Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESTUDI DE VIABILITAT D'UNA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA EN L'EDIFICI MULTIFUNCIONAL "CAL FORMIGUERA" DE LINYOLA (LLEIDA)

Per **Agustí Boldú Sedano**

Manresa, 10 de Juny de 2015

Director: Jordi Oliveras Mejías

Titulació: Grau en Enginyeria de Recursos Energètics i Miners

Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa

Universitat Politècnica de Catalunya

AGRAÏMENTS

Aquest treball ha estat possible gràcies a la col·laboració i sobretot a la dedicació d'un conjunt de persones que sense elles el resultat d'aquest projecte no hauria sigut el mateix.

- A l'Ajuntament de Linyola i en especial al departament dels Serveis Tècnics així com al seu alcalde i personal administratiu per tot el suport donat i per facilitar-me tot el material necessàri per a la realització del projecte.

- A la meva família i més concretament als pares i germana per tot el suport donat durant aquest període i durant tot el meu procès educatiu.

- Als meus companys de vivenda pel seu suport durant aquest 4 anys de convivència i en especial durant la realització de llur projecte.

- A la meva parella Aina. El seu suport ha estat molt important.

- A l'empresa Catalana de Perforacions S.A i especialment a Santi Olalla i Xavier Roca de Catalana de Perforacions per als seus consells i la seva orientació en la realització del disseny i pressupost de l'instal·lació.

- A Jordi Oliveras Mejías que com a tutor s'ha mostrat atent i sobretot receptiu alhora de donar-me consells per afronar el treball.

A tots ells, moltes gràcies

RESUM DEL TREBALL

La dependència energètica als combustibles fòssils en la qual està sotmesa la societat actualment ens obliga a pensar i inclús diria conscienciar-nos de la necessitat del canvi a una dependència energètica més sostenible i duradora.

És per aquest conjunt de circumstàncies que s'ha cregut oportú estudiar i dimensionar una instal·lació geotèrmica en un edifici i poder així observar:

- La seva viabilitat econòmica per poder dur-ho a terme.
- La seva eficiència energètica i convertir-se així en una instal·lació sostenible, rentable i respectuosa amb l'entorn.

Aquest treball està recolzat per tres grans conceptes.

Primerament, per la necessitat d'abastiment energètic d'un edifici a partir d'una energia renovable com és l'energia geotèrmica en detriment d'energies no renovables o combustibles com és el gas natural.

Després, per poder demostrar d'alguna manera la viabilitat i l'eficiència a partir de les energies renovables i crear així un model d'implantació per a futures instal·lacions geotèrmiques o en el seu defecte, per qualsevol altra instal·lació a partir d'altres energies renovables com la solar o la biomassa per exemple.

Darrerament, la possibilitat d'adaptar la nova instal·lació geotèrmica als sistemes instal·lats actualment a l'edifici sense que això pugui ocasionar despeses ni modificacions addicionals.

RESUMEN DEL TRABAJO

La dependencia energética a los combustibles fósiles en la cuál está sometida la sociedad actual nos obliga a pensar e incluso diría a concienciarnos de la necesidad del cambio a una dependencia energética más sostenible y duradera.

Es por todo este conjunto de circunstancias que se ha creído oportuno estudiar i dimensionar una instalación geotérmica en un edificio y poder así observar:

- Su viabilidad económica para poder llevarla a cabo.
- Su eficiencia energética y transformarse así en una instalación sostenible, rentable y respetuosa con su entorno.

Este trabajo se fundamenta por tres grandes conceptos.

En primer lugar, por la necesidad de abastecimiento energético de un edificio a partir de una energía renovable como en este caso lo es la energía geotérmica en sustitución de energías no renovables como puede ser el gas natural.

Después, para poder demostrar de un modo u otro la viabilidad y la eficiencia a partir de las energías renovables y crear así un modelo de implantación para futuras instalaciones geotérmicas o en su defecto, para cualquier instalación a partir de energías renovables como la solar o la biomasa por ejemplo.

En último lugar, la posibilidad de adaptar la nueva instalación geotérmica a los sistemas ya implantados actualmente en el edificio sin que eso implique modificaciones y gastos adicionales.

WORK RESUME

The fossil fuels energetic dependency that is the society subject make us think and be aware of the needed of the change to a more sustainable and enduring energetic dependency.

Is because of all this circumstances that we deemed required to study and measure a geothermic installation on a building to be able to observe:

- Their own economic viability to make it happen.
- Their own energetic efficiency and become that way in a sustainable, profitable and respectful with the environment.

This work is backed with three big concepts.

First of the needed energetic supply of a building from a renewable energy like the geothermic energy instead of the regular energies nonrenewable and fuels like natural gas.

Also to prove in any way the viability and eficense of renewable energies and create that way an implantation model for future geothermic installations or any other installation from renewable energies like solar or biomass for example.

Behind that possibility of taking that new geothermic installations to the systems already installed now in the building without being able to cause more expenses or additional modifications

ÍNDEX

1. Introducció 9

1.1 Antecedents 9

1.2 Objectiu 9

1.3 Energia geotèrmica 10

1.4 Tipus d'energia geotèrmica 11

1.4.1 Energia geotèrmica de baixa entalpia 13

1.5 Captacions 14

1.6 Principi de funcionament d'una bomba geotèrmica 18

1.7 Aplicacions 19

1. 8 Avantatges e inconvenients 20

2. Dades Generals 22

2.1 Abast del projecte 22

2.2 Dades del client 23

2.3 Ubicació 23

2.4 Descripció de l'edifici 27

3. Estat actual 31

3.1 Instal·lacions 31

3.2 Activitats 34

3.3 Ocupació del edifici 36

3.4 Superfícies 39

3.5 Resum dels consums energètics 40

3.6 Evolució dels preus dels combustibles 43

4. Criteris de disseny 45

4.1 Font d'energia primària 45

4.2 Funcionament del sistema geotèrmic 47

5. Pressupost estimat 48

6. Estudi i càlcul dels costos d'operació 50

6.1 Estudi dels consums actuals 50

6.2 Previsió de les despeses 51

6.2.1 Despeses de Manteniment 51

7. Amortització 53

7.1 Estudi dels costos d'amortització i període de retorn 53

8. Resum de l'estudi de viabilitat 54

9. Conclusions 55

10. Bibliografia / Webgrafia 56

11. Annexes 59

10.1 Annex I: Reportatge fotogràfic 60

10.2 Annex II: Estudi TRT (Test de Resposta Tèrmic) 67

10.3 Annex III: Fulls de càlcul càrregues tèrmiques 83

10.4 Annex IV: Justificació de dades i preus 98

ESTUDI DE VIABILITAT EDIFICI CAL FORMIGUERA

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents:

Per tal d'assolir un model energètic sostenible és molt important seguir fomentant l'aplicació i l'implantació de les energies renovables.

Cal impulsar les fonts d'energia renovable al màxim però buscant un equilibri per tal de que aquestes siguin el component principal per a l'abastiment energètic, és a dir, cal impulsar-les de manera notable a la mateixa vegada que s'han de reduir les necessitats energètiques de la societat fins a tal punt que es pugui aconseguir que les energies renovables conformin el principal component energètic.

El perquè d'intentar aconseguir llur model energètic és degut a que aquests tipus d'energia són netes, es restitueixen de forma gratuïta i constant i, a llarg termini poden constituir la principal aportació dins a Catalunya, fet que comportaria una independència energètica i no faria falta dependre de injeccions exteriors.

La zona de la plana de Lleida i més concretament la comarca del Pla d'Urgell es troba en una zona on el salt tèrmic a l'hivern i a l'estiu és notable ja que hi ha una diferència d'uns 12 graus a l'hivern i d'uns 6 graus a l'estiu i a més a més, és un dels territoris catalans on el nivell freàtic es troba molt pròxim a la superfície (entre 2 i 3 metres aproximadament).

Per tot això, he decidit dimensionar i estudiar la possibilitat d'instal·lar-hi un sistema geotèrmic de baixa entalpia per climatitzar i dotar de ACS a un edifici propietat del consistori.

Aquest projecte planteja les opcions d'adaptar el nou sistema geotèrmic al sistema instal·lat actualment a l'edifici (Fancoils) o bé l'opció de realitzar de nou l'instal·lació i adaptar-ho al 100% al nou sistema geotèrmic implantat.

1.2 Objectiu:

L'objectiu del present treball és proporcionar les eines i les justificacions suficients per tal de demostrar la seva viabilitat econòmica, la seva eficiència energètica i la seva projecció definitiva d'una instal·lació geotèrmica de baixa entalpia a un edifici públic de la localitat de Linyola, situada a la comarca del Pla d'Urgell (Lleida).

1.3 Energia geotèrmica:

L'energia geotèrmica és aquella energia que es pot obtenir a partir de l'aprofitament del calor intern de l'escorça terrestre.

El EGEC la defineix com "l'energia emmagatzemada en forma de calor per sota de la superfície de la Terra" i el IGME la defineix com "font d'energia renovable abundant, d'explotació viable, tècnica i econòmicament, que evita emissions de gasos d'efecte hivernacle i on la seva existència al nostre subsòl està contrastada i provada".

Entenem per calor intern de la Terra el que es troba emmagatzemat en roques o aigües subterrànies independentment de la seva temperatura o profunditat. Aquests dos factors influeixen en el tipus de geotèrmia o en els diferents tipus de captació.

És sabut que aquesta calor es considera contínua e inesgotable.

És conegut que la temperatura augmenta amb la profunditat generant així un gradient tèrmic, és a dir, un flux de calor cap a l'exterior (Veure figura 1).

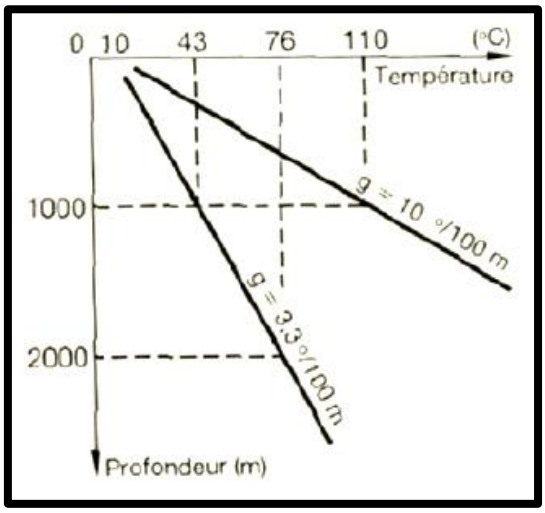


Figura 1. *Gradient geotèrmic terrestre (Font: IDAE).*

En zones on el flux de calor és notable s'hi pot trobar jaciments geotèrmics d'alta temperatura, en canvi, en zones on aquest flux és més baix és normal trobar-s'hi jaciment geotèrmics de mitja o baixa temperatura.

Per tal de que aquests recursos puguin ser explotats sigui quina sigui la seva aplicació fa falta reunir una sèrie de condicions geològiques i econòmiques determinades per tal de garantir l'èxit en llur explotació.

1.4 Tipus d'energia geotèrmica:

Segons la seva entalpia o el seu nivell de temperatura, l'energia geotèrmica es divideix en 3 grans grups:

- Energia geotèrmica de baixa entalpia.
    - Sistemes oberts
    - Sistemes tancats
- Energia geotèrmica de mitja entalpia.
- Energia geotèrmica d'alta entalpia.

També s'hi pot trobar una altra divisió anomenada energia geotèrmica de molt baixa temperatura.

Pràcticament la totalitat dels jaciments geològics existents són jaciments geotèrmics de molt baixa temperatura ja que la seva temperatura és inferior als 30ºC aproximadament i s'hi pot extreure el calor emmagatzemat a les capes més superficials de l'escorça terrestre.

L'energia geotèrmica de baixa entalpia s'argumentarà en el següent punt del treball, el punt 1.4.1

Energia geotèrmica de mitja entalpia:

Generalment s'assoleixen temperatures compreses entre els 100ºC i els 150ºC aproximadament i a unes profunditats d'entre 2000 i 4000 metres.

Les zones on s'acostuma a trobar aquestes relacions de temperatura i profunditat són en àrees d'aprimament litosfèric, és a dir, en zones amb un vulcanisme actiu i sobretot en zones amb una elevada concentració d'isòtops radioactius, per tant, prop de centrals nuclears en activitat o ja en desús.

Aquests jaciments necessiten una intrusió magmàtica com a font de calor o un aqüífer com a zona de recàrrega amb la diferència de que no hi ha existència de cap tipus de capa impermeable sobre l'aqüífer que pugui emmagatzemar el calor i mantenir així els nivells de calor i pressió més o menys constants.

Aquestes temperatures al voltant dels 150ºC permeten el seu ús per a la producció d'electricitat a mitjana escala o per a un ús directe en sistemes de calefacció urbans o per a calefacció industrial.

Energia geotèrmica d'alta entalpia:

Aquests tipus d'energia es dóna en àrees on la temperatura és superior als 150ºC i amb un gradient geotèrmic molt elevat, del orde dels 30ºC cada 100 metres.

Les zones on aquest gradient geotèrmic i és present tenen les característiques que són sísmicament actives, amb activitat volcànica recent (entenent el concepte recent geològicament) o bé es troben ubicades al extrem de la placa litosfèrica. (Veure figura 2)

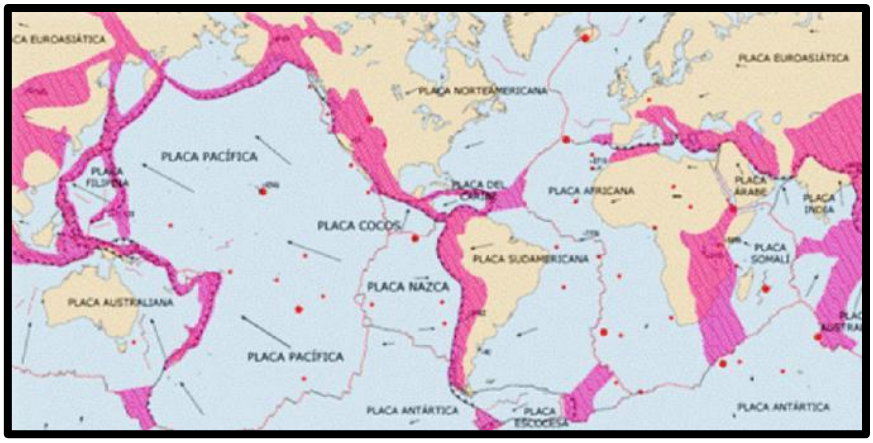


Figura 2. *Àrees situades als límits de placa i amb un elevat gradient geotèrmic (Font: IDAE)*

Són jaciments dels quals se'n pot extreure suficient calor per arribar a produir energia elèctrica a partir de vapor d'aigua.

Aquests tipus d'instal·lacions van en augment ja que en el món cada cop s'estan instal·lant més plantes geotèrmiques d'alta entalpia. (Veure figura 3).

GEOTERMIA DE ALTA TEMPERATURA	
PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (Año 2000) Potencia instalada (MWe):	
Total en el mundo	7.974
EEUU	2.228
Filipinas	1.909
Italia	785
Méjico	755
Indonesia	590
Japón	547
Nueva Zelanda	437

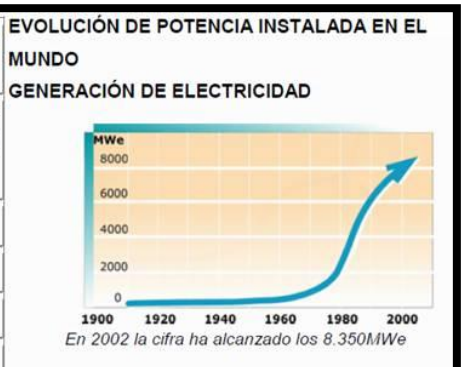


Figura 3. *Geotèrmia d'alta entalpia instal·lada al món a la dècada dels 2000 (Font: IGME)*

1.4.1 Energia geotèrmica de baixa entalpia:

L'energia geotèrmica de baixa entalpia és aquella on la seva temperatura està compresa entre els 25º C i els 100º C aproximadament i el seu ús directe es troba en climatització de vivendes o edificis i també en condicionament de ACS per a habitatges o edificis.

Basa les seves aplicacions en la capacitat que posseeix el subsòl per emmagatzemar i acumular calor així com de mantenir més o menys constant la temperatura durant tot l'any (amb una variació d'uns 10º C en funció de la zona). Aquesta constant de temperatura es dóna entre els 10 i els 20 metres de profunditat.

Si s'observa la variació de temperatura en funció de la profunditat es pot observar (Veure figura 4) que aquesta temperatura no és igual en funció de l'època de l'any en que ens situem.

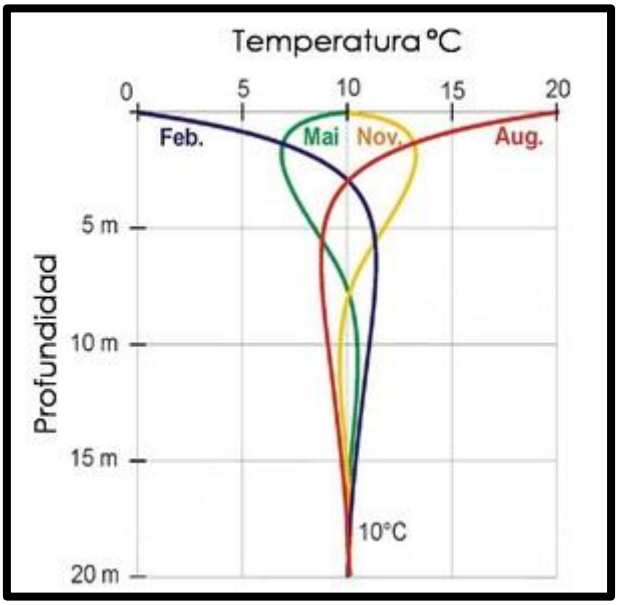


Figura 4. *Distribució de la temperatura fins als 20 metres de profunditat. (Font: IGA)*

S'observa com a **l'hivern**, la temperatura va en augment en consonància amb la profunditat fins arribar a una temperatura més o menys constant de 10º C.

Pel que fa a **l'estiu**, succeeix el mateix però a la inversa, és a dir, que a mesura que anem descendint en profunditat, la temperatura es redueix en 10º C.

Per últim, a les estacions de **tardor** i **primavera**, s'observa com les variacions són menors i a mesura que la profunditat augmenta, la temperatura es va estabilitzant fins a uns 10º C com succeeix a l'hivern.

Degut a que el calor emmagatzemat en aquest tipus d'energia és insuficient per a produir energia elèctrica, els recursos geotèrmics de baixa entalpia, per tant, aquells recursos amb temperatures inferiors als 100º C s'utilitzen per a la producció d'aigua calenta sanitària (ACS) i sobretot per a la climatització de vivendes i edificis.

Per tal de poder produir aquests sistemes és imprescindible l'acció de les bombes de calor geotèrmiques (Veure figura 5).

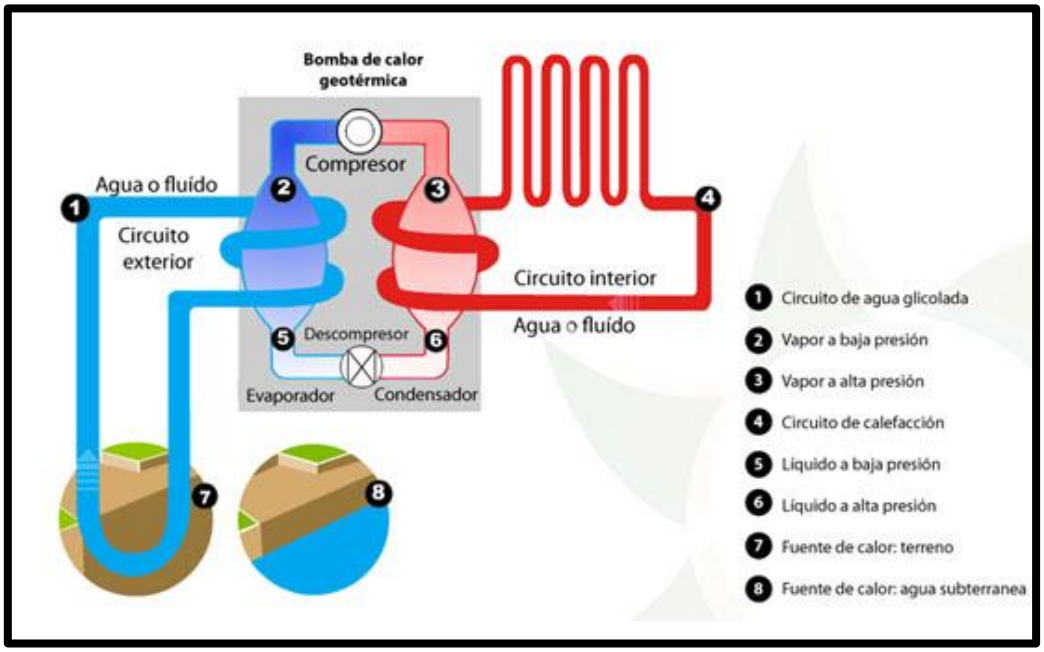


Figura 5. *Bomba de calor geotèrmica convencional i domèstica (Font: Pozos y Sondeos Tejada).*

1.5 Captacions:

Un cop sabut que hi ha suficients recursos per a poder ser explotats amb garanties, s'ha d'estudiar la seva extracció i quin model de captació cal escollir per tal de rentabilitzar al màxim aquest aprofitament.

La captació de l'energia geotèrmica es possible gràcies a uns captadors o sensors d'energia per on a través d'ells i circula un fluid, normalment Glicol o aigua amb Glicol que, amb contacte amb el subsòl capta o cedeix energia ja que es produeix un salt tèrmic entre el mateix fluid i el terreny.

Això també és possible realitzar-ho amb presència d'aigües subterrànies ja que es poden extreure aquestes aigües i aprofitar directament la seva temperatura.

Per tal de dur a terme aquestes operacions es poden aplicar diferents sistemes de captació com:

- Captació vertical.
- Captació horitzontal.
- Captació d'aigües subterrànies.
- Captació de llacs o rius.

Captació vertical:

Consisteix en la realització de una o varies perforacions d'entre 50 i 200 metres aproximadament on s'hi introduiran captadors o sensors d'energia en cada una d'elles (Veure figura 6).

Tenen l'avantatge de que l'espai que ocupen és molt reduït i proporcionen una gran estabilitat tèrmica.

Presenten l'inconvenient que té un cost d'execució elevat ja que s'han de realitzar perforacions al terreny i això engloba moviment de terres i adaptació del terreny.

