonitzar la climatització dels edificis (un 40-70% de la despesa de les nostres llars, i un % de les emissions important)
- De fet el PNIEC, ja considera que les CEL poden tenir un paper molt rellevant en el desenvolupament de les **xarxes de climatització urbanes**
- Les xarxes de climatització urbana són una de les eines contingudes en les mesures de descarbonització i eficiència energètica en el **“Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030”**

Barberà de la Conca, Espluga de Francolí, Montblanc, Senan, Solivella, Vimbodí i Poblet, Consell Comarcal i Concactiva



<http://www.concactiva.cat/>



Comunitats Energètiques: noves oportunitats per a la seva empresa



<https://comunitat-energetica.lacelleradeter.cat/>



5. Concepte “Shared Ground Loop Arrays”

I com lliguem les **Xarxes de climatització de 5a generació** amb les **CELs**?

- Senzillament ► apliquem el concepte: ‘**Shared-loop ground source heat pumps**’

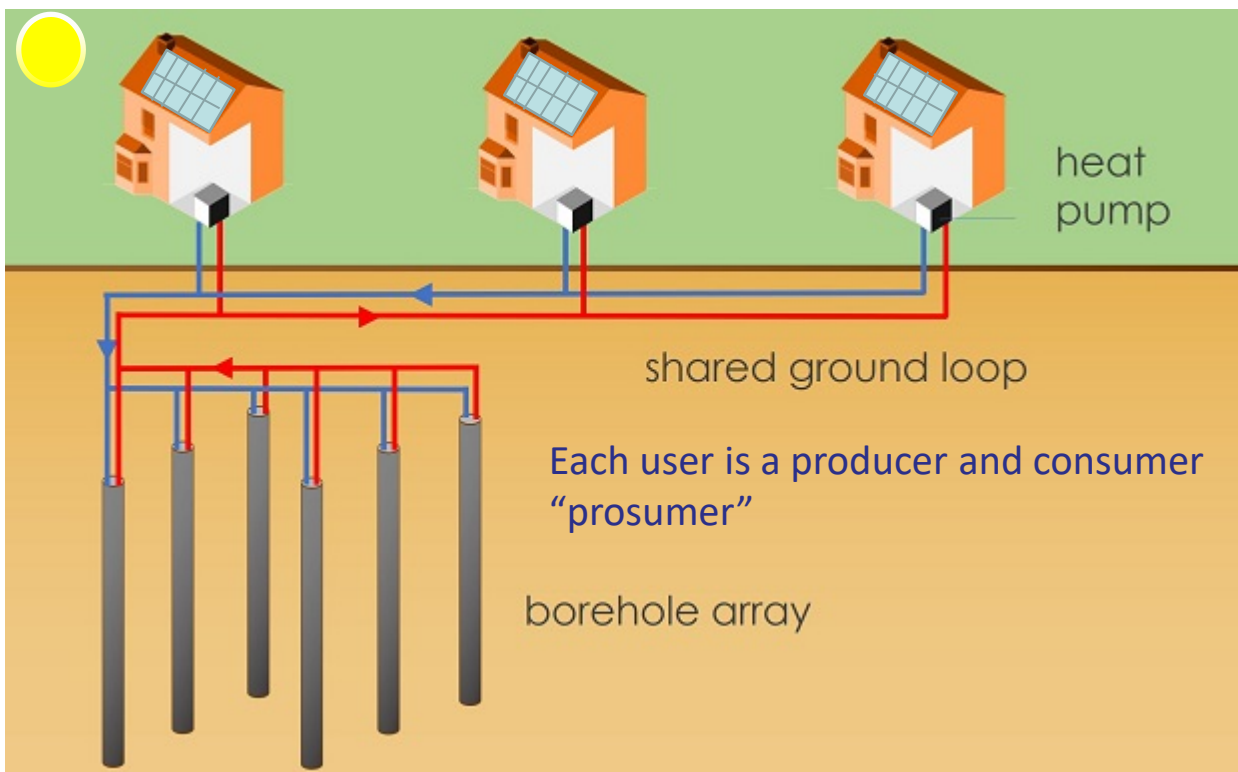
Geotèrmia (ER tèrmica)

Shared-loop heat networks

+

Shared electricity supply?

Fotovoltaica (ER elèctrica)





6. Cas real “Shared Ground Loop Arrays”

ENFIELD Tower Blocks, London (UK)

England’s largest shared ground loop array heat pump system

- Projecte de rehabilitació a Londres (2018)
- 8 blocs de pisos (402 pisos = 400 bombes de calor individuals)
- Camp de captació de 100 sondatges (16 Shared ground loop Systems. Clusters of 6-8 boreholes @200 m serving individual heat pumps installed within the flats)
- 4.6 M £
- Estalvi de 773 tCO₂ /any
- Estalvi del 50% de la factura anual pels residents

<https://www.kensaheatpumps.com/>

GROUND SOURCE HEAT PUMPS
& SHARED GROUND LOOP ARRAYS IN
TOWER BLOCKS

ENFIELD, LONDON



OVER 100 BOREHOLES DRILLED



400+ GROUND SOURCE HEAT PUMPS



ECOVIURE

FÒRUM ENERGIA 2021

ESTRATÈGIES COL-LABORATIVES EN TRANSICIÓ ENERGÈTICA

Moltes gràcies....

‘Energia geotèrmica
i la seva hibridació
en xarxes de
climatització de fred
i calor de 5a
generació’

Ignasi Herms

Cap de l'Àrea de Recursos Geològics
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

(ICGC)

ignasi.herms@icgc.cat

geotermia@icgc.cat



ICGC

Institut
Cartogràfic i Geològic
de Catalunya



Research network for including
Geothermal technologies into
Decarbonized heating and cooling grids