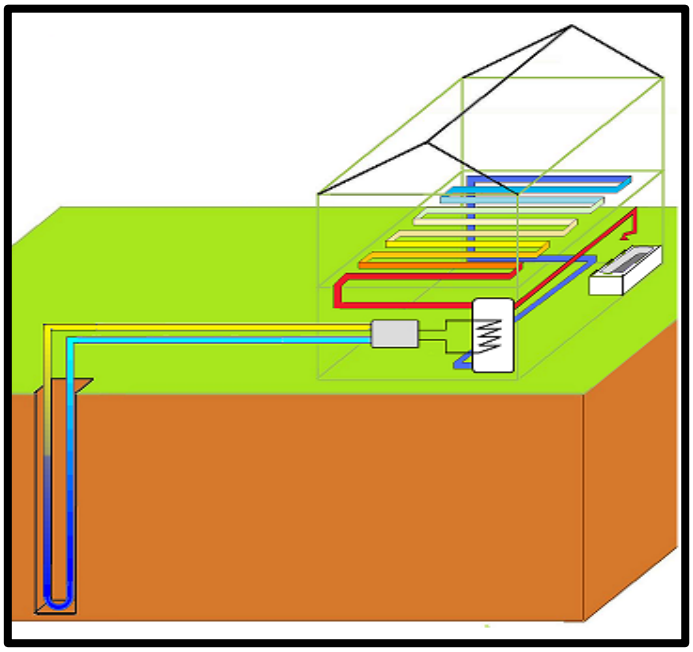


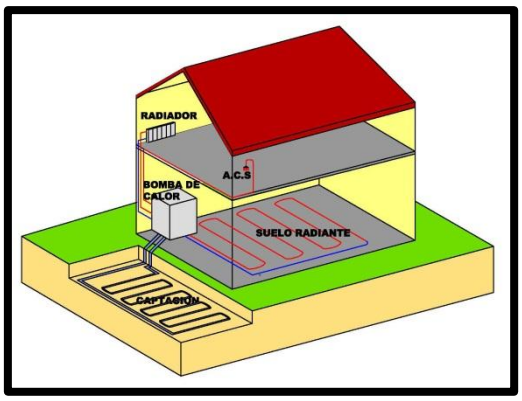
Figura 6. *Captació vertical (Font: Sitiosolar).*

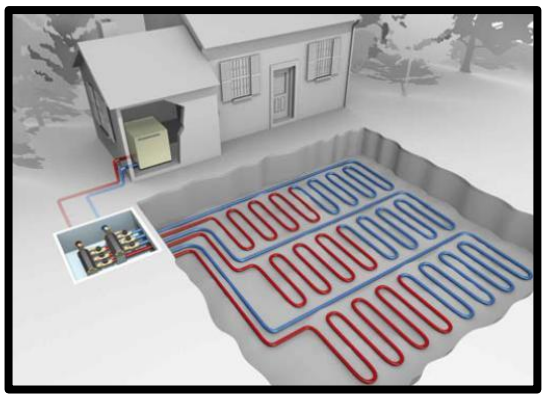
Captació horitzontal:

A diferència de l'anterior, en aquest tipus de captació no s'executen perforacions, sinó que es realitzen diverses rases d'entre 0,5 i 1,5 metres aproximadament i és en elles on s'hi col·loca els captadors o sensors d'energia (Veure figures 7 i 8).

És un sistema més econòmic ja que la profunditat de perforació és sensiblement menor que en la captació vertical però es necessita molta més superfície de terreny on el qual no s'hi podrà plantar cap tipus de vegetació arbòria que tingui un arrelatge profund ja que amb el pas dels anys poden arribar a malmetre als captadors geotèrmics i en conseqüència malmetre la instal·lació en general.

Aquest tipus de sistema no es recomanable per a aquelles instal·lacions que requereixin l'aportació de fred a l'habitatge o a l'edifici.





Figures 7 i 8. *Sistemes de captació geotèrmica horitzontal (Fonts: Solargal i Energies RenovablesGeotèrmica).*

Captació d'aigües subterrànies:

Quan hi ha presència d'aigües subterrànies en les proximitats, existeix la possibilitat d'extreure llur aigua.

L'extracció s'efectua mitjançant perforacions (una de extracció i una altra d'injecció). L'aigua es conduïda cap a la bomba de calor i és aquí on es produeix l'intercanvi energètic vist en la figura 5 i finalment es retorna al subsòl per l'altra perforació, és a dir, per la perforació de retorn o d'injecció (Veure figura 9).

És fonamental per a l'èxit d'aquest sistema un caudal mínim al llarg de la vida de la instal·lació.

També s'ha de tenir en compte el consum energètic de la bomba d'elevació que inevitablement s'haurà que implantar al sistema de climatització el qual comportarà un descens de l'eficiència energètica de l'habitatge o edifici.

Al tractar-se d'un recurs hídric (Secció B), s'haurà de tenir l'autorització de la confederació hidrogràfica corresponent, ja sigui ACA o la Confederació Hidrogràfica de L'Ebre per a les terres catalanes.

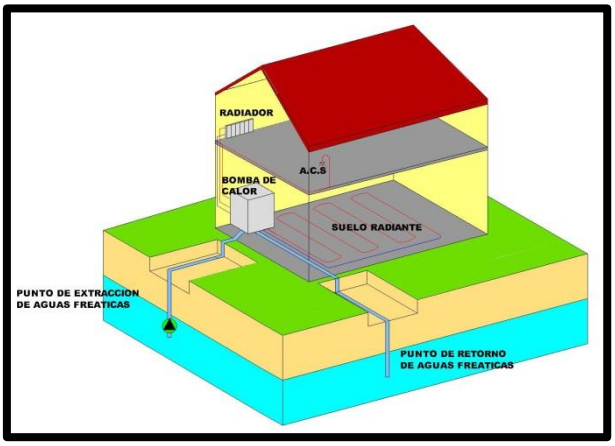


Figura 9. *Sistema de captació d'aigües subterrànies (Font: Solargal).*

Captació de llacs o rius:

En el nostre territori és un sistema obsolet degut a la poca presència de grans rius o llacs i d'edificacions pròximes.

Sense dubte és el sistema més econòmic ja que no hi ha perforacions ni rases i s'aprofita la naturalesa del llac o riu.

Consisteix en introduir a dins l'aigua els captadors o sensors geotèrmics que realitzaran l'intercanvi energètic amb l'aigua enlloc del terreny (Veure figura 10).

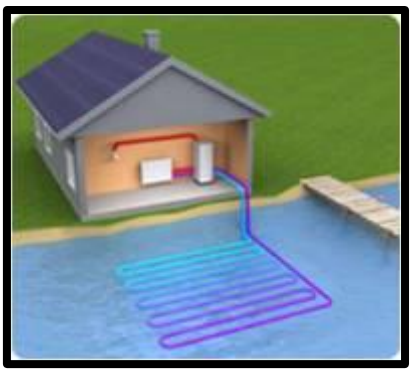


Figura 10. *Sistema geotèrmica de captació de llacs o rius (Font: GirodGeotermia).*

1.6 Principi de funcionament d'una bomba geotèrmica:

Una bomba de calor és una màquina la qual transfereix el calor des d'un focus fred fins a un altre focus calent utilitzant una quantitat de treball relativament petita. L'aplicació en climatització és la següent:

- En calefacció (Hivern):

  El focus calent és el exterior i el focus fred és l'interior de l'edifici (s'extreu el calor del exterior i s'introdueix cap a dins l'edifici).

- En refrigeració (Estiu):

  El focus calent és l'interior i el focus fred és l'exterior (es cedeix calor del interior del edifici i s'extreu al exterior per baixar la temperatura de dins l'edifici).
  L'encarregada de realitzar aquests cicles és la bomba de calor (Veure figura 11).

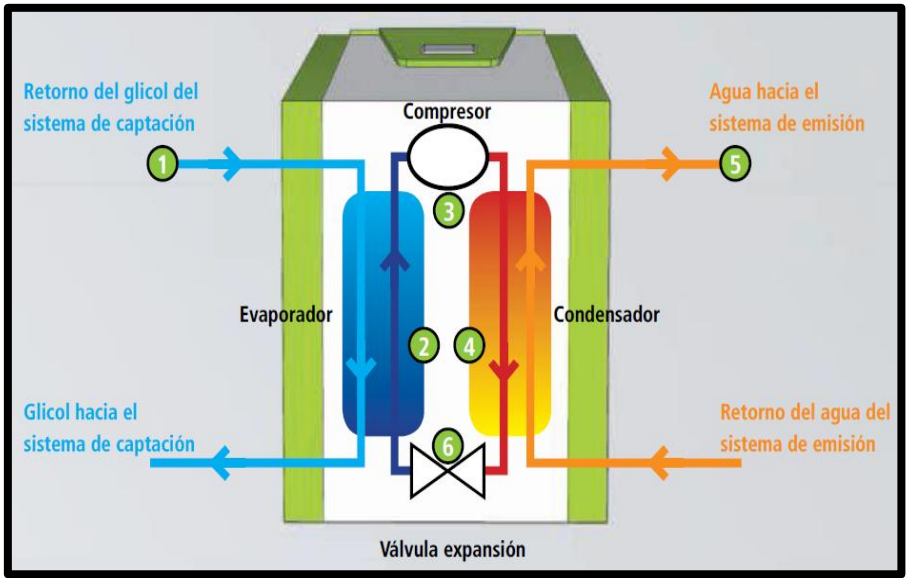


Figura 11. *Funcionament d'una bomba de calor geotèrmica*
(Font: Catalana de Perforacions)

PRINCIPIS DE FUNCIONAMENT:

1: Inicialment el glicol o etilenglicol es fa circular pel sistema de captació, és a dir, en les sondes de dins els pous a una temperatura inferior a la del terreny. Aquest salt tèrmic propicia una transferència de calor del terreny cap al glicol.

2: Després, dins l'evaporador, aquest mateix glicol cedeix la calor captada del terreny al refrigerant que circula pel circuit frigorífic fent entrar aquest en estat de ebullició.

3: El refrigerant que al augmentar la temperatura passa d'estat líquid en estat gasós, passa al compressor fent augmentar considerablement la pressió i la temperatura d'aquest.

4: A continuació, el refrigerant a alta pressió i temperatura passa al condensador on es refreda i es condensa cedint el calor al sistema d'emissió d'aigua el qual augmenta de temperatura.

5 i 6: Per últim, l'aigua del sistema d'emissió es distribueix per la casa o edifici proporcionant calor o fred si invertim el cicle.

1.7 Aplicacions:

Com s'ha dit anteriorment, l'energia geotèrmica posseeix un gran ventall d'aplicacions i a diferents àmbits. Aquests àmbits poden anar des de grans infraestructures amb una demanda energètica important com poden ser centres hospitalaris, complexos hotelers, instal·lacions esportives o blocs de habitatges de gran envergadura com els que es poden trobar a els grans ciutats fins a petites edificacions domèstiques com habitatges unifamiliars o plurifamiliars, xalets o masies.

Les principals aplicacions de l'energia geotèrmica segons el seu grau d'entalpia són:

- Energia geotèrmica de baixa entalpia
  - Climatització en vivendes, habitatges o edificis industrials.
  - Refrigeració de naus industrials.
  - Producció d'aigua calenta sanitària (ACS).

- Energia geotèrmica de mitja entalpia
  - Climatització i refrigeració de naus i infraestructures industrials.
  - Climatització de piscines.
  - Balnearis i centres termals.
  - Aqüicultura.
  - Ramaderia.
  - Hivernacles.

- Energia geotèrmica d'alta entalpia
  - Producció d'energia elèctrica per abastiment industrial.
  - Producció d'energia elèctrica per injecció a la xarxa.

1.8 Avantatges e inconvenients:

Com tot tipus d'energia, ja sigui renovable o no renovable, presenta una sèrie de aspectes positius i una sèrie d'aspectes negatius.

Els aspectes positius van tots relacionats amb la seva presència il·limitada al tractar-se d'una energia renovable i a priori, inesgotable.

Pel que fa als inconvenients o aspectes negatius, en aquest tipus d'energia estan basats principalment en les afeccions constructives i les diferents fases d'obra així com amb l'elevat cost inicial que tenen aquests tipus d'instal·lacions.

A continuació s'enumera un llistat d'avantatges i d'inconvenients.

Avantatges:

- Costos relativament baixos, tant els de manteniment com els d'execució.
- Font d'energia renovable i tal com s'ha dit amb anterioritat, inesgotable.
- Gran estalvi energètic. Fins a un 70% en calefacció i fins a un 50% en refrigeració.
- Emissions de CO_2 a l'atmosfera pràcticament nul·les.
- Vida útil d'uns 50 anys com a mínim i en condicions de treball i de manteniment estàndards.
- Flexibilitat en qualsevol tipus de clima i en qualsevol ubicació.
- Muntatge en l'interior de l'edifici o habitatge i a sota de la superfície terrestre. Instal·lació estètica.
- Residus produïts són mínims.
- Sistema silenciós i combinable amb altres tipus de sistemes d'energies renovables.

Inconvenients:

- En circuits oberts existeix la possibilitat de lleugera contaminació d'aigües freàtiques o subterrànies.
- Incapacitat de ser transportada com a energia primària.
- Elevat cost d'instal·lació.
- Afecció en la fase d'obra. Ocupació i afectació del terreny, soroll, escorrenties, llots, etc.
- Modificació i alteració de les característiques internes dels aqüífers.

2. DADES GENERALS

2.1 Abast del projecte:

Aquest treball està dividit en dues parts. Una primera part referent a un estudi de viabilitat econòmica i energètica per tal de poder demostrar la seva rentabilitat i eficiència. Les part que s'inclouen són:

- Dades del client.
- Ubicació de l'edifici on s'hi instal·la el sistema geotèrmic.
- Descripció de llur edifici.
- Estat actual, és a dir, quins tipus d'instal·lacions hi ha actualment i quines són les diferents activitats que s'hi realitzen així com l'evolució dels preus dels combustibles emprats en l'edifici, principalment gas natural.
- Criteris de disseny. Quines són les fonts d'energia primària que s'utilitzen i quin serà el funcionament, control i regulació del futur sistema geotèrmic.
- Estimació del pressupost.
- Estudi i càlcul dels costos d'operació.
- Amortització.
- Resum.
- Pla de rentabilitat.
- Conclusions.

L'altra segona part del treball està enfocada en el projecte executiu, és a dir, que és el que es farà i de quina manera. Aquesta part inclou:

- Memòria descriptiva.
- Memòria tècnica.
- Plànols
- Plec de condicions tècniques.
- Estudi Bàsic de Seguretat i Salut.
- Pressupost.
- Annexos. Aquí s'hi inclourà el reportatge fotogràfic i l'estudi TRT del terreny.

El projecte no inclou:

- Estudi d'impacte ambiental de l'activitat. (S'ha cregut convenient desenvolupar únicament la part tècnica enlloc de també la part ambiental).

2.2 Dades el client:

NOM	Ajuntament de Linyola	
ADREÇA	Carrer Major nº 7	
TELÈFON / FAX	973 575 019 / 973 714 333	
REPRESENTANT LEGAL	Josep Capdevila Piñol (alcalde)	
DEPARTAMENT	Serveis tècnics	
MUNICIPI / CODI POSTAL	Linyola/ 25240	
CORREU ELECTRÒNIC	ajuntament@linyola.ddl.net	

2.3 Ubicació:

Ubicació general:

L'edifici està ubicat a la població de Linyola, situada al Nord de la comarca del Pla d'Urgell dins la província de Lleida (Veure figura 12).

És la població més septentrional de la comarca i limita amb els termes de Bellvís i Vallfogona de Balaguer per la seva vessant Est; amb el Poal i el Palau d'Anglesola pel Sud; a l'oest delimita amb les poblacions d'Ivars d'Urgell i Penelles i amb Bellcaire d'Urgell per la cara Nord.

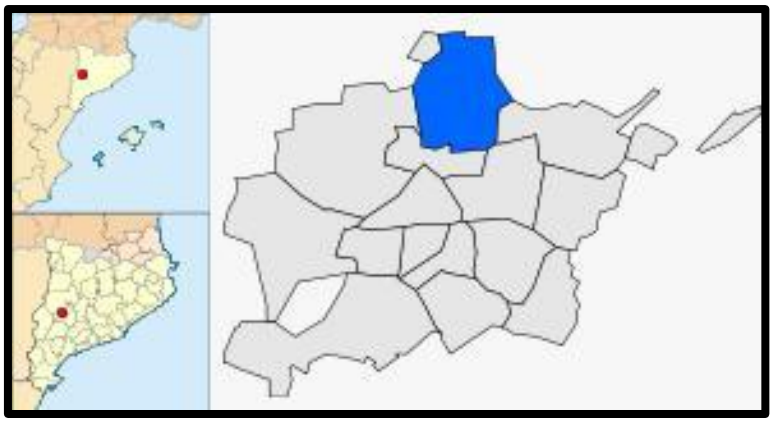


Figura 12. *Ubicació de Linyola a Catalunya (Font: Ajuntament Linyola).*

Linyola està situada en un turó a 250 metres per sobre del nivell del mar aproximadament i disposa d'un terme aproximat d'uns 29 quilòmetres quadrats els quals estan regats pel Canal d'Urgell i pel seu auxiliar nomenat Canal Auxiliar d'Urgell.

La principal via de comunicació és la carretera comarcal LP-3322 que l'uneix amb Mollerussa (capital de comarca) i que creua l'autovia A-2.

Aquesta autovia comunica les dues ciutats més importants del país com són Barcelona i Madrid amb pas per altres ciutats com Saragossa o Lleida.

A dia d'avui és el segon poble amb més població de la comarca, darrera de la capital de comarca, amb uns 3.000 habitants aproximadament.

Ubicació detallada:

Dins el municipi de Linyola, l'edifici multifuncional es troba ubicat en el casc antic de la població, més concretament al Carrer Major nº 3 (Veure figura 13) on s'hi troben edificis com l'Ajuntament, el propi edifici "Cal Formiguera" o l'església parroquial de Santa Maria.

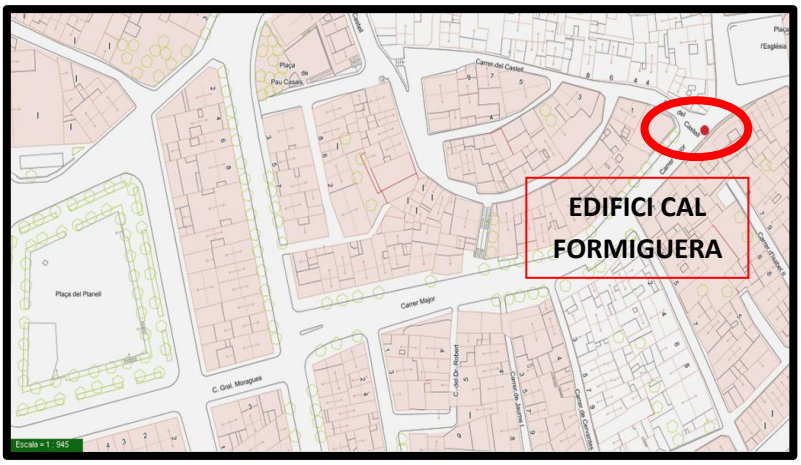


Figura 13. *En punt vermell, ubicació detallada edifici multifuncional (Font: Cartografia pròpia).*

Ubicació geològica:

La zona de la plana de Lleida, pel que fa a la seva geologia està poblada de estrats gravosos i arenosos en pràcticament tota la seva totalitat (Veure figura 14).

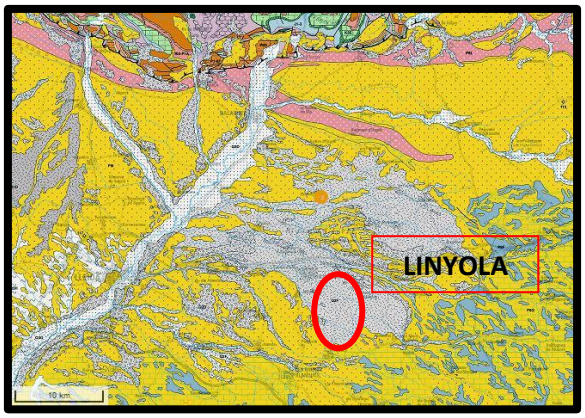


Figura 14. *Situació geològica a la plana de Lleida i Linyola (Font: ICC).*

Tal i com es pot observar en la fotografia anterior, s'aprecia que en tota la plana de Lleida on està situada Linyola hi predominen dos tipus d'estrats geològics.

D'una manera més aleatòria i repartida pel territori on es posen de manifest al est de la població i en color gris s'hi aprecia la presència de graves, gresos, lutites i en menor presència de conglomerats amb un alt grau de deteriorament.

D'altra banda, tal i com es pot observar en la fotografia i en color groc, els materials predominants en tota l'àrea lleidatana són més gresos i més lutites amb la diferència que aquests últims daten del període geològic Eocè superior – Oligocè, en canvi els primers daten del Plistocè mitjà i superior.

Llegenda geològica (Font: ICC)

Q3-G: Presència de graves, lutites, gresos i conglomerats deteriorats que daten de l'edat geològica del Plistocè mitjà i superior.

P8-I: Gresos i sobretot lutites del Eocè superior i del Oligocè.

Ubicació geotèrmica:

Geotèrmicament, la comarca del Pla d'Urgell i més concretament el municipi de Linyola són una àrea on es donen les condicions necessàries per dur-hi a terme exploracions o instal·lacions a petita escala com és el meu cas.

Les temperatures que es troben a la base de l'escorça terrestre són lleugerament elevades ja que es troben compreses entre els 550 i els 600º (Veure figura 15), dada que demostra la possibilitat d'haver-hi calor emmagatzemant al seu interior i amb possibilitats rentables de ser extret i aprofitat.

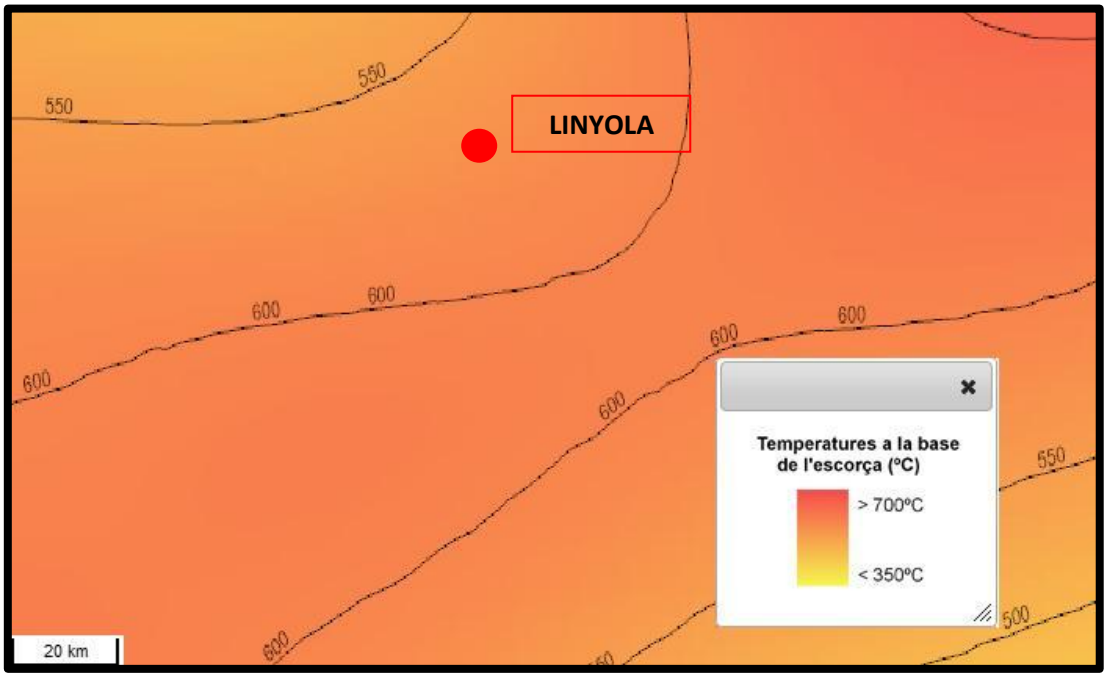


Figura 15. *Temperatures a la base de l'escorça a la zona de Lleida i Linyola (Font: IGC).*

A part de ser una zona amb alta temperatura a la base de l'escorça, també és una àrea amb un important gradient geotèrmic, és a dir, amb una elevada diferència de temperatura entre els mesos de més fred i els mesos de més calor com són l'hivern i l'estiu.

A la zona del Pla d'Urgell aquest valor o gradient té des de uns 20 fins a un màxim de 30 mK/m en funció de l'època de l'any (Veure figura 16 de la pàgina següent).

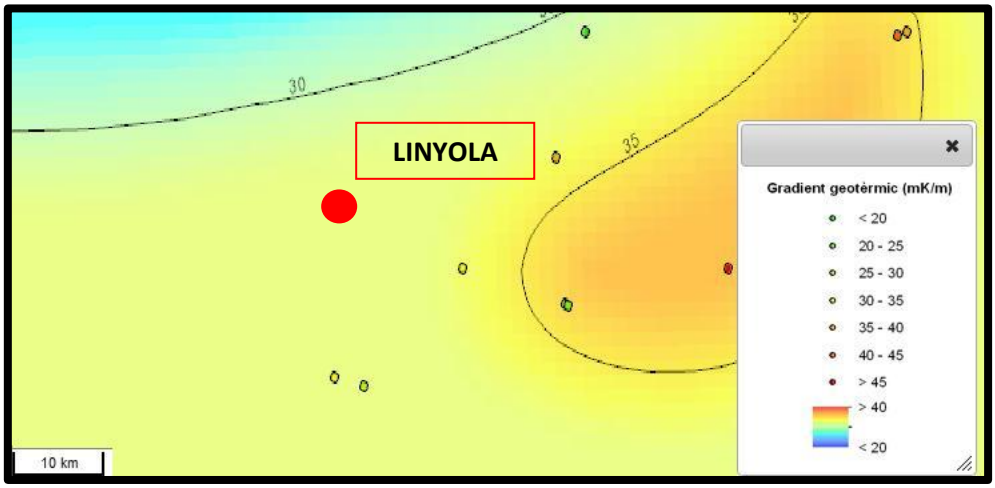


Figura 16. *Gradient geotèrmic a la zona del Pla d'Urgell i Linyola (Font: IGC).*

Així doncs, l'àrea escollida per a instal·lar-hi un sistema geotèrmic de baixa entalpia a priori presenta totes les característiques per assolir l'èxit en llur sistema i assegurar així una correcta implantació i rentabilitat.

2.4 Descripció de l'edifici:

L'edifici es troba situat al Carrer Major nº3 de la població de Linyola. Es troba situat a tocar de el consistori municipal i de l'església parroquial de Santa Maria.

És un edifici amb un caràcter senyorial i amb una similitud organitzativa i estructural amb el consistori.

Ambdós edificis es conformen unitàriament mitjançant els seus baixos els quals estan coordinats per una galeria porticada amb arcades de mig punt sobre uns pilastres els quals són els que condueixen a la plaça de la parròquia municipal (Veure figura 17).

Figura 17. *Arcades de mig punt de la part de baix de l'edifici.*

L'edifici es composa de 3 pisos.

PLANTA SOTERRANI

S'hi troba la cambra d'aigües amb els dipòsits de reserva i les seves instal·lacions necessàries. La resta d'espai sobrant és utilitzat com a magatzem independent a compartir entre l'Ajuntament i el propi edifici.

PLANTA BAIXA

La planta baixa (per damunt de les porticades) té un total de 3 obertures que donen cada una d'elles a un balcó conjunt que uneix llurs obertures (Veure figura 18). La planta consta de diferents dependències realitzades per a fer-s'hi diferents activitats municipals descrites més endavant.

Figura 18. *Primera planta edifici "Cal Formiguera".*

PRIMERA PLANTA

Referent al pis superior o primera planta, segueix la mateixa estructura arquitectònica que el pis noble però a diferència de l'anterior, aquest pis s'organitza en balcons individuals per a cada una de les diferents obertures (Veure figura 19). A diferència de la planta baixa, aquesta no està composta per diverses dependències sinó que la seva totalitat és una sala per ubicar-hi una activitat en concret.

Figura 19. *Planta superior.*

La planta baixa està formada per un conjunt de sales o habitacions on s'hi realitzen diverses activitats de caràcter municipal.

La primera planta està formada per una sola habitació ja que en ella s'hi ubica l'escola de Música de Linyola.

Seguint el carrer perpendicular al Carrer Major s'hi aprecia una plaça de nova construcció on s'hi estudiarà la possibilitat de realitzar-hi les perforacions.

Les altres dues opcions d'estudi per a realitzar-hi les perforacions a banda d'aquesta plaça són dos espais que es troben just enfront de l'edifici, una plaça que a dia d'avui fa la funció de pàrquing privat per a un bloc veïnal i la plaça de la parròquia ja que és d'unes dimensions considerables i aptes per a ubicar-hi les perforacions. (Veure figures 20, 21 i 22).

Figures 20 i 21. *Plaça nova (lloc de les perforacions) situada al darrera de l'edifici i plaça utilitzada com a pàrquing situada enfront de l'edifici.*

Figura 22. *Plaça de la parròquia municipal i possible ubicació dels pous.*

3. ESTAT ACTUAL

3.1 Instal·lacions:

L'edifici és de nova construcció i per tant, disposa de totes les instal·lacions necessàries per al seu correcte funcionament.

Aquestes són:

- Instal·lació elèctrica.
- Instal·lació de climatització.
- Instal·lació de fontaneria.
- Instal·lació de ràdio, televisió i telefonia.
- Instal·lació de prevenció d'incendis.
- Instal·lació de gas

INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

A la façana principal hi ha col·locat el Quadre General de Protecció (C.G.P) des d'on es passarà al quadre de comptadors el qual es troba situat a un armari de la mateixa façana.

Des d'aquests comptadors es passa a un altre C.G.P situat a la planta baixa i des d'aquí parteixen:

- 1 Línia per al quadre de compensació d'energia reactiva.

- 5 línies per als quadres generals de cada una de les plantes.

- 1 línia per alimentar la planta refrigerant de la climatització.

- 1 línia per al quadre de l'ascensor.

Cada una de les dependències de cada planta disposa d'un quadre de distribució i protecció i d'un targeter des d'on es podrà desconnectar:

- L'enllumenat general.

- Els endolls.

- Els Fancoils de climatització.

A continuació hi figura la taula de potències elèctriques, més concretament la potència instal·lada, la potència contractada i la potència admissible.

TOTAL POTÈNCIA INSTAL·LADA EN L'EDIFICI	**75.000 W**
TOTAL POTÈNCIA CONTRACTADA A L'EDIFICI	**60.000 W**
TOTAL POTÈNCIA MÀXIMA ADMISSIBLE EN L'EDIFICI	**87.000 W**

INSTAL·LACIÓ DE CLIMATITZACIÓ

L'edifici està climatitzat actualment per:

- 3 Calderes Murals a Gas Natural per climatitzar durant l'hivern situades en una sala de calderes, ubicada en el soterrani.

- Una Planta Refredadora d'aigua per als mesos d'estiu, situada en una terrassa en la planta coberta.

Aquests dos sistemes estan connectats entre sí per mitjà d'un tub a través d'un dipòsit d'inèrcia i d'una bomba re circuladora la qual enviarà aigua als diferents Fancoils ubicats en les diferents dependències i, aquests emetran escalfor o fredor en funció si l'aigua vingui de les calderes o de la planta refredadora.

Pel que fa a la primera planta, dependència on únicament s'hi allotjarà l'escola de música, els Fancoils treballen a baixa velocitat ja que així el nivell sonor és més baix i no ocasiona molèsties durant el transcurs de les classes de música.

INSTAL·LACIÓ DE FONTANERIA

En la façana del carrer Isabel II, és a dir, al carrer perpendicular en direcció descendent del Carrer Major hi ha instal·lat un armari amb el comptador d'aigua i les seves vàlvules pertinents.

Des d'aquest armari s'hi va instal·lar un tub fins al dipòsit de polietilè de 2.000 litres de capacitat ubicat a la planta soterrani, llur dipòsit disposa d'una boia per controlar el seu nivell constantment.

Junt al dipòsit hi va instal·lat un equip motor bomba amb una hidrosfera i els seus pressòstats des d'on, a partir d'aquí, surten diversos tubs multicapa de polietilè per alimentar als serveis de cada una de les plantes.

Cadascun dels serveis sanitaris disposa per a la seva connexió d'una clau d'esquadra i d'una lira flexible per al seu tancament i manteniment.

INSTAL·LACIÓ DE RÀDIO, TELEVISIÓ I TELEFONIA

Ràdio i Televisió:

L'antena de recepció de ràdio i televisió es troba situada a la coberta de l'edifici i en cada una de les plantes hi ha una presa per tal de poder rebre correctament el senyal.

Telefonia:

En la sala auxiliar de la planta baixa es troba l'armari de connexió "RACK". Llur armari disposa d'un repartidor telefònic i un regleter de connexions el qual distribuirà la línia telefònica en cada una de les presses que estan ubicades en cada planta i en algunes dependències.

El cablejat empleat és de Categoria 5 ja que així pot ser utilitzat com a línia de dades.

INSTAL·LACIÓ DE PREVENCIÓ D'INCENDIS

Aquesta instal·lació disposa de:

- Un polsador d'emergència situat darrere recepció en la planta baixa.
- Centraleta d'incendis, ubicada en un armari dins el vestíbul de la planta baixa.
- Tres equips amb senyals òptics i acústics situats a cada uns dels passadissos de cada planta.
- 12 extintors de pols seca de 6 kg d'eficàcia 21A-113B-C repartits per les 3 plantes.
- Rètols foto luminescents per poder localitzar:
    - Extintors en cada planta.
    - Polsadors d'emergència.
    - Direcció i ubicació de cada una de les sortides.

INSTAL·LACIÓ DE GAS

L'edifici s'abasteix de Gas Natural com a combustible.

Aquest combustible es subministrat a través de la Xarxa de Distribució que la companyia subministradora disposa al municipi.

La instal·lació de gas està constituïda principalment per:

- Una clau de tall general encastada a la vorera del carrer Isabel II, el carrer perpendicular al Carrer Major i en sentit descendent.

Des d'aquesta clau i per mitjà d'un tall de conversió Polietilè/Acer i de soterrat a aeri, es passa fins al tub d'alimentació del propi edifici el qual és d'acer i es troba grapat o encastat a la façana fins a la sala de calderes ubicada en la planta sota coberta.

3.2 Activitats:

L'edifici es va construir per a poc a poc anar-hi ubicant diverses activitats municipals ja que on es realitzaven amb anterioritat, els serveis no eren òptims per a la realització de les mateixes.

A les plantes s'hi ubiquen diferents activitats com:

PLANTA SOTERRANI:

Magatzem independent i per a ús conjunt entre l'edifici i l'Ajuntament.

PLANTA BAIXA:

Les diferents dependències d'aquesta planta tenen diferents finalitats i algunes disposen d'accessos independents.

- Sala d'exposicions: Destinada a sala d'actes i/o sala d'exposicions sense mobiliari fix.

- Sala polivalent: Sala per a actes més reduïts i/o sala d'exposicions sense mobiliari fix.

- Vestíbul de l'edifici: Destinada a la recepció per a gestionar tots els sistemes d'instal·lacions de l'edifici, l'accés a les escales, a l'ascensor i als serveis adaptats.

- Sala auxiliar: Destinada per a sala de reunions, cursos o conferències per exemple. Disposa de mobiliari fix o mòbil en funció de l'acte present.

PLANTA PRIMERA

Tal i com s'ha dit anteriorment, la totalitat d'aquesta planta està destinada a l'escola de música de Linyola.

Per les característiques d'aquesta planta i complint en tot moment la normativa per la qual es regulen les escoles de música i dansa (Decret 179/1993 de 17 de Juliol), aquesta disposa d'accessos independents de la resta de l'edifici.

Es distingeixen dos tipus d'aules dins d'aquesta planta: les aules generals i les aules d'instrument les quals es diferencien les unes amb les altres per la superfície ocupada. Aquesta planta disposa d'un total de 9 aules on una és més gran que les altres ja que està destinada com a aula d'audicions.

PLANTA SEGONA

Planta destinada a les diferents entitats locals de caire cultural, esportiu o lúdic.

En ella s'hi troben diferents dependències, 8 sales i un despatx el qual es va cedint a les diferents entitats per la seva activitat.

Cada una de les entitats locals comparteixen el mateix espai d'una manera organitzada.

PLANTA COBERTA

Disposa dels elements tècnics de les instal·lacions com:

- Sala de màquines de l'ascensor.
- Sala per a les instal·lacions de calefacció (calderes i mecanismes auxiliars).
- Terrassa exterior per a la planta refredadora per a l'aire condicionat.

URBANITZACIÓ EXTERIOR

Destinat com a pati interior o simplement com un espai exterior dins el complex de l'edifici situat a la part posterior a l'entorn de l'escala d'emergència.

3.3 Ocupació del edifici:

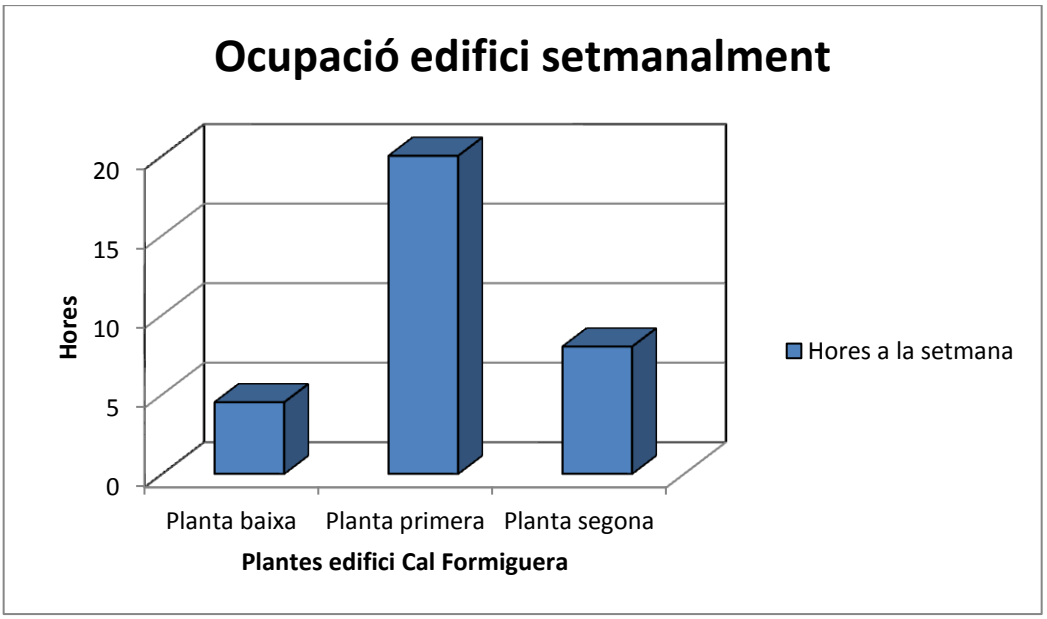
L'edifici no ha estat dissenyat per a una completa ocupació, per tant, no funciona a ple rendiment durant tota la setmana ja que al agrupar-s'hi diferents agrupacions, els dies de funcionament també són diferents.

Tal i com es podrà observar en el pressupost estimat de l'instal·lació, es contemplaran dues opcions d'implantació com són:

- Utilització de l'energia geotèrmica per suplir al 100% al sistema actual.

- Utilització de l'energia geotèrmica únicament per a les zones que requereixin més demanda, és a dir, l'ús de la geotèrmia en les plantes on l'ús sigui més constant.

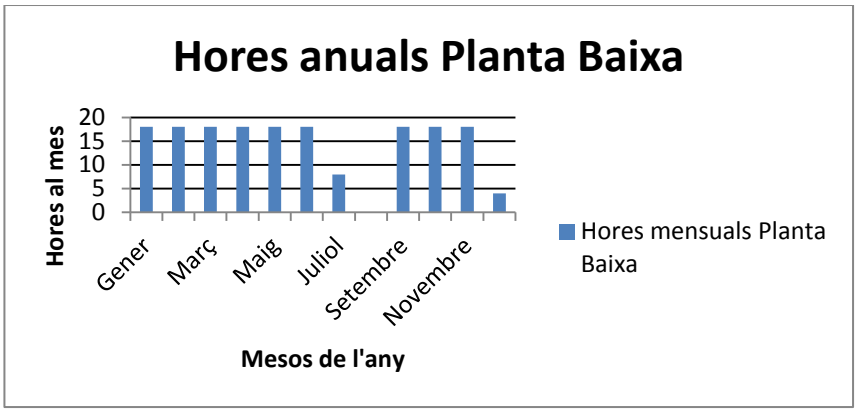
A continuació es mostren uns gràfics per poder observar l'ocupació que tenen les diferents plantes del edifici (planta baixa, planta primera i planta segona) a nivell setmanal, mensual i anual i, poder així realitzar un disseny posterior per més concret en les plantes on la demanda és més elevada.



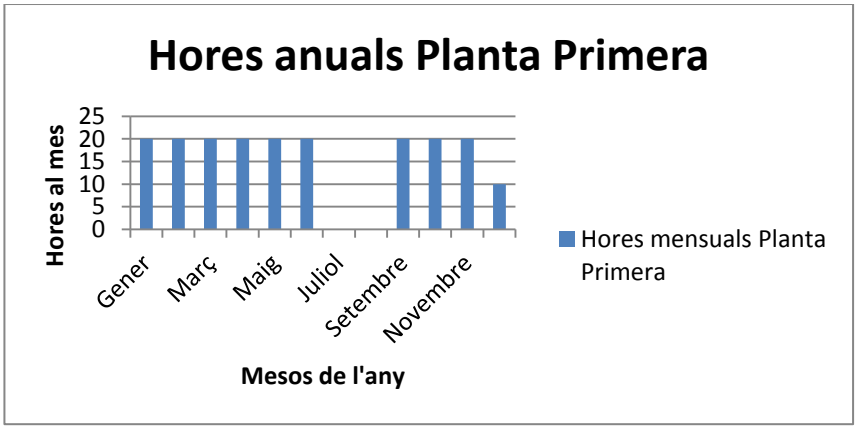
Gràfic 1. *Ocupació setmanal edifici Cal Formiguera.*

Ja que l'escola de música ocupa la totalitat de la primera planta, és lògic que el volum d'activitat estigui concentrat en aquesta planta tal i com s'observa en el gràfic. La planta primera ocupa suposa un 62% aproximadament del volum d'hores d'ocupació setmanal. Pel que fa a les altres plantes, la planta baixa representa un 13% del total i la planta segona un 25%. Englobant les plantes primera i segona, l'ocupació per a l'ús de geotèrmia representa un 87%, fet que fa viable la implantació específica en les dues plantes.

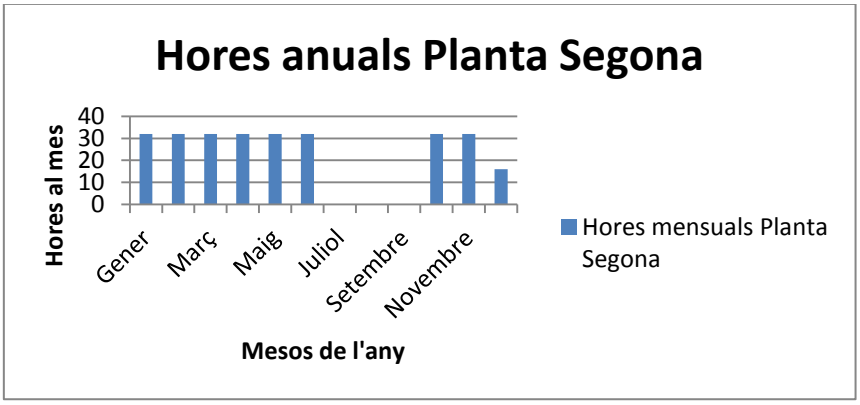
Al llarg de l'any, les hores d'ocupació es mantenen constants a excepció dels mesos d'estiu ja que es període de vacances i també hi ha una disminució durant el període de Nadal. Així es podrà estimar en quins mesos l'ús d'energia geotèrmica serà més elevat i en quines èpoques serà més reduït o inclús inoperatiu.



Gràfic 2. *Hores anuals planta baixa edifici Cal Formiguera.*



Gràfic 3. *Hores anuals planta primera edifici Cal Formiguera.*



Gràfic 4. *Hores anuals planta segona edifici Cal Formiguera.*

L' interpretació dels gràfics explica que durant els mesos d'estiu, principalment juliol i agost i segons la planta inclús el mes de juny, el sistema geotèrmic no s'utilitzarà ja que l'edifici romandrà tancat.

Durant les festes de Nadal, el consum i activitats es redueixen a la meitat ja que les dues últimes setmanes del mes (període de Nadal fins a Reis) l'edifici també romandrà tancat.

DADES OCUPACIÓ EDIFICI

Plantes edifici	Hores a la setmana
Planta baixa	4,5
Planta primera	20
Planta segona	8

Taula 1. *Ocupació setmanal edifici Cal Formiguera.*

Plantes edifici	Hores al mes
Planta baixa	18
Planta primera	80
Planta segona	32

Taula 2*. Ocupació mensual edifici Cal Formiguera.*

Plantes edifici	Hores al any
Planta baixa	174
Planta primera	730
Planta segona	272

Taula 3. *Ocupació anual edifici Cal Formiguera.*

3.4 Superfícies:

Les superfícies ocupades per l'edifici es distribueixen en:

PLANTES EN m^2

PLANTA SOTERRANI	
Magatzem	48,7
Cambra d'Aigües	5,96

PLANTA PRIMERA	
Recepció	20,12
Arxiu	5,03
Passadís	52,77
Sala d'Audicions	58,6
Aula 2	17,87
Aula 3	14,43
Aula 4	12,3
Aula 5	18,21
Aula 6	17,91
Aula 7	16,75
Aula 8	18,4
Aula 9	19,85
Aula 10	43,02
Servei	1,98
Servei	1,98
Escala	14,04

PLANTA COBERTA	
Escala	12,96
Passadís	3,56
Sala d'Instal·lacions	7,76
Maquinària Ascensor	5,43

SUPERFÍCIE CONSTRUIDA EN m^2

SUPERFÍCIES CONSTRUIDES	
Planta Soterrani	64,5
Planta Baixa	253,03
Planta Primera	393,28
Planta Segona	345,69
Planta Coberta	41,34
TOTAL	**1.097, 84**

PLANTA BAIXA	
Sala d'Exposicions	64,21
Vestíbul i Escala	48,56
Sala Polivalent	43,3
Sala Auxiliar	57,53
Servei Adaptat	3,12
Segon Servei Adaptat	3,12

PLANTA SEGONA	
Vestíbul - Passadís	69,26
Sala d'Actes	58,65
Aula 2	23,84
Aula 3	23,66
Aula 4	16,44
Aula 5	16,3
Aula 6	16,34
Aula 7	16,84
Aula 8	17,28
Despatx	8,77
Pas Lliure	17,56
Servei	2,37
Servei	2,37
Escala	13,14

SUPERFÍCIES TOTALS EN m^2

SUPERFÍCIES TOTALS	
Planta Semisoterrani	54,66
Planta Baixa	219,84
Planta Primera	333,26
Planta Segona	302,82
Planta Coberta	29,71

3.4 Resum dels consums energètics:

L'edifici "Cal Formiguera" és un edifici d'envergadura i, en conseqüent, consumeix quantitats notables d'energia primària per a la seva climatització. Aquesta energia és d'origen fòssil com és el Gas Natural i d'altres no com són l'electricitat i l'aigua.

CONSUMS ENERGÈTICS

Electricitat:

Consum d'energia any 2013 (kWh)					
Des de / Fins a	Períodes de discriminació horària				
	Període 1	Període 2	Període 3	Total	
01/08/2013 - 31/08/2013	291	1.483	480	2.254	
31/08/2013 - 30/09/2013	173	912	300	1.385	
30/09/2013 - 31/10/2013	295	1.237	445	1.977	
31/10/2013 - 30/11/2013	447	677	256	1.380	
30/11/2013 - 31/12/2013	396	809	306	1.511	
31/12/2013 - 31/01/2014	410	731	225	1.366	
31/01/2014 - 28/02/2014	381	680	213	1.274	
Total				**11.147 kWh**	

Consum d'energia any 2014 (kWh)					
Des de / Fins a	Períodes de discriminació horària				
	Període 1	Període 2	Període 3	Total	
31/01/2014 - 28/02/2014	381	680	213	1.274	
28/02/2014 - 31/03/2014	369	687	233	1.289	
31/03/2014 - 30/04/2014	168	651	176	995	
30/04/2014 - 31/05/2014	190	727	194	1.111	
31/05/2014 - 30/06/2014	344	1.117	362	1.823	
30/06/2014 - 31/07/2014	421	1.270	474	2.165	
31/07/2014 - 31/08/2014	489	1.308	490	2.287	
31/08/2014 - 30/09/2014	404	1.263	455	2.122	
30/09/2014 - 31/10/2014	405	1.201	428	2.034	
31/10/2014 - 30/11/2014	411	814	344	1.569	
30/11/2014 - 31/12/2014	405	836	406	1.647	
31/12/2014 - 31/01/2015	413	850	400	1.663	
Total				**19.979 kWh**	

	Consum total	
	Electricitat (kWh)	
	2013	2014
Edifici "Cal Formiguera"	11.147	19.979
Consum total 2 anys	**31.126 kWh**	

NOTA: Els períodes en els que estan mesurats llurs consum corresponen a les diferents franges de discriminació horària. Aquest tipus de discriminació dividida en tres períodes no distingeix entre hivern o estiu i sempre és manté de la mateixa forma durant tot l'any.

- El període supervall, és a dir, el període el qual engloba totes les hores de la matinada i és el més barat. El seu horari està comprés entre les 01.00h i les 07:00h de la matinada.

- El període vall, més barat que les hores punta però més car que en l'anterior. Comprèn les franges horàries de les 23:00h a 01:00h de la nit i des de les 07:00h fins les 13:00h.

- Per últim, el període punta, és el més car de tots i engloba la resta d'hores diürnes.

Aigua:

Consum d'aigua any 2013 (m^3)	
Mesos	Total
Gener	3
Febrer	3.2
Març	2.9
Abril	4.4
Maig	3.3
Juny	3.2
Juliol	2.2
Agost	2.4
Setembre	1.9
Octubre	1.8
Novembre	1.6
Desembre	2.1
Total	**32 m^3**

Consum d'aigua any 2014 (m^3)	
Mesos	Total
Gener	2.6
Febrer	2.3
Març	1.9
Abril	2.6
Maig	2.7
Juny	3
Juliol	2.6
Agost	1.9
Setembre	1.8
Octubre	1.7
Novembre	1.6
Desembre	1.4
Total	**26 m^3**

Definida per semestres, el consum d'aigua a l'edifici en els dos últims anys és el següents:

Període	Lectura consum en m^3
1r Semestre 2013	20
2n Semestre 2013	12
1r Semestre 2014	15
2n Semestre 2014	11
Total en 2 anys	**58 m^3**

Gas Natural:

Consum de Gas Natural any 2013 (kWh)	
Mesos	Total
Gener	7.234
Febrer	9.021
Març	5.603
Abril	5.167
Maig	2.892
Juny	2.709
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	0
Novembre	548
Desembre	6.847
Total	**40.021 kWh**

Consum de Gas Natural any 2014 (kWh)	
Mesos	Total
Gener	7.000
Febrer	5.194
Març	5.676
Abril	4.349
Maig	1.642
Juny	1.209
Juliol	0
Agost	0
Setembre	0
Octubre	0
Novembre	391
Desembre	5.922
Total	**31.383 kWh**

Resumint, el consum de Gas Natural a l'edifici en els darrers 2 anys és el següent:

	Consum total	
	Gas Natural (kWh)	
	2013	2014
Edifici "Cal Formiguera"	40.021	31.383
Consum total 2 anys	**71.404 kWh**	

3.5 Evolució dels preus dels combustibles:

L'edifici multifuncional utilitza com a font d'energia primària, tal i com s'ha esmentat amb anterioritat, o bé combustibles fòssils (Gas Natural) o bé l'electricitat, en aquest cas ambdues.

A continuació es mostren unes gràfiques dividides en dos períodes compresos entre els anys 2005 i 2013 i entre 2013 a 2014.

El perquè d'aquestes divisions és per a poder observar l'augment que ha sofert el preu de llurs combustibles durant gairebé 10 anys fins al 2013 (un 40% i un 70% respectivament) i la seva posterior lleugera estabilització en els últims dos anys fins a dia d'avui.

PERÍODE 2005 - 2013

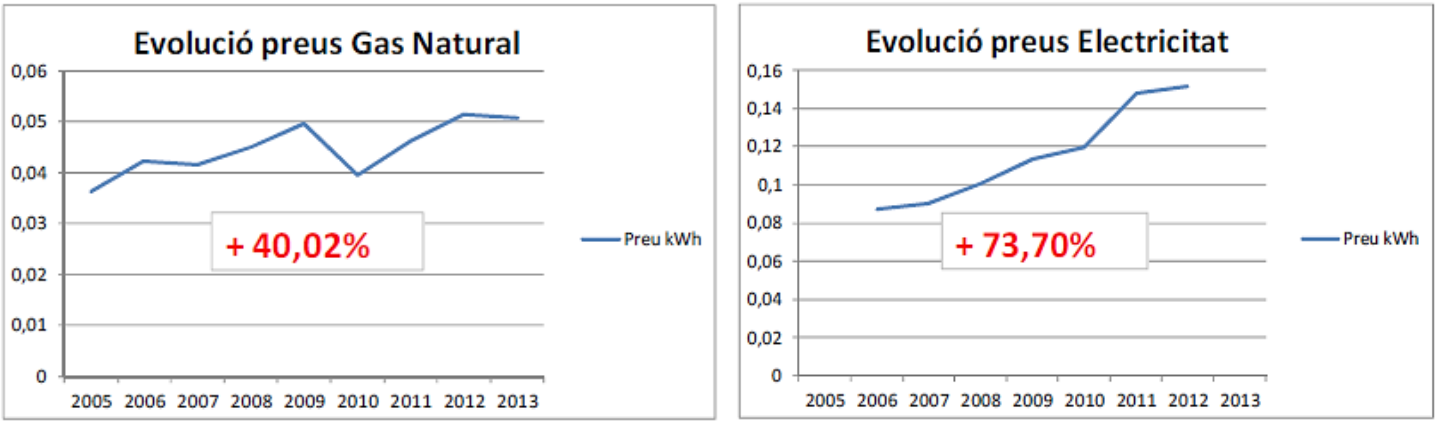


Figura 23. *Evolució dels preus en el període 2005 – 2013. (Font: Ajuntament Linyola).*

S'observa com l'augment ha sigut pronunciat provocant que el Gas Natural hagués augmentat gairebé el doble i la electricitat més d'un 70%. Aquest augment va provocar que l'estat Espanyol i Catalunya es situessin al capdavant de països de la UE amb l'electricitat més cara.

A partir del 2013, aquesta augment pronunciat va anar disminuint i durant els últims dos anys, els preus s'han anat estabilitzant observant-hi petites pujades i petites baixades que com a resultat global mostren una estabilització permanent.

A continuació es mostren les gràfiques durant el període comprés entre els anys 2013 i els anys 2014 (Veure figures 24 i 25).

PERÍODE 2013 – 2014

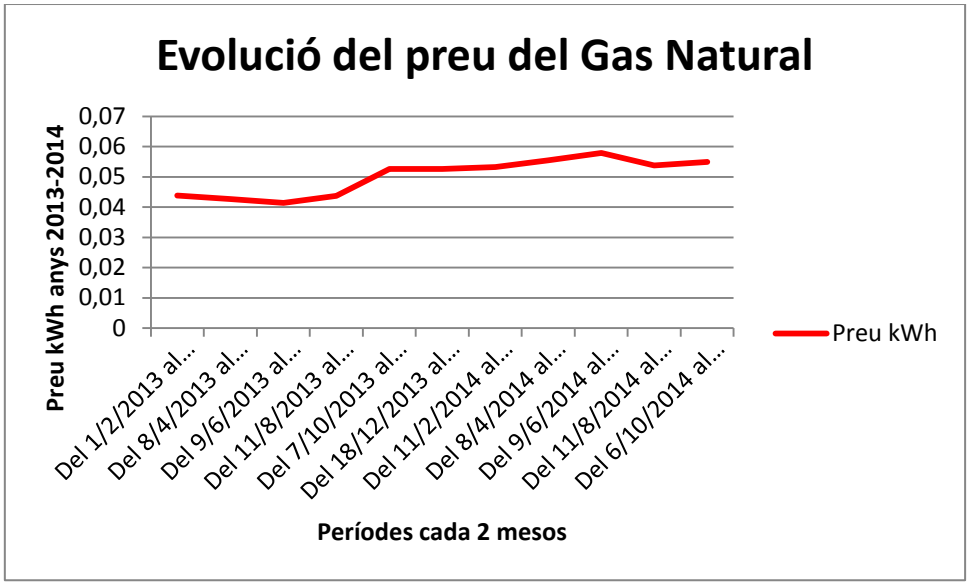


Figura 24. *Evolució del preu del Gas Natural durant els anys 2013 i 2014 (Font: Ajuntament Linyola).*

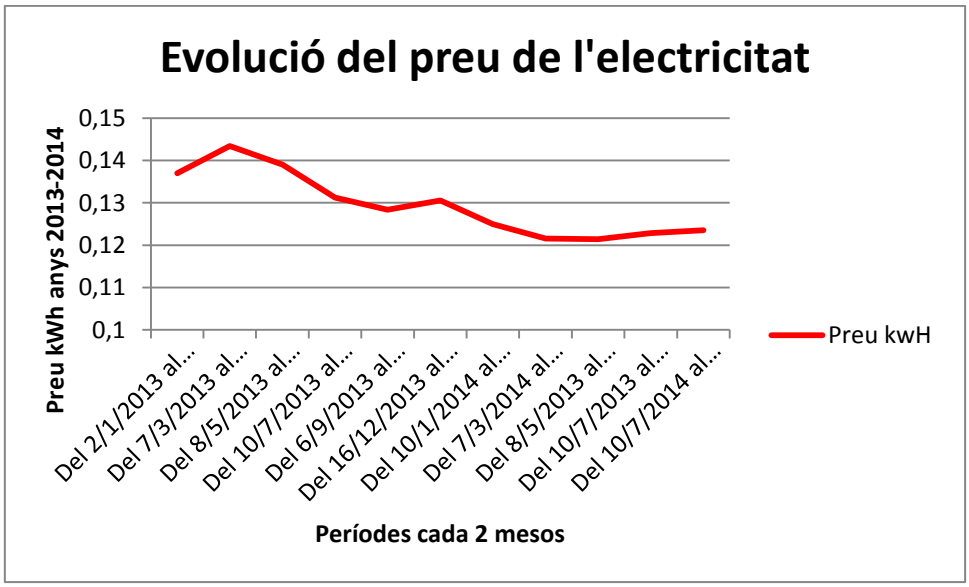


Figura 25. *Evolució del preu de l'electricitat durant els anys 2013 i 2014 (Font: Ajuntament Linyola).*

Amb petits increments i petites caigudes de preu però en línies generals i sobretot en comparació amb el període anterior, el preu dels combustibles fòssils (Gas Natural) i de l'electricitat està moderadament estabilitzat.

4. CRITERIS DE DISSENY

El model per a la producció de calor, d'aire condicionat i d'aigua calenta sanitària (ACS) es basa únicament en l'energia geotèrmica.

En les calderes que es troben actualment en l'edifici no es preveu la seva eliminació completa sinó que es preveu que es mantinguin en "stand by" i que únicament actuïn en cas d'aturada del sistema geotèrmic i que pugin proporcionar les necessitats energètiques a l'edifici mentre durin les operacions de reparació o manteniment del sistema geotèrmic de baixa entalpia.

Les bombes geotèrmiques es preveu que s'ubiquin a la planta soterrani de l'edifici. Actualment la seva funció és de magatzem conjunt amb el consistori i únicament s'hi ubica la cambra d'aigües i, les seves dimensions són aptes per acollir-hi tal sistema. Un altre punt important per decidir que la ubicació de les bombes geotèrmiques sigui la planta soterrani és la necessitat de no recórrer molts metres de tub geotèrmic i evitar que vagi grapat o encastat a la façana de l'edifici i així evitar fer-los visibles als ciutadans i poder malmetre l'estètica exterior de l'edifici. Els pous geotèrmics, ja siguin els d'extracció o injecció aniran ubicats en una de les tres opcions esmentades, amb preferència a la plaça ubicada al darrera de l'edifici, la plaça Maria Mercè Marçal.

4.1 Font d'energia primària:

S'ha projectat una instal·lació geotèrmica de formada per un camp de perforacions verticals i per les bombes geotèrmiques.

Primerament, hi haurà un camp de perforacions situat al subsòl d'una de les 3 opcions projectades, és a dir, la plaça de l'església parroquial Santa Maria, el pàrquing privat per a ús exclusiu d'un nombre determinat de veïns i, per últim, la plaça Maria Mercè Marçal.

La plaça Maria Mercè Marçal és l'opció més òptima per als següents factors:

- Proximitat amb l'edifici. Es troba situada just a la part del darrera del mateix.
- Compta amb més superfície, 180 m^2, que el pàrquing privat.
- No té cap tipus de valor històric com és el cas de la plaça de l'església, ja que comunica amb la parròquia de tipus romànica.
- La seva única funció és lúdica, en els altres dos casos, s'utilitzen com a aparcament i com a accés a l'església (enterraments, bateigs, etc.).

A continuació (Veure figura 26) s'observen les diferents ubicacions de cada una de les 3 opcions així com la seva proximitat amb l'edifici Cal Formiguera.

Figura 26. *Camps de perforació (color groc) i edifici multifuncional (color vermell) (Font: ICC).*

Les sondes de les 6 perforacions projectades s'uniran entre elles mitjançant 1 col·lector per així poder arribar a la central de producció (bomba) amb el menor número de tubs possibles.

A la sala de màquines es preveu un únic col·lector el qual constarà de 6 sortides d'impulsió i 6 més de retorn que anirà fins a la bomba geotèrmica.

La segona part de la instal·lació és la bomba de calor geotèrmica, aquesta estarà destinada a la producció d'aigua calenta i freda en funció de l'època de l'any mitjançant 2 tubs i, la inversió del cicle es realitzarà gràcies a un inversor juntament amb els seus elements auxiliars com són les vàlvules que variaran la seva posició en funció de l'estació de l'any.

Està previst que el bescanvi geotèrmic sigui independent dels sistemes de distribució de l'edifici.

Instal·lació geotèrmica es situarà al soterrani i els altres sistemes com la sala de calderes es troba situada a la planta sota coberta.

El número de bombes previst és de 1 amb una potència de 12 – 40 Kw i 1 col·lector amb 6 sortides.

RESUM INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	
Nº perforacions	6
Longitud de perforació	100 m
Camp de captació	210 m^2
Nº bombes de calor	1
Potència bombes	12-40 kW
Programa de treball	1.800
Col·lector	1

Taula 7. *Resum sistema geotèrmic.*

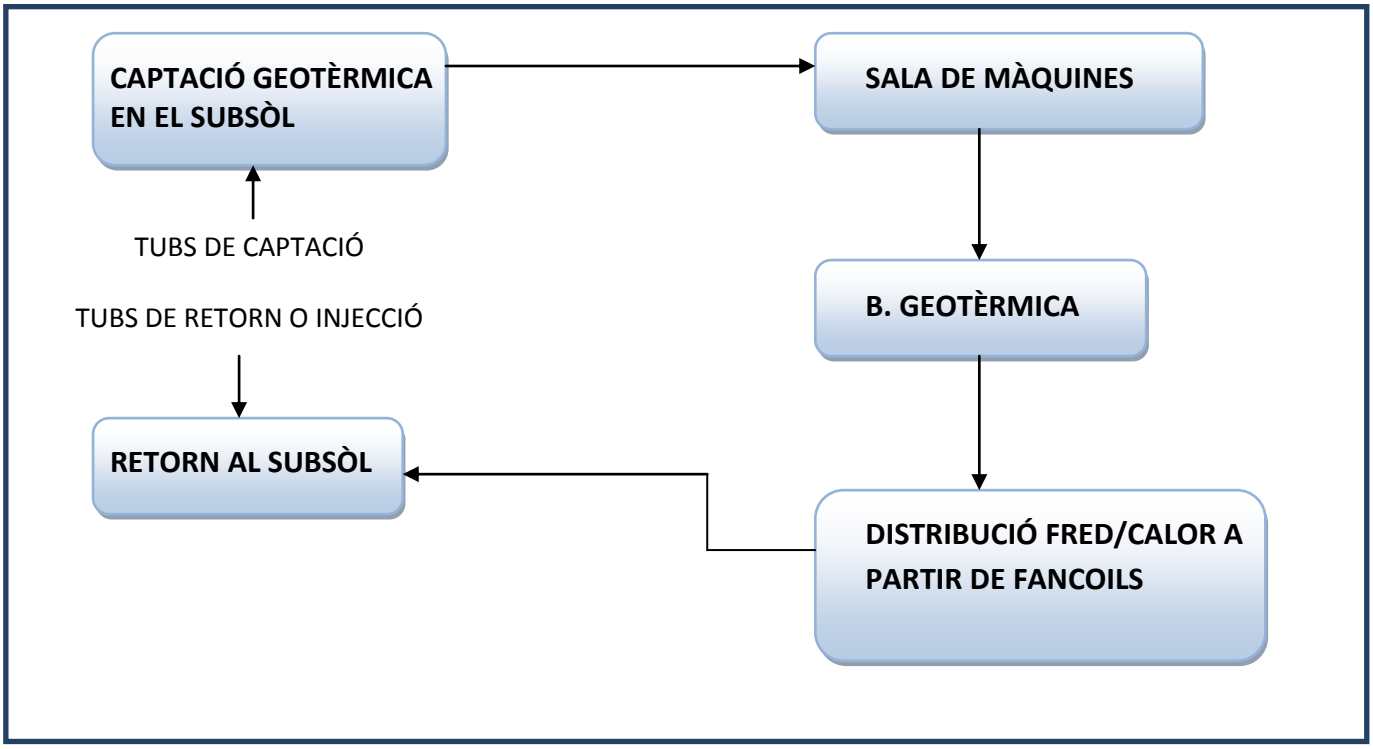
4.2 Funcionament del sistema geotèrmic:

El sistema està previst per a que funcioni les 24 hores del dia i els 7 dies de la setmana ja que diàriament i a diferents hores s'hi realitzen activitats municipals.

La instal·lació geotèrmica està pensada per cobrir les necessitats de climatització (estiu i hivern) mitjançant els Fancoils i també per produir aigua calenta sanitària (ACS).

A continuació es mostra un diagrama esquemàtic del seu funcionament per a l'edifici.

Aquest esquema consta de les principals parts com la captació, el retorn, les bombes, la inversió tèrmica i la distribució general.



5. PRESSUPOST ESTIMAT:

Pel que fa al pressupost d'inversió inicial, s'han contemplat les dues opcions possibles i s'ha desglossat de la següent manera:

OPCIÓ 1: EL SISTEMA GEOTÈRMIC ABASTEIX A TOT L'EDIFICI.

Partida 1: Treballs de topografia	
Realització del estudi topogràfic del terreny i situació dels pous geotèrmics:	
Estudi topogràfic del terreny	581,76€
Delimitació camp de perforació	145,44€
Ubicació pous geotèrmics	109,08€
Equips topogràfics	30€
TOTAL PARTIDA	**866,28€**

Partida 2: Sistema geotèrmic	
Realització d'una instal·lació geotèrmica de 80.66 kW que inclou:	
Perforacions geotèrmiques i conexions	50.350€
Instal·lació arqueta i/o col·lector	2.250€
Bomba de calor geotèrmica (1 unitats)	24.900€
Col·lector (1 unitat)	2.743€
TOTAL PARTIDA	**80.243€**

Partida 3: Adequació sala de màquines	
Adaptació de la planta soterrani per a l'ubicació de la sala de màquines incloent tot el material i mà d'obra pertinent:	
Material (0,5 m^3 de formigó tou amb granulat de 10mm) + transport	54,995€
Mà d'obra (8 hores paleta + 8 hores de mà d'obra)	337,84€
TOTAL PARTIDA	**392,835€**

PRESSUPOST TOTAL	**81.502,115 EUROS**

El pressupost estimat de la instal·lació geotèrmica de l'opció 1 (abastiment total de l'edifici) és de 81.205,115 euros.

*Justificació de preus detallada a l'Annex IV

OPCIÓ 2: EL SISTEMA GEOTÈRMIC ABASTEIX ÚNICAMENT A LA PLANTA PRIMERA I A LA SEGONA PLANTA.

Partida 1: Treballs de topografia	
Realització del estudi topogràfic del terreny i situació dels pous geotèrmics:	
Estudi topogràfic del terreny	581,76€
Delimitació camp de perforació	145,44€
Ubicació pous geotèrmics	72,72€
Equips topogràfics	30€
TOTAL PARTIDA	**829,92€**

Partida 2: Sistema geotèrmic	
Realització d'una instal·lació geotèrmica de 39.40 kW que inclou:	
Perforacions geotèrmiques i conexions	22.350€
Instal·lació arqueta i/o col·lector	2.250€
Bomba de calor geotèrmica (1 unitat)	15.900€
Col·lector (1 unitat)	1.288€
TOTAL PARTIDA	**41.788€**

Partida 3: Adequació sala de màquines	
Adaptació de la planta soterrani per a l'ubicació de la sala de màquines incloent tot el material i mà d'obra pertinents:	
Material (0,5 m^3 de formigó tou amb granulat de 10mm) + transport	54,995€
Mà d'obra (8 hores paleta + 8 hores de mà d'obra)	337,84€
TOTAL PARTIDA	**392,835€**

PRESSUPOST TOTAL	**43.010,755 EUROS**

El pressupost estimat de la instal·lació geotèrmica de l'opció 2 (abastiment parcial de les plantes segona i primera de l'edifici) és de 43.010,755 euros.

*Justificació de preus detallada a l'Annex IV.

6. ESTUDI I CÀLCUL DELS COSTOS D'OPERACIÓ

6.1 Estudi dels consums actual:

A partir de les dades obtingudes de les factures energètiques de l'edifici Cal Formiguera, les despeses durant els últims dos anys de Gas Natural, electricitat i aigua ha estat la següent:

EQUIPAMENT	ANY	DESPESES ENERGÈTIQUES			TOTAL ANY
		Despeses Gas Natural	Despeses electricitat	Despeses d'aigua	
Edifici Cal Formiguera	2013	3.656,23 €	8.073,73 €	*34,52€	**11.764,48 €**
	2014	3.161,99 €	9.845,01 €	*36,56€	**13.044 €**
Despeses totals dels serveis		**6.818,22 €**	**17.918,74 €**	**71,08 €**	**24.808,04 €**
DESPESES TOTALS				**24.808,04 €**	

*NOTA: Les despeses d'aigua són molt menors a la resta de consums ja que l'Ajuntament de Linyola únicament paga el cànon de l'aigua a la Generalitat de Catalunya ja que el servei d'aigua és del propi Ajuntament, per tant, solament efectua el pagament del cànon pertinent.

S'observa en la taula que la despesa econòmica anual oscil·la al voltant dels 12.000 euros aproximadament.

S'ha de tenir en compte les despeses ordinàries de manteniment que requereixen els diferents sistemes presents en l'edifici, és a dir, el sistema de climatització, el sistema d'electricitat i el sistema d'aigües.

QUANTIFICACIÓ DE LES DESPESES ORDINÀRIES

S'han quantificat les despeses ordinàries en 700 euros anuals. En aquest import s'inclou les revisions periòdiques de manteniment de les calderes de gas, les revisions i lectures dels diferents comptadors elèctrics i les possibles pujades i baixades dels preus del cànon de l'aigua.

6.2 Previsió de les despeses:

Al tractar-se d'una instal·lació 100% geotèrmica, és a dir, que no coexisteix amb cap altre sistema renovable com podria ser la biomassa o la solar, la previsió de les despeses és molt reduïda ja que un cop instal·lada únicament s'ha de treballar en tasques de manteniment.

6.2.1 Despeses de Manteniment:

Les despeses de manteniment ascendeixen a dos-cents deu euros anuals.

Es contempla dins les despeses de manteniment:

- Revisió general dels filtres dels pous.
- Supervisió connexions sala de màquines.
- Supervisió general del sistema geotèrmic.

NOTA: No es contempla revisió de cap tipus a la bomba geotèrmica ja que un cop instal·lada no requereix tasques de manteniment. Únicament requerirà treballs de reparació en cas que fos necessari.

Es contempla una revisió semestral, és a dir, cada 6 mesos o 2 cops a l'any a càrrec d'un tècnic qualificat amb un preu la hora orientatiu i segons mercat de 35 euros i amb una durada de 3 hores cada una de les dues revisions anuals tal i com es mostra en el següent quadre.

DESPESES DE MANTENIMENT				
Persona	**Quan?**	**On?**	**Preu**	**Durada**
Tècnic	Juny i Desembre	Filtres dels pous, connexions sala màquines i sistema general	35 €/h	3 h

RESUM DESPESES DE MANTENIMENT

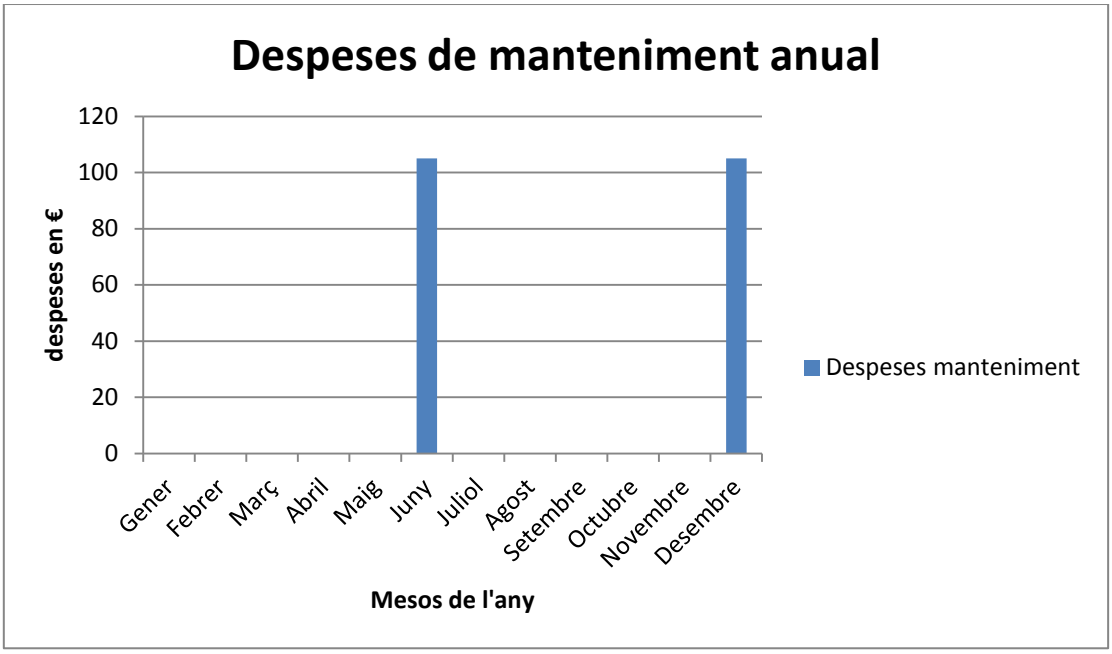
Primera revisió semestral:

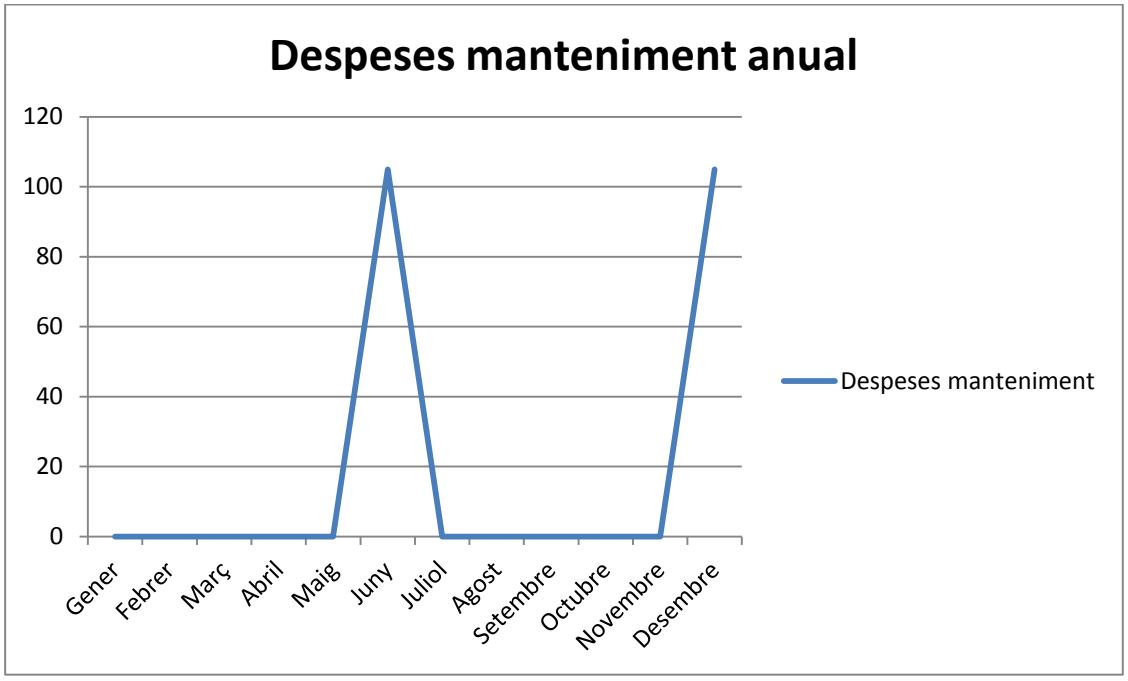
Persona	Preu (€/h)	Durada (h)	Període (mes)	Total despeses (€)
Tècnic	35	3	Juny	105

Segona revisió semestral:

Persona	Preu (€/h)	Durada (h)	Període (mes)	Total despeses (€)
Tècnic	35	3	Desembre	105

REPRESENTACIÓ GRÀFICA:





TOTAL DESPESES D'AMORTITZACIÓ **210 EUROS / ANY**

7. AMORTITZACIÓ

7.1 Estudi dels costos d'amortització i període de retorn:

OPCIÓ 1: ABASTIMENT AL 100% DE L'EDIFICI.

Es parteix d'un període de retorn de 4 anys per al sistema que abasteix a l'edifici al 100% ja que es el que dura una legislatura política.

A partir d'aquest retorn, s'han calculat els costos d'amortització partint d'una taxa d'interès del 4,5% i de la següent fórmula.

$$cost\ d'amortització = \frac{C * (1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

$$cost\ d'amortització = \frac{81.502,115 * 4,5\%}{(1+4,5\%)^4 - 1} = \mathbf{36.674,95\ euros}$$

COST D'AMORTITZACIÓ	**36.674,95 EUROS**

OPCIÓ 2: ABASTIMENT DE LES PLANTES PRIMERA I SEGONA.

Es parteix d'un període de retorn de 4 anys per al sistema que abasteix únicament a les plantes baixa i primera de l'edifici ja que es el que dura una legislatura.

A partir d'aquest retorn, s'han calculat els costos d'amortització partint d'una taxa d'interès del 4,5% i de la següent fórmula.

$$cost\ d'amortització = \frac{C * (1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

$$cost\ d'amortització = \frac{43.010,755 * (1+4,5\%)^4 * 4,5\%}{(1+4,5\%)^4 - 1} =$$

= 19.353,83 euros

COST D'AMORTITZACIÓ	**19.353,83EUROS**

8. RESUM DE L'ESTUDI DE VIABILITAT

A continuació s'indica de manera resumida els principals conceptes de l'estudi de viabilitat de l'opció viable dut a terme a l'edifici Cal Formiguera de Linyola.

RESUM ESTUDI DESGLOSSAT OPCIÓ 2:

SISTEMA GEOTÈRMIC	
INSTAL·LACIONS	**kW/h i m^3**
Consum mitjà de Gas Natural	35.702 kW
Consum mitjà d'aigua	29 m^3
Consum mitjà d'electricitat	15.563 kW
TOTAL CONSUMS	**51.265 kW/h i 29 m^3**

SISTEMA GEOTÈRMIC	
INVERSIÓ	**€**
Pressupost estimat inicial	43.010,755 €
Despes de manteniment 4 anys	840€
TOTAL INVERSIÓ	**43.850,755€**

SISTEMA GEOTÈRMIC	
RETORN	**4 Anys**
Cost d'amortització	19.353,83 €

9. CONCLUSIONS

S'esdevé:

- L'opció 1, és a dir, el sistema geotèrmic que avarca la totalitat de l'edifici esdevé **NO VÀLIDA** ja que l'inversió inicial és elevada, pràcticament el doble que la segona i amb el període de retorn de 4 anys surt un cost d'amortització de uns 36.000 euros aproximadament, el qual fa del tot inviable econòmicament i més tractant-se d'un edifici propietat del consistori.

- L'opció 2 en la qual el sistema geotèrmic avarca les plantes primera i segona que són les que demanen més consum energètic resulta **VÀLIDA** ja que l'inversió és redueix pràcticament al 50% així com el volum d'obra també es veu reduït i amb el període de retorn de 4 anys també, el cost d'amortització és inferior als 20.000 euros a l'any.

- El pressupost final de l'opció vàlida és de 43.010,755 euros.

- El període de retorn és de 4 anys ja que tractant-se d'una institució política com és l'Ajuntament, s'ha contemplat aquesta opció juntament amb una taxa d'interès del 4,5%.

- El present projecte es considera suficientment detallat i amb les dades oportunes per tal de estudiar la seva implantació real.

Linyola, Juny de 2015

Agustí Boldú Sedano

10. BIBLIOGRAFIA / WEBGRAFIA:

A continuació s'exposen les diferents referències bibliogràfiques que s'han utilitzat per a la realització del TFG.

Les fonts consultades han estat bàsicament portal web, articles digitals i treballs en format digital.

- LIENAU, Paul J., et al. Heating with Geothermal Energy: Conventional and New Schemes; WGC2000 Short Courses, Kazuno, Tohoku District, Japan, 8-10 June 2000. 2000.

- DE MOEL, Monique, et al. Technological advances and applications of geothermal energy pile foundations and their feasibility in Australia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews [P]*, 2010, 14.9: 2683-2696.

- PUJADAS AREGALL, Daniel, et al. Estat actual de la geotèrmia. 2011.

- GOMÀ I ROCA, Albert, et al. Influència del context geològic i hidrogeològic en l'eficiència energètica dels sistemes geotèrmics de molt baixa entalpia. 2010.

- CUESTA GARCÍA, Mª Aranzazu; MAYORAL FERNÁNDEZ, Gonzalo Roberto. Aplicación de la geotermia de baja entalpía en el nuevo hospital de Mollet del Vallès. *Ingeniería Civil*, 2009, 156: 21-26.

- BENÍTEZ MARTÍN, Sergio. Estudio de las aplicaciones de la energía geotérmica en España: caso práctico para climatización de una vivienda unifamiliar. 2011.

- *Mapa geològic de Catalunya 1: 250 000*. Institut Cartografic de Catalunya, 1989.

- CLAVERO, P.; MARTIN VIDE, J.; RASO, J. M. Atles climàtic de Catalunya.*Termopluviometria, Generalitat de Catalunya (Departament de Politica Territorrial i Obres Públiques), Institut Cartogràfic de Catalunya i Departament de Medi Ambient, Barcelona*, 1996.

- FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, David, et al. Avaluació i anàlisis d'una instal· lació a l'IESFFG per l'aplicació d'energies renovables i la conscienciació energètica. 2006.

- HURTIG, Eckart, et al. Geothermal atlas of Europe. 1992.
- BELTRÁN, JF Albert. *La calor de la terra: energia geotèrmica a Catalunya*. 1988.
- I ORTIGA, Manuel Fernàndez. *Determinació de gradients geotèrmics a Catalunya: gènesi de les anomalies i interpretació del règim tèrmic*. Universitat de Barcelona, 1990.
- MACARULLA I CERVELLÓ, Oriol, et al. Disseny d'una instal· lació de climatització i ACS amb estudi de viabilitat econòmica, comparant sistema convencional amb energia geotérmica, en una vivenda situada a Alcoletge. 2007.
- GUARDIOLA TOST, Albert, et al. Estudi de l'abastament energètic d'un terreny hoteler a la Cerdanya a partir d'energia geotèrmica. 2014.
- VALLDEPÉREZ VIDAL, Álvaro, et al. Estudi de viabilitat d'una escola bressol a Deltebre. 2010.
- PALLEROLS FERRER, Josep. Climatització i producció de ACS per bomba de calor geotèrmica per un hotel de 90 habitacions a Logroño. 2011.
- CASANOVAS IBORRA, Antoni. Projecte d'instal· lacions sostenibles d'una masia rural aïllada. 2008.
- BOSCH GONZÁLEZ, Montserrat, et al. Comportament tèrmic dels edificis: estudi de cas en un edifici a l'Osona. 2008.
- GARCIA RODERO, Miquel, et al. Certificació energètica d'edifici existent i proposta de millora energètica d'un edifici de protecció oficial a Taradell dins del projecte de cooperació RELS. 2012.
- NINOT PIE, Jordi, et al. Sistema integral de gestió de qualitat, prevenció de riscos laborals i pràctiques medi ambientals. 2009.
- SUCH BASIANA, Oriol. Instal· lació de climatització amb suport de geotèrmia de naus d'ús polivalent sociocultural. 2012.
- MARTÍN TORT, Rubén, et al. Determinació del consum energètic d'un edifici administratiu en funció del tamany, posició i material de les finestres. 2009.
- DE CATALUNYA, Generalitat. Institut d'Estadística de Catalunya.IDESCAT.

- DE PERFORACIONS, Catalana. Perfil litològic de la perforació. *Catalana de Perforacions, SA,* 1996.

- DE ENERGÍAS RENOVABLES, Plan. Renovables 2011-2020. *Evaluación Ambiental Estratégica. Documento de Inicio*, 2011.

- REIG CERDÁ, Lucía, et al. Análisis y propuesta de rehabilitación energética de una vivienda con CE3X. 2014.

- ALARCÓN BLAYA, Juan Antonio. Análisis energético de CYPECAD-MEP y CE3x en la edificación. 2014.

- BRUGUÉS VALLEDEPAZ, Joel. Projecte de climatització d'un complex d'oficines. 2014.

Nota: Bibliografia citada segons la norma internacional ISO 690.

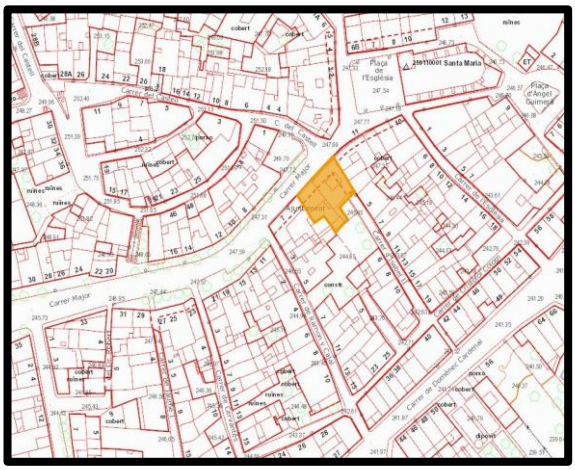
ANNEXOS

ANNEX I:

REPORTATGE FOTOGRÀFIC

SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT

Situació general edifici. En cercle vermell



Ubicació detallada dins el municipi

EDIFICI MULTIFUNCIONAL "CAL FORMIGUERA"

Vista frontal edifici Cal Formiguera

Vista posterior Cal Formiguera

Vista aérea del edifici. Rectangle blau cel

Vista frontal camp de perforacions

CAMP DE PERFORACIONS

Vista aérea del camp de perforacions

PLANTA SOTERRANI EDIFICI "CAL FORMGIUERA"

Fotografía general Soterrani Cal Formiguera

Connexió cap a la cambra d'aigües

Rasa de connexions a la sala de màquines

PLANTA BAIXA EDIFICI "CAL FORMIGUERA"

Sala polivalent de la planta baixa

Sala d'exposicions de la planta baixa

Sala auxiliar. Zona de recollida de dades

Vestíbul i inici escala de la planta baixa

PLANTA PRIMERA EDIFICI "CAL FORMIGUERA"

Sala d'audicions escola de música

Sala d'assaig propietat escola de música

PLANTA SEGONA EDIFICI "CAL FORMGIUERA"

Sala polifuncional. A dia d'avui, sala d'art

Despatxos segona planta

Vestíbul i Passadís de la segona planta

PLANTA COBERTA EDIFICI "CAL FORMIGUERA"

Planta refredadora de la planta sotacoberta

Entrada sala màquines de l'ascensor

COMPLEMENTS DE LA INSTAL·LACIÓ

Fancoils instal·lats en l'edifici

Instal·lacions ubicades en el soterrani

Calderes de gas en la planta sotacoberta

Sistema anti incendis

Cuadre General de Protecció de l'edifici

Comptador de gas natural al seu interior

REALITZACIÓ DELS TREBALLS

Realització del TRT

Pou d'exploració inicial

Realització dels pous geotèrmics

Introducció sondes geotèrmiques

Connexions al col·lector

Sala de màquines i connexions a bomba

ANNEX II:

EXEMPLE DE TRT: TEST DE RESPOSTA TÈRMICA

TRT o ERT: TEST O ESTUDI DE RESPOSTA TÈRMICA:

GENERALITATS:

El test de resposta tèrmica o també anomenat estudi de resposta tèrmica és una eina fonamental per assegurar l'èxit i la viabilitat del sistema geotèrmic a executar.

Aquest test consisteix en fer circular entre 48 i 72 hores, és a dir, durant 2 o 3 dies un fluid caloportador a través dels pous geotèrmics i prendre mesures de temperatures d'entrada i sortida del sistema.

Realitzant aquest estudi obtindrem valors de temperatura del terreny, valors de resistència tèrmica del pou així com els paràmetres de conductivitat tèrmica i difusivitat tèrmica. A partir d'aquests paràmetres es realitza l'informe escrit i gràfic pertinent.

Els TRT (Test de Resposta Tèrmica) són d'obligada execució segons la norma VDI-4640 per a instal·lacions de més de 30 kW tot i que és molt recomanable executar-lo en instal·lacions de menor envergadura per tal d'assegurar com s'ha dit anteriorment, un sistema geotèrmic efectiu.

A continuació es mostra un TRT de una zona formada per granits a Sant Andreu de Llavaneres.

Facilitat per: Catalana de Perforacions S.A.

Estudi elaborat per: GSBenia.

Nota: Es tracta d'un exemple teòric d'un TRT per tal de poder observar quines dades s'extreuen, quins passos s'han de seguir per a obtenir-les i quines són les conclusions que se'n poden extreure.

Dins aquest TRT hi figuren dades teòriques de la zona de Lleida per tal de acompanyar d'una manera empírica a la justificació econòmica vista en els apartats 7 i 8 de l'estudi de viabilitat.

Dades presents:

- Conductivitat tèrmica en [W/m·k] i en [W/ml].
- Potència dissipada de la zona del Pla d'Urgell [W /m].
- Suport gràfic de les propietats geotèrmiques de la zona.

EXEMPLE DE TEST DE RESPOSTA TÈRMICA:

Prova de Resposta Tèrmica i Càlcul de Col·lector Geotèrmic

Lloc: Sant Andreu de Llavaneres

Abril del 2015

Índex

1. Perforació:

1.1 Ubicació geogràfica.

1. 2 Dades geològiques.

1.3 Execució de la prova.

1.4 Dades geotèrmiques:

1.4.1 Introducció.

1.4.2 Prova de la resposta tèrmica

1.4.3 Càlcul de la conductivitat mitja.

1.4.4 Càlcul de la resistència tèrmica.

2. Dimensionat del Col·lector i l'evolució de la seva potencia calorífica

2.1 Introducció.

2.2 Dimensionament del col·lector.

2.3 Evolució de la potencia del col·lector.

3. Conclusions

Annexos

1. Perforació:

1.1 Ubicació Geogràfica:

L'emplaçament de l'obra, geogràficament parlant, es troba situat a la comarca del Maresme, a la província de Barcelona, a la localitat de Sant Andreu de Llavaneres.

Les coordenades de localització de l'obra són les següents:

1. Coordenades UTM:

Est	2.473287
Nord	41.573538

2. Coordenades geogràfiques:

Longitud	E 2º 28' 24"
Latitud	N 41º 34' 24"

1.2 Dades Geològiques:

L'obra es troba als límits de la serralada de Marina, aquesta serralada forma part de l'anomenada cadena costanera catalana, que s'originà arran de l'activitat tectònica compressiva en el paleogen i que a continuació, des del neogen fins a l'actualitat, fou sotmesa a una tectònica distintiva que modelà el sistema muntanyós tal com es coneix avui dia.

La geomorfologia de la zona la caracteritza el modelatge que pateixen les masses rocoses de granitoides. Aquests granits, en determinades condicions d'erosió, es transformen en una roca alterada de textura sorrenca que es coneix amb el nom de sauló.

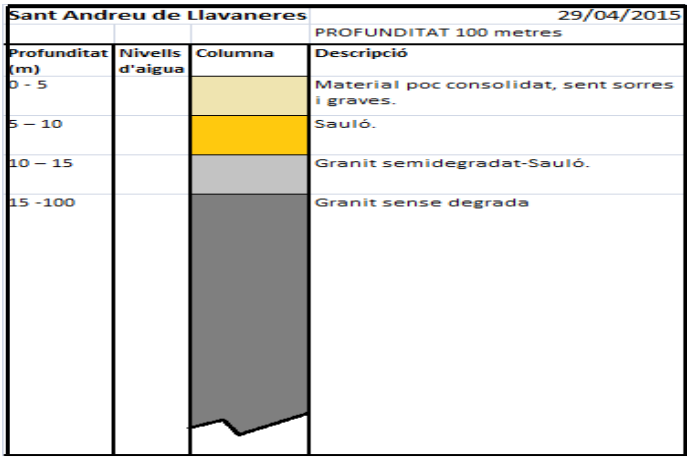
1.3 Execució de la prova:

Per la realització de la prova s'ha tingut que realitzar 10 perforacions de 100 metres de profunditat, on s'ha instal·lat una sonda geotèrmica a 100 metres de longitud:

Tipus de màquina	**XL/DR**
Data d'inici d'obra	**27/04/2015**
Data final d'obra	**29/04/2015**
Profunditat del Sondeig	**100 m**
Longitud de la sonda geotèrmica	**100 m**
Diàmetre de la perforació	**147 cm**
Mètode de perforació	**Martell**
Revestiment	**20 m**
Tipus d'intercanviador enterrat	**Vertical amb U simple de PE100 de DN40mm .**
Tipus de re ompliment	**Sorra + Bentonita +Morter GEOTIC**
Prova de pressió	**(10 min a 6 bar)**
Data 29/04/2015	**Resultat OK**

El sondeig realitzat és a destrossa, però, ens permet aproximar el perfil estratigràfic a partir dels residus que extraiem de la perforadora en cada canvi de material, o en zones importants:

Profunditat (m)	Descripció
0 - 5	**Material poc**
5 - 10	**Sauló.**
10 – 15	**Granit degradat -**
15 -100	**Granit no degradat**



Sant Andreu de Llavaneres			29/04/2015
			PROFUNDITAT 100 metres
Profunditat (m)	Nivells d'aigua	Columna	Descripció
0 - 5			Material poc consolidat, sent sorres i graves.
5 – 10			Sauló.
10 – 15			Granit semidegradat-Sauló.
15 -100			Granit sense degrada

1.4 Dades Geotèrmiques:

1.4.1 Introducció:

Una part important de l'energia que prové del Sol i arriba a al Terra, és absorbida per l'escorça terrestre en forma de calor. La gran massa de la Terra fa que la temperatura del subsòl, a partir d'uns 15 metres de profunditat, es mantingui pràcticament constant durant tot l'any; aquesta temperatura varia segons les característiques del terreny i la radiació solar pròpia de la regió.

Mitjançant un sistema de captació adequat i una bomba de calor geotèrmica, s'aconsegueix transferir calor d'aquesta font, per exemple, de 15 graus (subsòl) a una altre de 50 graus (acumulador ACS o circuit d'aigua), per ser utilitzat en calefacció domèstica i/o com aigua calenta sanitària d'us en l'habitatge.

La mateixa bomba de calor pot absorbir calor de l'ambient a 40 graus i transferir al subsòl amb el mateix sistema de captació. Això implica que el sistema pot solucionar la calefacció domèstica i la refrigeració, i per tant, és una instal·lació climatitzadora.

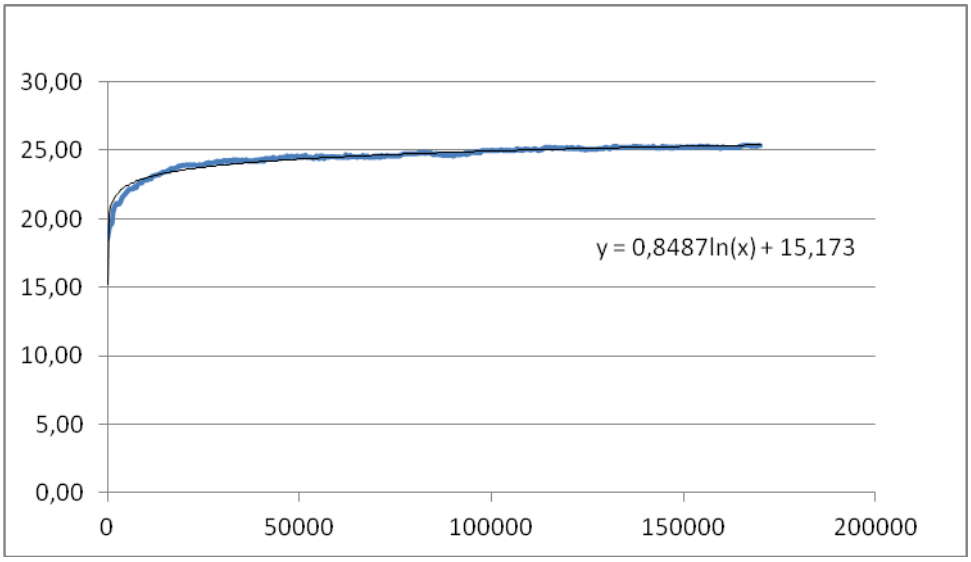
Degut a que no tots els terrenys tenen les mateixes característiques, el mateix succeeix amb el flux de calor. Per tant, s'ha de realitzar un estudi tèrmic del terreny fent el test de resistència tèrmica (TRT), i d'aquesta forma veurem l'eficiència del sistema, i les característiques del col·lector que s'ha d'instal·lar.

1.4.2 Prova de la resposta tèrmica o TRT:

A fi d'obtenir el dimensionat i la viabilitat d'un sistema de climatització geotèrmic i especificar les seves característiques, es realitza un TRT (test de resposta tèrmica).

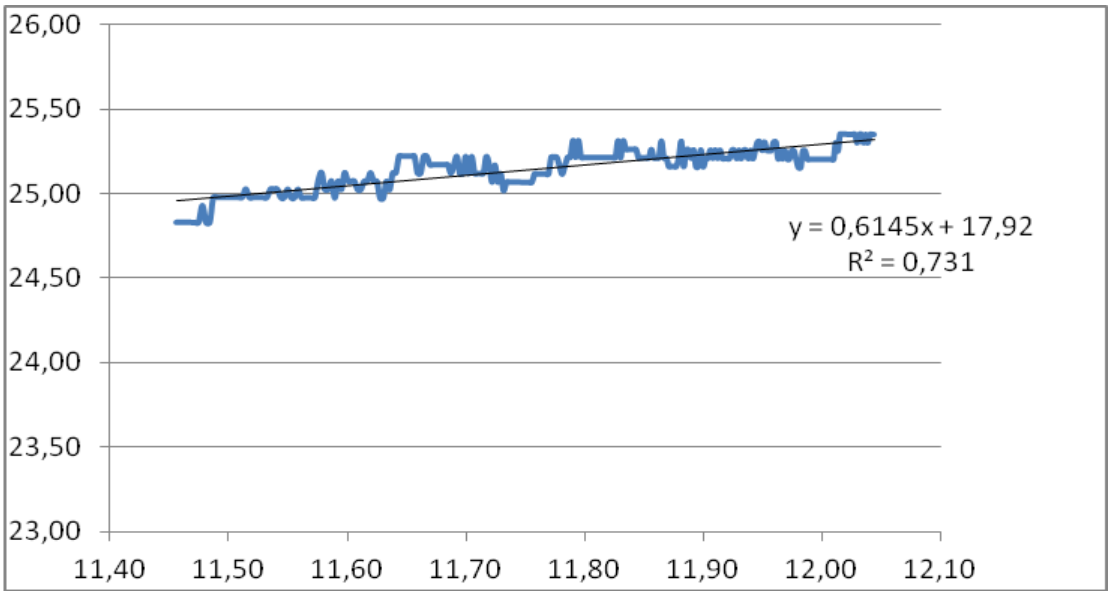
Aquesta prova consisteix en aplicar polsos d'injecció o extracció de calor en un bucle enterrat, i es mesura la seva resposta en temperatura per intervals de temps.

El gràfic següent mostra l'evolució de la temperatura del pou de 100 metres en ºC en funció del temps expressat amb segons, quan dissipa una potencia tèrmica constant de 2,5 kW. Aquesta evolució es clarament de tipus logarítmic.



Gràfic 1. Gràfica corregida de les dades de la prova geotèrmica.

El gràfic següent representa la variació de temperatura en funció del Logaritme neperià del temps, quan el pou en assaig dissipa una potencia tèrmica constant de 2,5 kW.



Gràfic 2. Gràfica corregida de les dades de la prova geotèrmica amb escala de temps logarítmica.

A partir d'unes 40 hores la pendent de la corba es inversament proporcional a la conductivitat del terreny. (Les dades de la prova es poden observar a l'Annex 1):

Sobre els valors experimentals, es superposa la funció matemàtica que ens relaciona les diferents variables de la gràfica, que en aquest cas és:

$$T^{a}\ (^{o}C) = 0{,}6145 \ln (T\ (seg.)) + 17{,}92$$

Amb un r2=0,731, indicant-nos la correlació de les diferents dades.

1.4.3 Càlcul de la conductivitat mitjana:

La conductivitat del terreny esta relacionada amb la pendent de la gràfica 1 en basede temps logarítmica, a partir de la següent expressió:

$$\text{Conductivitat } (\lambda) = \frac{\text{Potencia}}{\text{Pendent} \times \text{Profunditat} \times 4 \times \pi}$$

on en el nostre cas, les variables de la formula serien:

Paràmetres	
Pendent	0,6145
Potencia	2450
Profunditat	100 m.
π	3,1416

Si realitzem els càlculs corresponents, obtindrem que la conductivitat d'aquest subsòl és de:

CONDUCTIVITAT MITJA = 2,12 W/M·k

1.4.4 Càlcul de la resistència tèrmica:

La resistència tèrmica indica quin ha de ser el salt tèrmic entre el circuit del col·lector i el subsòl, per tal de que es dissipi la potencia aplicada al circuit. Aquest valor es calcula utilitzant la conductivitat tèrmica i la difusivitat del terreny. Aquest últim paràmetre, és el coeficient entre la conductivitat i el calor específic per unitat de massa. Aquest valor difícil d'avaluar, es calcula en funció del material que s'extreu en la perforació.

$$R_b = \frac{T_f(t) - T_g}{q} - \frac{1}{4\pi \cdot \lambda} \cdot \left(\ln \left(\frac{4 \cdot \alpha \cdot t}{r_b^2} \right) - \gamma \right)$$

On els paràmetres per aquest cas són:

Simbologia	Descripció	Resultat
α	Difusivitat estimada	0,101 E-
λ	Conductivitat mitja (W/m,K)	1,67
rb	Radi del pou (m)	0,065
Tg	Temperatura inicial no pertorbada del subsòl	291,40
t	Hora d'inici (s)	300
q	Taxa de calor injectat per unitat de longitud del	24,48
γ	Número d'Euler	0,5772
Tf(12h)	Mesura aritmètica de la Tª d'entrada del fluid i	297,50

Per tant, si realitzem els càlculs corresponents a partir de les dades i la formula, obtindrem que el valor mig de la resistència tèrmica al cap de 12 hores de l'assaig, és de:

Rb = 0,276 K, m/W

2. Dimensionament del col·lector i evolució de la seva potencia calorífica:

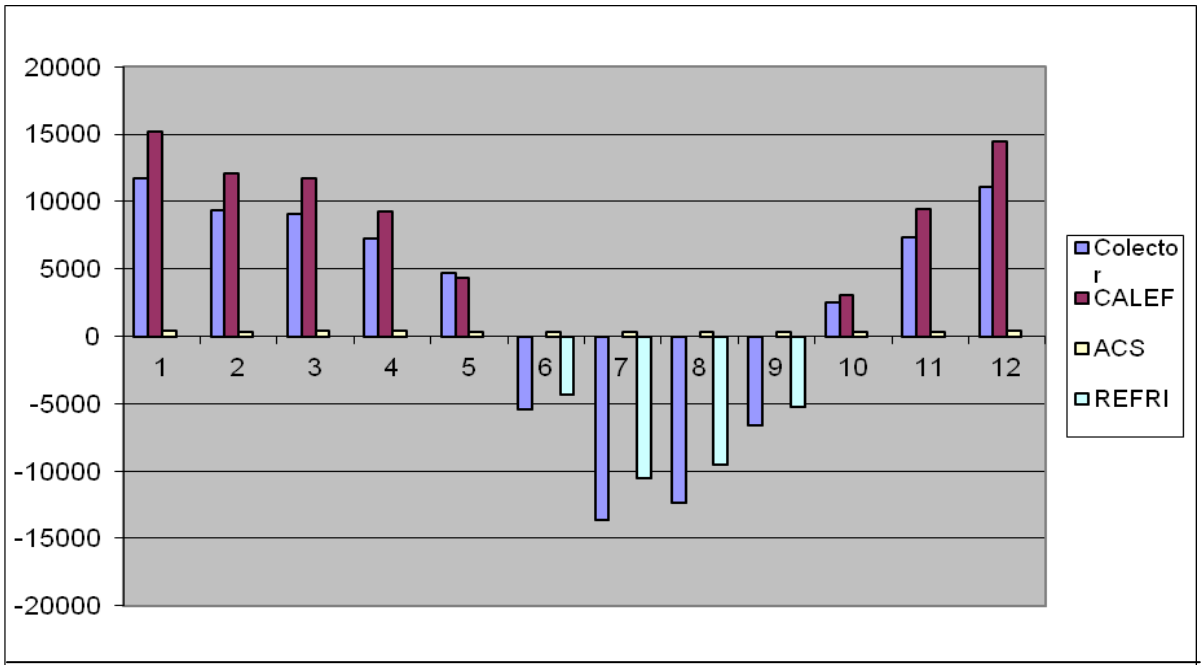
2.1 Introducció:

El col·lector geotèrmic s'ha de dimensionar segons les característiques tèrmiques del terreny, el tipus de pou i les càrregues tèrmiques que se li aplicaran.

La conductivitat i la resistència tèrmica calculades en els apartats anteriors, aporten la informació del terreny. Per aquest projecte en concret, es suposen unes energies tèrmiques calculades a partir de les carregues tèrmiques del projecte, de l' ubicació de l'obra i de d'utilització de la vivenda.

ENERGIATÈRMICA		Consum Previst			Col·lec.	
	Horas mes	E. Cal. kWh	E.ACS kWh	E. refri. kWh	E. GEO kWh.	Pot media COL GEO kW
Gener	744	15180	393	0	11680	15,7
Febrer	672	12130	349	0	9359	13,9
Març	744	11738	371	0	9081	12,2
Abril	720	9295	377	0	7254	10,1
Maig	744	4310	348	0	4658	6,3
Juny	720	0	330	4300	-5403	-7,5
Juliol	744	0	333	10500	-13667	-18,4
Agost	744	0	341	9500	-12326	-16,6
Setembre	720	0	337	5200	-6596	-9,2
Octubre	744	3048	356	0	2553	3,4
Novembre	720	9450	359	0	7357	10,2
Desembre	744	14443	394	0	11127	15,0

El quadre següent mostra gràficament les energies en kWh, en Calefacció, ACS y Refrigeració a més de les energies que ha de donar o absorbir el col·lector geotèrmic.



Gràfic 3. Estimació de les càrregues al llarg de l'any. (Potència de bomba de 40 kW).

2.2 Dimensionament del col·lector:

Una primera orientació del disseny del col·lector, es pot treure directament de la norma alemanya VDI 4640 (per a calefacció), que correspondria a la taula següent:

Capacitat tèrmica específica en W/m de sonda		
Tipus de subsòl	**Hores de funcionament**	
	1800 h	2400
Subsòl inapropiat.	25	20
Sediment sec (λ < 1,5 W/mK).		
Subsòl normal de roca consolidada i sediment saturat amb aigua (λ < 3,0	60	50
Roca consolidada amb elevada conductivitat tèrmica	84	70

En el nostre cas, tenint una conductivitat (λ) de 2,12 W/mK, estaria classificat en el subsòl normal de roca consolidada i sediment saturat amb aigua, i per tant li correspondria una capacitat tèrmica específica de 60 W/m (per 1800h) i 50 W/m (per 2400h).

2.2.1 Càlculs segons el procediment GSBenia:

Bases utilitzades:

Estimem que per aquest projecte, la potencia a instal·lar seria de **40 kW**:

Dades del projecte:

Potencia Frigorífica mitja anual 3,4 kW

Condicions Exteriors (estiu)	Temperatura mitja 20,3ºC	Humitat mitjana 67%

Potencia Calorífica mitja anual 9,6 kW

Condicions Exterior (hivern)	Temperatura mitja 8,3ºC	Humitat mitjana 55%

En les condicions d'Espanya, la temperatura del subsòl és bastant superior a la d'Alemanya. Per tant, generalment la capacitat tèrmica a igualtat de conductivitat és superior a la indica per les taules generals de la norma VDI 4640.

Degut a aquests fets, els nostres tècnics utilitzen un programa informàtic d'optimització, i així obtenim una precisió més exacte per tal de garantir la fiabilitat del col·lector.

Alguns dels criteris emprats en aquest programa, són els següents:

1. El sistema ha d'assegurar el seu funcionament a plena potencia un mínim de 54 hores, sense que la temperatura de l'aigua del col·lector superi els 45 ºC, en refrigeració, o baixi per sota de – 5 ºC, en calefacció.

2. El règim de funcionament de la temperatura mitja del fluid líquid del col·lector no superarà els 35 ºC, ni baixarà dels 0 ºC.

3. La variació de la potencia calorífica del terreny, no ha de superar els 2 ºC en un termini de 20 anys.

Segons els nostres procediments, recomanem un col·lector de :

500 metres

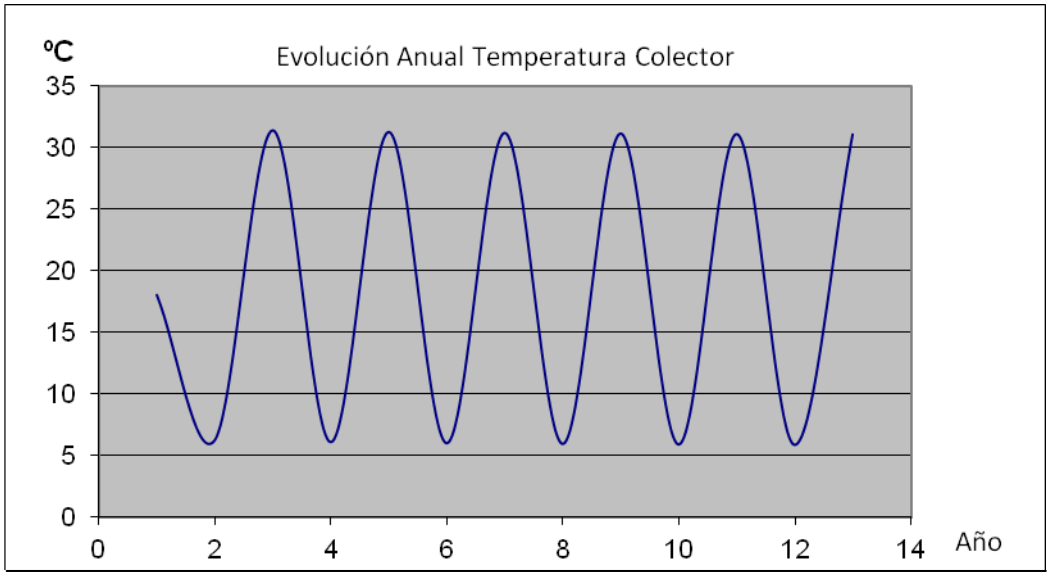
per tal de cobrir les carregues tèrmiques del projecte.

2.3 Evolució de la temperatura del col·lector:

Amb els criteris que empra GSBenia pel dimensionament del col·lector, i utilitzant un programa informàtic de simulació per a variacions de temperatura, segons potencia, energies tèrmiques i característiques del terreny, podem obtenir les evolucions de la temperatura d'un col·lector determinat amb les condicions del projecte .

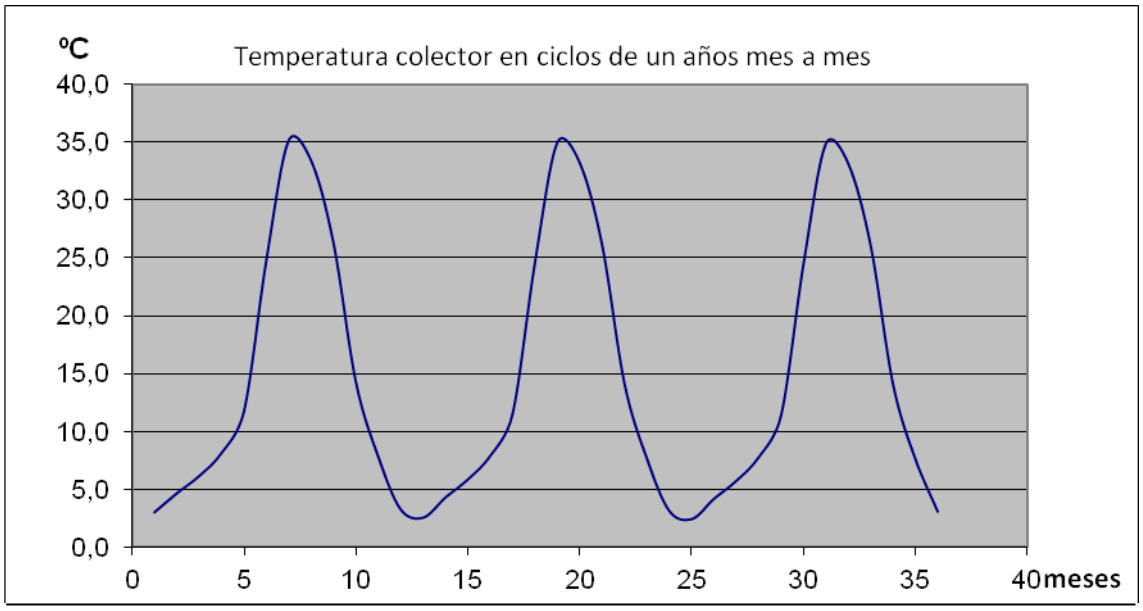
Amb aquet mètode verifiquem que un col·lector de 500 metres, s'ajusta perfectament a les necessitats del projecte.

El següent gràfic mostra la variació de la temperatura mitja del col·lector amb 15 anys, on s'aprecia l'estabilitat de la mateixa. No s'ha de tenir en conta la variació (amplitud de gràfic) sinó la deriva dels punts límits de cada any.



Gràfic 4. Estimació de la temperatura del col·lector.

Augmentant la resolució temporal del gràfic l'evolució que veuríem per els tres primers anys seria.



Gràfic 5. Estimació de la temperatura del col·lector.

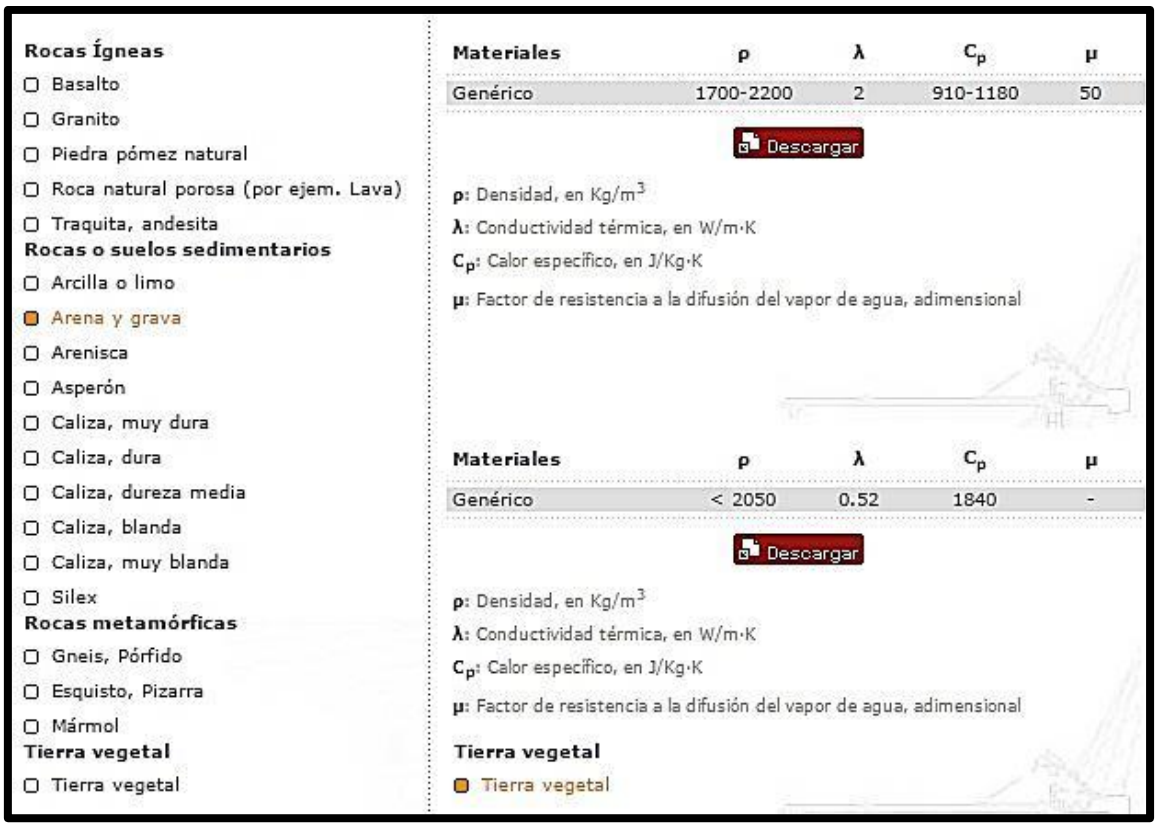
Observem que no hi ha temperatures que sobrepassin clarament els 35º o que baixin de 0º.

DADES TEÒRIQUES DE SUPORT ZONA DEL PLA D'URGELL:

A partir de dades teòriques s'han establert els següents criteris per a la zona de Lleida, més concretament la comarca del Pla d'Urgell i el municipi de Linyola.

- **Conductivitat tèrmica:**

S'estableix una conductivitat tèrmica [λ] mitjana als estrats geològics compostos per arenes i graves de la zona de Lleida de **2,5 W / m·k** (Veure figura següent).



Rocas Ígneas
- Basalto
- Granito
- Piedra pómez natural
- Roca natural porosa (por ejem. Lava)
- Traquita, andesita

Rocas o suelos sedimentarios
- Arcilla o limo
- Arena y grava
- Arenisca
- Asperón
- Caliza, muy dura
- Caliza, dura
- Caliza, dureza media
- Caliza, blanda
- Caliza, muy blanda
- Silex

Rocas metamórficas
- Gneis, Pórfido
- Esquisto, Pizarra
- Mármol

Tierra vegetal
- Tierra vegetal

Materiales	ρ	λ	C_p	μ
Genérico	1700-2200	2	910-1180	50

Descargar

ρ: Densidad, en Kg/m^3
λ: Conductividad térmica, en W/m·K
C_p: Calor específico, en J/Kg·K
μ: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional

Materiales	ρ	λ	C_p	μ
Genérico	< 2050	0.52	1840	-

Descargar

ρ: Densidad, en Kg/m^3
λ: Conductividad térmica, en W/m·K
C_p: Calor específico, en J/Kg·K
μ: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional

Tierra vegetal
- Tierra vegetal

Figura 1. *Valors de conductivitat tèrmica de les arenes, graves i terra vegetal (Font: CTE).*

- **Potència de dissipació:**

La potència de dissipació és la potència d'intercanvi de la sonda amb el subsòl. L'empresa Catalana de Perforacions S.A m'ha facilitat la informació de que en la zona de Lleida, a partir de diferents estudis, s'estableix una dissipació de:

50 W / m

En l'estudi de viabilitat, més concretament a les figures nº 15 i 16 es pot apreciar la temperatura del subsòl a profunditat i el salt geotèrmic present en la zona de Linyola.

3. Conclusions estudi teòric:

Com a conclusió podem extreure que la resposta tèrmica realitzada en el pou número 1, dona que la conductivitat mitja és de **2,12 W/mK**, un valor molt favorable, mes el elevat calor específic del granit, fa que es donin unes condicions excel·lents per una instal·lació de geotèrmia amb bomba de calor.

S'ha suposat unes càrregues tèrmiques (i una bomba de **40 kW**), i s'ha fet una valoració del comportament d'un col·lector geotèrmic de **500 metres** amb tots els pous en les mateixes condicions del pou sotmès a prova. La simulació en 5 anys dona que la temperatura mitja més alta no passa de 35 ^{o}C i la mínima es manté clarament positiva. Aquests valors estan totalment dintre dels marges de funcionament d'una instal·lació geotèrmica, i per tant, confirmen que el dimensionat de **500 metres és correcte**.

Dono fe que segons la meva experiència un col·lector amb 5 pous amb les mateixes característiques del que el que ha estat subjecta de la prova tèrmica donaran ple servei per cobrir, amb bones condicions de funcionament, les demandes tèrmiques expressades en el grafic3 d'aquest document.

Empresa acreditada

Tècnic acreditat.

**Per preservar la privacitat del Tècnic s'ha cregut convenient no ficar-hi el nom.*

ANNEX III:

FULLS DE CÀLCUL DE CÀRREGUES TÈRMIQUES

OPCIÓ 1: CÀLCUL DE CÀRREGUES TÈRMIQUES I QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'ABASTIMENT COMPLERT DEL EDIFICI MITJANÇANT SISTEMA GEOTÈRMIC

CERTIFICAT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'EDIFICIS EXISTENTS

IDENTIFICACIÓ DEL EDIFICIO O DE LA PART QUE ES CERTIFICA:

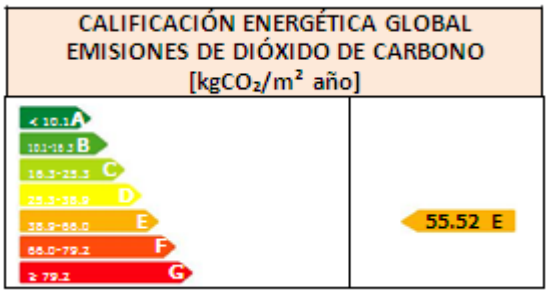
Nom del edifici	CAL FORMIGUERA		
Direcció	MAJOR 3		
Municipi	LINYOLA	**Codi Postal**	25240
Província	Lleida	**Comunitat Autònoma**	Catalunya
Zona climàtica	D3	**Any construcció**	2007
Normativa vigent (construcció / rehabilitació)	C.T.E.		
Referència/s cadastral/es	5899704CG2159N0001SD		

Tipus d'edifici o part del edifici que es certifica:	
● Vivenda ● Unifamiliar ○ Bloc ○ Bloc complet ○ Vivenda individual	○ Terciari ○ Edifici complet ○ Local

DADES DEL TÈCNIC CERTIFICADOR:

Nom i Cognoms	AGUSTI BOLDÚ SEDANO	**NIF**	47697905-E
Raó social	TREBALL FINAL DE GRAU	**CIF**	47697905-E
Domicili	JOSEP IRLA 12		
Municipi	LINYOLA	**Codi Postal**	25240
Província	Lleida	**Comunitat Autònoma**	Catalunya
e-mail	agus_gigi9@hotmail.com		
Titulació habilitant segons normativa vigent	ENGINYER DE MINES		
Procediment reconegut de qualificació energètica utilitzat:	CE³X v1.3		

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA OBTINGUDA:



El tècnic certificador certifica que ha realitzat la qualificació energètica de l'edifici d'acord amb el procediment establert per la normativa vigent i que son certes les dades que figuren en el present document, i els seus annexos:

Data: 9/5/2015

Annex I. *Descripció de les característiques energètiques del edifici.*
Annex II. *Qualificació energètica del edifici.*
Annex III. *Recomanacions per a la millor de l'eficiència energètica.*
Annexo IV. *Probes, comprovacions i inspeccions realitzades pel tècnic certificador.*

Registre del Òrgan Territorial Competent:

ANNEX I
DESCRIPCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES ENERGÈTICAS DEL EDIFICI

En aquest apartat es descriuen les característiques energètiques del edifici, envolvent tèrmica, instal·lacions, condicions de funcionament i ocupació i demés dades utilitzades per obtenir la qualificació energètica del edifici.

1. SUPERFÍCIE, IMATGE I SITUACIÓ:

Superfície habitable [m²]	636.08

Imatge del edifici	Plànol de situació

2. ENVOLVENT TÈRMICA

Tancaments opacs

Nom	Tipus	Superfície [m²]	Transmitància [W/m²·K]	Mètode d'obtenció
Coberta amb aire	Coberta	302.82	2.56	Estimat
Mur de Façana NO	Façana	181.25	0.46	Estimat
Mur de Façana NE	Façana	103.84	0.46	Estimat
Mur de Façana SE	Façana	114.15	0.46	Estimat
Mitjanera SO	Façana	99.0	0.00	Per defecte
Mur de Façana SO	Façana	56.9	1.61	Estimat
Mitjanera NE	Façana	33.75	0.00	Per defecte
Mitjanera SE	Façana	97.5	0.00	Per defecte
Terra amb aire	Terra	450.22	1.89	Estimat

Forats i lluminàries

Nom	Tipus	Superfície [m²]	Transmitància [W/m²·K]	Factor solar	Mètode de obtenció. Transmitància	Mètode de obtenció. Factor solar
BALCONERA	Forat	39.27	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA NO 2	Forat	2.0	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA NE	Forat	9.24	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA SE	Forat	18.48	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA SO	Forat	1.0	3.30	0.75	Estimat	Estimat

3. INSTAL·LACIONS TÈRMIQUES

Generadors de calefacció

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Calefacció i ACS	Caldera Estàndard	16.5	55.00	Gas Natural	Estimat

Generadors de refrigeració

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Només refrigeració	Maquina frigorífica		89.80	Electricitat	Estimat

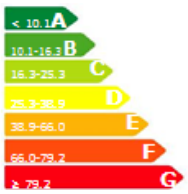
Instal·lacions d'Aigua Calenta Sanitària

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Calefacció i ACS	Caldera Estàndard	16.5	55.00	Gas Natural	Estimat

ANNEX II
QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DEL EDIFICI

Zona climàtica	D3	**Us**	Unifamiliar

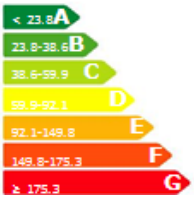
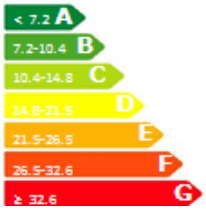
1. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DEL EDIFICI

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS			
	**55.52 E**	CALEFACCIÓ		ACS	
			E		E
		Emissions calefacció [kgCO₂/m² any]		*Emissions ACS [kgCO₂/m² any]*	
		41.30		6.56	
		REFRIGERACIÓ		IL·LUMINACIÓ	
			F		-
Emissions globals [kgCO₂/m² any]		*Emissions refrigeració [kgCO₂/m² any]*		*Emissions il·luminació [kgCO₂/m² any]*	
55.52		7.66		-	

La qualificació global del edifici s'expressa en termes de diòxid de carboni emès a l'atmosfera com a conseqüència del consum energètic del mateix.

2. QUALIFICACIÓ PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÈTICA DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

La demanda energètica de calefacció i refrigeració és la energia necessària para mantenir les condicions internes de confort del edifici.

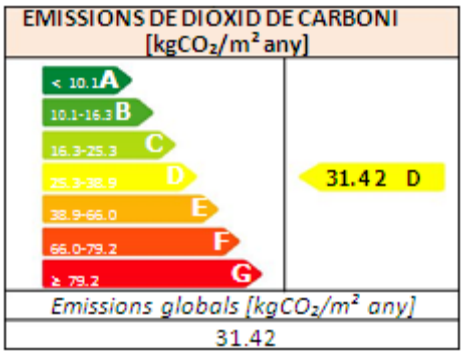
DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
	**131.35 E**		**14.6 C**
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		***Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]***	
131.35		14.60	

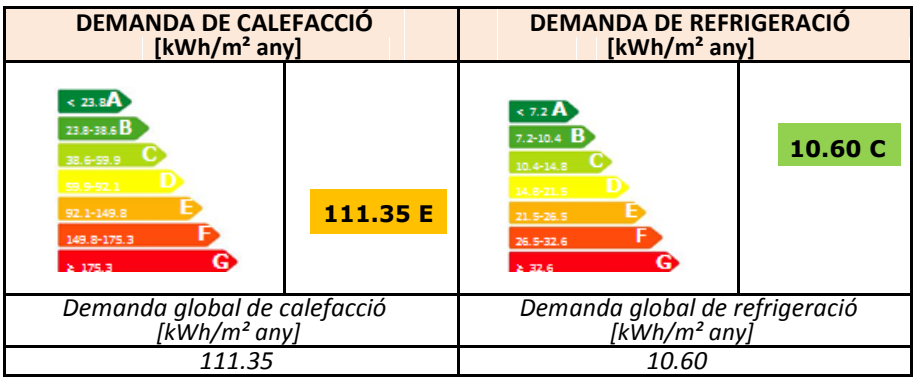
3. QUALIFICACIÓ PARCIAL DEL CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA

Per energia primària s'entén la energia consumida per l'edifici procedent de fonts renovables i no renovables que no han sofert cap procés de conversió o transformació.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS	
	267.74 E	**CALEFACCIÓ**	**ACS**
		E	G
		Energia primària calefacció [kWh/m² any]	*Energia primària ACS [kWh/m² any]*
		204.47	32.47
		REFRIGERACIÓ	**IL·LUMINACIÓ**
		F	-
Consum global de energia primària [kWh/m² any]		*Energia primària refrigeració [kWh/m² any]*	*Energia primària Il·luminació [kWh/m² any]*
267.74		30.80	-

ANNEX III
RECOMANACIONS PER A LA MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA





ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m² any]	111.35	E	10.60	C						
Diferència amb situació inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energia primària [kWh/m² any]	69.19	C	30.80	F	32.47	G	-	-	132.46	D
Diferència amb situació inicial	135.3 (66.2%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		135.3 (50.5%)	
Emissions de CO_2 [kgCO_2/m² any]	17.21	C	7.66	F	6.56	E	-	-	31.42	D
Diferència amb situació inicial	24.1 (58.3%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		24.1 (43.4%)	

Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA

Conjunt de mesures de millora: MILLORA INSTAL.LACIÓ CALEFACCIÓ

Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:-

Millora de les instal·lacions

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [$kgCO_2/m^2$ año]	
< 10.1 A 10.1-16.3 B 16.3-25.3 C 25.3-38.9 D 38.9-66.0 E 66.0-79.2 F ≥ 79.2 G	31.43 D
Emisiones globales [$kgCO_2/m^2$ año]	
31.43	

DEMANDA DE CALEFACCIÓ [kWh/m² any]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ [kWh/m² any]	
< 23.8 A 23.8-38.6 B 38.6-59.9 C 59.9-92.1 D 92.1-149.8 E 148.8-175.3 F ≥ 175.3 G	**87.85 D**	< 7.2 A 7.2-10.4 B 10.4-14.8 C 14.8-21.5 D 21.5-26.5 E 26.5-32.6 F ≥ 32.6 G	**15.63 D**
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		*Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]*	
87.85		*15.63*	

ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m² any]	87.85	D	15.63	D						
Diferència amb situació inicial	23.5 (21.1%)		-5.0 (-47.5%)							
Energia primària [kWh/m² any]	54.59	B	45.44	G	32.47	G	-	-	132.50	D
Diferència amb situació inicial	149.9 (73.3%)		-14.6 (-47.5%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		135.2 (50.5%)	
Emissions de CO_2 [$kgCO_2/m^2$ any]	13.57	C	11.30	G	6.56	E	-	-	31.43	D
Diferència amb situació inicial	27.7 (67.1%)		-3.6 (-47.5%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		24.1 (43.4%)	

Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA
Conjunt de mesures de millora: AÏLLAMENT DEL PORXO Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:- Adició d'aïllament tèrmic en el terra

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [$kgCO_2/m^2$ año]	
< 10.1 A 10.1-16.3 B 16.3-25.3 C 25.3-38.9 D 38.9-66.0 E 66.0-79.2 F ≥ 79.2 G	26.52 D
Emisiones globales [$kgCO_2/m^2$ año]	
26.52	

DEMANDA DE CALEFACCIÓ [kWh/m² any]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ [kWh/m² any]	
< 23.8 A 23.8-38.6 B 38.6-59.9 C 59.9-92.1 D 92.1-149.8 E 149.8-175.3 F ≥ 175.3 G	62.76 D	< 7.2 A 7.2-10.4 B 10.4-14.8 C 14.8-21.5 D 21.5-26.5 E 26.5-32.6 F ≥ 32.6 G	14.20 C
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		*Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]*	
62.76		*14.20*	

ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m² any]	62.76	D	14.20	C						
Diferència amb situació inicial	48.6 (43.6%)		-3.6 (-34.1%)							
Energia primària [kWh/m² any]	39.00	B	41.28	G	32.47	G	-	-	112.75	D
Diferència amb situació inicial	165.5 (80.9%)		-10.5 (-34.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		155.0 (57.9%)	
Emissions de CO_2 [$kgCO_2/m^2$ any]	9.70	B	10.27	G	6.56	E	-	-	26.52	D
Diferència amb situació inicial	31.6 (76.5%)		-2.6 (-34.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		29.0 (52.2%)	

Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA
Conjunt de mesures de millora: AÏLLAMENT COBERTA Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:- Adició d'aïllament tèrmic a la coberta

OPCIÓ 2: CÀLCUL DE CÀRREGUES TÈRMIQUES I QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'ABASTIMENT MITJANÇANT SISTEMA GEOTÈRMIC DE LES PLANTES PRIMERA I SEGONA

CERTIFICAT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'EDIFICIS EXISTENTS

IDENTIFICACIÓ DEL EDIFICIO O DE LA PART QUE ES CERTIFICA:

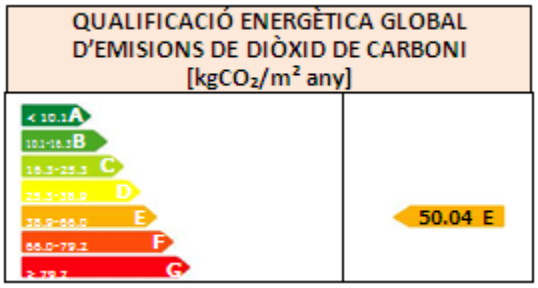
Nom del edifici	CAL FORMIGUERA		
Direcció	MAJOR 3		
Municipi	LINYOLA	**Codi Postal**	25240
Província	Lleida	**Comunitat Autònoma**	Catalunya
Zona climàtica	D3	**Any construcció**	2007
Normativa vigent (construcció / rehabilitació)	C.T.E.		
Referència/s cadastral/es	5899704CG2159N0001SD		

Tipus d'edifici o part del edifici que es certifica:	
● Vivenda ● Unifamiliar ○ Bloc ○ Bloc complet ○ Vivenda individual	○ Terciari ○ Edifici complet ○ Local

DADES DEL TÈCNIC CERTIFICADOR:

Nom i Cognoms	AGUSTI BOLDÚ SEDANO	**NIF**	47697905-E
Raó social	TREBALL FINAL DE GRAU	**CIF**	47697905-E
Domicili	JOSEP IRLA 12		
Municipi	LINYOLA	**Codi Postal**	25240
Província	Lleida	**Comunitat Autònoma**	Catalunya
e-mail	agus_gigi9@hotmail.com		
Titulació habilitant segons normativa vigent	ENGINYER DE MINES		
Procediment reconegut de qualificació energètica utilitzat:	CE³X v1.3		

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA OBTINGUDA:



El tècnic certificador certifica que ha realitzat la qualificació energètica de l'edifici d'acord amb el procediment establert per la normativa vigent i que son certes les dades que figuren en el present document, i els seus annexos:

Annex I. *Descripció de les característiques energètiques del edifici.*
Annex II. *Qualificació energètica del edifici.*
Annex III. *Recomanacions per a la millor de l'eficiència energètica.*
Annexo IV. *Probes, comprovacions i inspeccions realitzades pel tècnic certificador.*

Registre del Òrgan Territorial Competent:

ANNEX I
DESCRIPCIÓ DE LES CARACTERÍSTIQUES ENERGÈTICAS DEL EDIFICI

En aquest apartat es descriuen les característiques energètiques del edifici, envolvent tèrmica, instal·lacions, condicions de funcionament i ocupació i demés dades utilitzades per obtenir la qualificació energètica del edifici.

1. SUPERFÍCIE, IMATGE I SITUACIÓ:

Superfície habitable [m²]	636.08

Imatge del edifici	Plànol de situació

2. ENVOLVENT TÈRMICA

Tancaments opacs

Nom	Tipus	Superfície [m²]	Transmitància [W/m²·K]	Mètode d'obtenció
Coberta amb aire	Coberta	302.82	2.56	Estimat
Mur de Façana NO	Façana	107.5	1.61	Estimat
Mur de Façana NE	Façana	37.5	1.61	Estimat
Mur de Façana SE	Façana	58.5	1.61	Estimat
Mitjanera SO	Façana	66.0	0.00	Por defecte
Mur de Façana SO	Façana	15.0	1.61	Estimat
Mitjanera NE	Façana	22.5	0.00	Por defecte
Mitjanera SE	Façana	65.0	0.00	Por defecte
Terra amb aire	Terra	157.46	1.89	Estimat

Forats i lluminàries

Nom	Tipus	Superfície [m²]	Transmitància [W/m²·K]	Factor solar	Mètode de obtenció. Transmitància	Mètode de obtenció. Factor solar
BALCONERA	Forat	32.34	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA SE	Forat	13.86	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA NE	Forat	2.31	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA SO	Forat	1.0	3.30	0.75	Estimat	Estimat
BALCONERA NO 2	Forat	2.0	3.30	0.75	Estimat	Estimat

3. INSTAL·LACIONS TÈRMIQUES

Generadors de calefacció

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Calefacció i ACS	Caldera Estàndard	16.3	54.90	Gas Natural	Estimat

Generadors de refrigeració

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Només refrigeració	Maquina frigorífica		89.80	Electricitat	Estimat

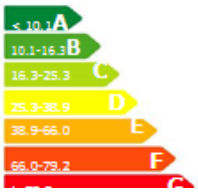
Instal·lacions d' Aigua Calenta Sanitària

Nom	Tipus	Potencia nominal [kW]	Rendiment [%]	Tipus de Energia	Mètode de obtenció
Calefacció y ACS	Caldera Estàndard	16.3	54.90	Gas Natural	Estimat

ANNEX II
QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DEL EDIFICI

Zona climàtica	D3	**Us**	Unifamiliar

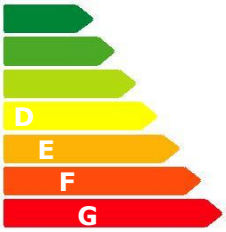
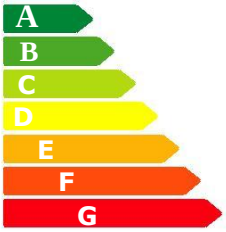
1. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DEL EDIFICI

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS	
	**50.04 E**	CALEFACCIÓ: E	ACS: E
		Emissions calefacció [kgCO₂/m² any]	*Emissions ACS [kgCO₂/m² any]*
		37.11	6.57
		REFRIGERACIÓ: E	IL·LUMINACIÓ: -
Emissions globals [kgCO₂/m² any]		*Emissions refrigeració [kgCO₂/m² any]*	*Emissions il·luminació [kgCO₂/m² any]*
50.04		6.36	-

La qualificació global del edifici s'expressa en termes de diòxid de carboni emès a l'atmosfera com a conseqüència del consum energètic del mateix.

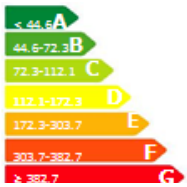
2. QUALIFICACIÓ PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÈTICA DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

La demanda energètica de calefacció i refrigeració és la energia necessària para mantenir les condicions internes de confort del edifici.

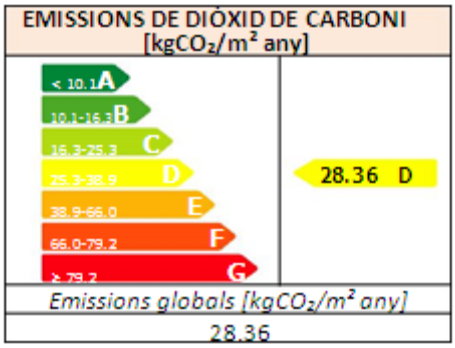
DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
	95.86 E		8.8 B
Demanda global de calefacció [kWh/m² any]		*Demanda global de refrigeració [kWh/m² any]*	
95.86		8.80	

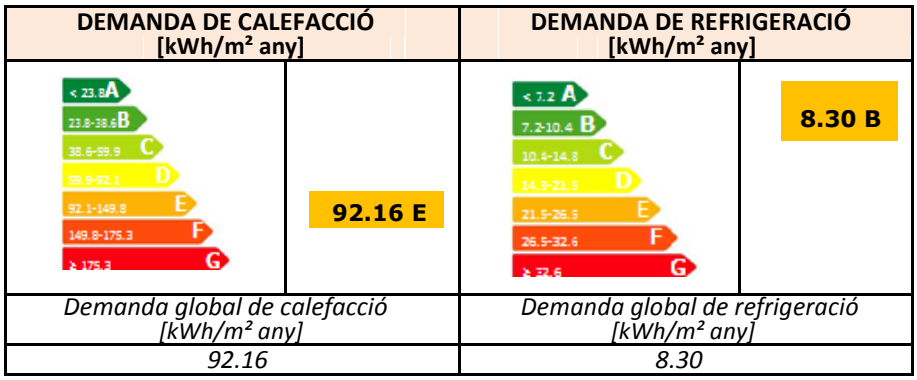
3. QUALIFICACIÓ PARCIAL DEL CONSUM D'ENERGIA PRIMÀRIA

Per energia primària s'entén la energia consumida per l'edifici procedent de fonts renovables i no renovables que no han sofert cap procés de conversió o transformació.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS	
	241.83 E	CALEFACCIÓ	ACS
		E	G
		Energia primària calefacció [kWh/m² any]	*Energia primària ACS [kWh/m² any]*
		183.71	32.53
		REFRIGERACIÓ	IL·LUMINACIÓ
		E	-
Consum global de energia primària [kWh/m² any]		*Energia primària refrigeració [kWh/m² any]*	*Energia primària Il·luminació [kWh/m² any]*
241.83		25.59	-

ANXEX III
RECOMANACIONS PER A LA MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA





ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m² any]	99.86	E	8.80	B						
Diferència amb situació inicial	0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)							
Energia primària [kWh/m² any]	62.06	C	25.59	E	32.53	G	-	-	120.18	D
Diferència amb situació inicial	121.7 (66.2%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		121.7 (50.3%)	
Emissions de CO_2 [kgCO_2/m² any]	15.43	C	6.36	E	6.57	E	-	-	28.36	D
Diferència amb situació inicial	21.7 (58.4%)		0.0 (0.0%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		21.7 (43.3%)	

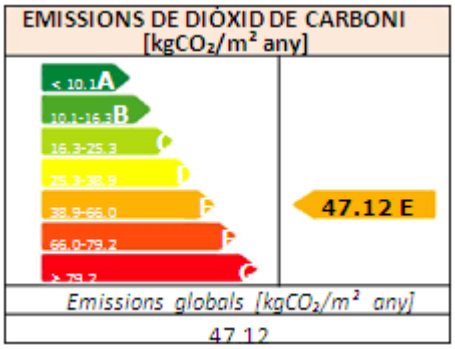
Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

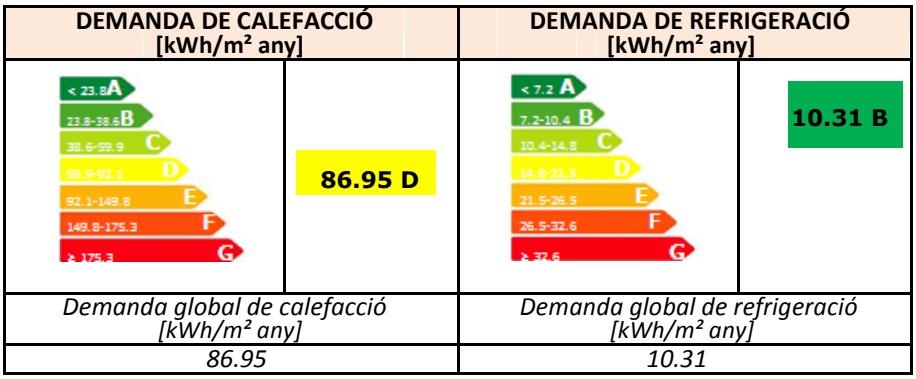
DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA

Conjunt de mesures de millora: MILLORA INSTAL.LACIÓ CALEFACCIÓ

Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:-

Millora de les instal·lacions





ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m² any]	88.95	D	10.37	B						
Diferència amb situació inicial	10.9 (10.9%)		-1.6 (-17.8%)							
Energia primària [kWh/m² any]	163.65	E	30.15	F	32.53	G	-	-	226.33	E
Diferència amb situació inicial	20.1 (10.9%)		-4.6 (-17.8%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		15.5 (6.4%)	
Emissions de CO_2 [kgCO_2/m² any]	33.05	E	7.50	F	6.57	E	-	-	47.12	E
Diferència amb situació inicial	4.1 (10.9%)		-1.1 (-17.8%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		2.9 (5.8%)	

Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA

Conjunt de mesures de millora: AÏLLAMENT DEL PORXO

Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:-

Adició d'aïllament tèrmic en el terra

EMISSIONS DE DIÓXID DE CARBONI [$kgCO_2/m^2$ any]	
< 10.1 A 10.1-16.3 B 16.3-25.3 C 25.3-38.9 D 38.9-66.0 E 66.0-79.2 F > 79.2 G	38.55 D
Emissions globals [$kgCO_2/m^2$ any]	
38.55	

DEMANDA DE CALEFACCIÓ [kWh/m^2 any]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ [kWh/m^2 any]	
< 23.8 A 23.8-38.6 B 38.6-59.9 C 59.9-92.1 D 92.1-149.8 E 149.8-175.3 F > 175.3 G	68.23 D	< 7.2 A 7.2-10.4 B 10.4-14.8 C 14.8-21.5 D 21.5-26.5 E 26.5-32.6 F > 32.6 G	9.17 B
Demanda global de calefacció [kWh/m^2 any]		*Demanda global de refrigeració [kWh/m^2 any]*	
68.23		*9.17*	

ANÀLISIS TÈCNIC

Indicador	Calefacció		Refrigeració		ACS		Il·luminació		Total	
Demanda [kWh/m^2 any]	68.23	D	9.17	B						
Diferència amb situació inicial	31.6 (31.7%)		-0.4 (-4.1%)							
Energia primària [kWh/m^2 any]	125.53	D	26.65	E	32.53	G	-	-	184.71	E
Diferència amb situació inicial	58.2 (31.7%)		-1.1 (-4.1%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		57.1 (23.6%)	
Emissions de CO_2 [$kgCO_2/m^2$ any]	25.36	D	6.63	F	6.57	E	-	-	38.55	D
Diferència amb situació inicial	11.8 (31.7%)		-0.3 (-4.1%)		0.0 (0.0%)		- (-%)		11.5 (23.0%)	

Nota: Els indicadors energètics anteriors estan calculats en base a coeficients estàndard d'operació i funcionament del edifici, el quals són només són vàlids a efectes de qualificació energètica.

DESCRIPCIÓ DE MESURES DE MILLORA
Conjunt de mesures de millora: AÏLLAMENT COBERTA Llistat de mesures de millora que formen part del conjunt:- Adició d'aïllament tèrmic a la coberta

ANNEX IV:

JUSTIFICACIÓ DE DADES I PREUS

En aquest Annex es detallaran totes les dades de suport per tal de justificar les diferents dades i preus adoptats per al càlcul de la seva viabilitat econòmica.

DADES ESTUDI VIABILITAT:

Potència instal·lació de l'opció 1 **(NO VIABLE):**

$$Pot = \frac{\frac{131.35Kwh}{any} \cdot m^2}{1.800\ h/any} = 0.0729$$

$$Pot = 0.0729Kw \cdot m^2 \cdot 1.097{,}84\ m^2 totals = \mathbf{80.66\ Kw}$$

Potència instal·lació de l'opció 2 **(VIABLE):**

$$Pot = \frac{\frac{95.86Kwh}{any} \cdot m^2}{1.800\ h/any} = 0.0532$$

$$Pot = 0.0532Kw \cdot m^2 \cdot 738.97\ m^2 2\ plantes = \mathbf{39.40\ Kw}$$

En ambdós casos, es transforma l'energia obtinguda per any i m^2 de l'informe energètic (Annex III) i es passa a potència [Kw] a partir de les hores de funcionament anuals que es basen en 18.000 i de la superfície que ha d'abastir el sistema.

METRES LINEALS I Nº DE POUS:

Metres lineals i nº de pous de l'opció 1 **(NO VIABLE):**

S'ha extret a partir d'una fórmula facilitada per l'empresa Catalana de Perforacions S.A.

$$Mt.lineals = \frac{Pot.calorífica\ [Kw] \cdot COP}{Pot.dissipació\ [\frac{W}{m}]} = \frac{80.66 \cdot 4.9}{50} = 1.384\ m$$
$$= \mathbf{1.384\ mt.lineals}$$

Per tal d'obtenir el nº de pous es sabut que el número ha de ser parell lògicament, per tant:

$$Nº\ de\ pous = \frac{mt.lineals}{mt.profunditat} = \frac{1384}{100} = \mathbf{13{,}84\ pous = 14\ pous\ de\ 100\ mt}$$

Metres lineals i nº de pous de l'opció 2 **(VIABLE):**

S'ha extret a partir d'una fórmula facilitada per l'empresa Catalana de Perforacions S.A.

$$Mt.lineals = \frac{Pot.calorífica\ [Kw] \cdot COP}{Pot.dissipació\ [\frac{W}{m}]} = \frac{39.40 \cdot 4.9}{50} = 627\ mt$$
$$= \mathbf{600\ mt.lineals}$$

Per tal d'obtenir el nº de pous es sabut que el número ha de ser parell lògicament, per tant:

$$Nº\ de\ pous = \frac{mt.lineals}{mt.profunditat} = \frac{600}{100} = \mathbf{6\ pous\ de\ 100\ mt}$$

PREUS ESTUDI DE VIABILITAT:

Justificació dels preus de l'opció 1 **(NO VIABLE):**

Partida 1: Treballs topogràfics:

Estudi topogràfic del terreny	581.76€ ---- **36.36€/h tècnic x 8h/dia x 2 dies.**
Delimitació camp de perforació	145.44€ ---- **36.36€/h tècnic x 4h/dia.**
Ubicació pous geotèrmics	109.08€ ---- **36.36€/h tècnic x 3h/dia**.
Equips topogràfics	30€ ---------- **Lloguer estació total 2 dies consecutius.**

Partida 2: Sistema geotèrmic:

Perforacions geotèrmiques i connexions	50.350€ --- **1.400mt. lineal x 35€/ mt. lineal + +(25€/h operari x 2 operaris x 3 dies x 9h/dia).**
Instal·lació arqueta i/o col·lector	2.250€ **--- (25€/h operari x 2 operaris x 3 dies x 9h/dia) + (50€/h x 9h/dia x 2 dies).**
Bomba de calor geotèrmica (1 unitats)	24.900€ --- **P.V.P ecoGEO HP 25-100 kW**
Col·lector (1 unitat)	2.743€ --- **P.V.P Erkangeo 14 sortides.**

Partida 3: Adequació sala de màquines:

Material	54.995€ ---- **60.75€/m^3 x 0.5m^3 + 24.62€/h transport camió dúmper.**
Mà d'obra	337.84€ --- **(22.37€/h paleta x 8h/dia) + (19.86€/h ajudant x 8h/dia).**

Justificació dels preus de l'opció 2 **(VIABLE):**

Partida 1: Treballs topogràfics:

Estudi topogràfic del terreny	581.76€ ---- **36.36€/h tècnic x 8h/dia x 2 dies.**
Delimitació camp de perforació	145.44€ ---- **36.36€/h tècnic x 4h/dia.**
Ubicació pous geotèrmics	72.72€ ---- **36.36€/h tècnic x 2h/dia**.
Equips topogràfics	30€ ---------- **Lloguer estació total 2 dies consecutius.**

Partida 2: Sistema geotèrmic:

Perforacions geotèrmiques i connexions	22.350€ --- **600mt. lineal x 35€/ mt. lineal + +(25€/h operari x 2 operaris x 3 dies x 9h/dia).**
Instal·lació arqueta i/o col·lector	2.250€ **--- (25€/h operari x 2 operaris x 3 dies x 9h/dia) + (50€/h x 9h/dia x 2 dies).**
Bomba de calor geotèrmica (1 unitat)	15.900€ --- **P.V.P ecoGEO HP 12-40 kW**
Col·lector (1 unitat)	1.288€ --- **P.V.P Erkangeo 6 sortides.**

Partida 3: Adequació sala de màquines:

Material	54.995€ ---- **60.75€/m^3 x 0.5m^3 + 24.62€/h transport camió dúmper.**
Mà d'obra	337.84€ --- **(22.37€/h paleta x 8h/dia) + (19.86€/h ajudant x 8h/dia).**

DADES COMPLEMENTÀRIES:

Altres justificacions

- Preus de personal i maquinària, en aquest cas, paleta, ajudant de paleta, operaris de perforacions, tècnic de topografia i camió dúmper s'han extret del banc BEDEC de la pàgina web del iTeC (Institut Tècnic de la Construcció).

- Preus de la bomba geotèrmica ecoGEO HP 12-40kW i ecoGEO HP 25-100Kw s'han extret del catàleg oficial de l'empresa ECOFOREST (Catalana de Perforacions S.A. n'és distribuïdor oficial).

- Preus del col·lector Erkangeo de 6 i 14 sortides respectivament s'han extret de l'empresa WATERKOTTE (Catàleg facilitat altre cop per Catalana de Perforacions S.A.).

- Preus de metre lineal de perforació, preu de sonda, de rasa de connexió i de connexions de col·lector i bomba han estat facilitat per l'empresa Catalana de Perforacions S.A. (En les partides ja s'inclouen tots aquests preus).

- Preus dels treballs topogràfics s'han extret de la base de dades de l'empresa del sector INSTOP així com el lloguer dels equips topogràfics.

- Pressupost estimat i aproximat ja que no es té en compte les possibles variacions de mercat en els pròxims anys.

***Nota:** Els preus detallats de h/operari i els preus unitaris així com les diferents medicions es troben en el projecte executiu de l'opció viable anteriorment justificada i estudiada.