

ANNEX NÚM. 3

**INSTAL·LACIÓ D'EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE CALOR MITJANÇANT
ENERGIA GEOTÈRMICA DE MOLT BAIXA ENTALPIA**

Índex

1. Definició
2. Tipus d'energia geotèrmica i aplicacions
3. Àmbit d'aplicació
4. Geotèrmia de molt baixa entalpia
5. Sistemes de captació
6. Tipus de captadors
7. Captadors horitzontals enterrats
8. Captadors verticals o sondes geotèrmiques
9. Captadors verticals en aigües freàtiques
10. Espais protegits i aqüífers existents
11. Afectacions al medi ambient
12. Elaboració de sondejos amb torre
13. Bombes de calor per geotèrmia
14. Manteniment
15. Autoritzacions administratives
16. Projecte energètic de la instal·lació i certificat final d'obra

1. Definició

L'energia geotèrmica solar és l'energia emmagatzemada en forma de calor per l'escorça terrestre d'una part important de l'energia que prové del sol.

La gran massa de la terra fa que la temperatura del subsòl, a partir d'uns 2 m de profunditat, es mantingui pràcticament constant durant tot l'any.

Aquesta temperatura de fet només varia en funció de les característiques del tipus de terreny i la radiació solar pròpia de la zona.

Així, hom pot considerar el subsòl a petites profunditats com una font de calor (energia) totalment renovable i inesgotable.

Engloba la calor emmagatzemada en roques, terres i aigües subterrànies, sigui quina sigui la seva temperatura, profunditat i procedència.

Aquesta calor es massa difusa per ser extreta directament, per tant, és necessari disposar d'un fluid, generalment aigua, per transportar aquesta calor fins a la superfície mitjançant un sistema adient de captació.

Una vegada s'ha extret a la superfície, aquest fluid geotermal, en funció del seu contingut de calor, s'aprofitarà mitjançant intercanviadors o equips de bombes de calor geotèrmiques.

2. Tipus d'energia geotèrmica i aplicacions

Les aplicacions del fluid geotermal depenen del contingut de la calor, o el que és el mateix, de l'entalpia.

L'entalpia és la quantitat d'energia tèrmica que un fluid o un objecte pot intercanviar amb el seu entorn. S'expressa en kJ/kg o en kcal/kg.

S'estableixen les categories següents, segons la seva entalpia:

Alta temperatura: més de 150°C

Una temperatura superior a 150°C del fluid geotermal permet transformar directament el vapor d'aigua en energia elèctrica.

Mitja temperatura: entre 90°C i 150°C

Permet produir energia elèctrica utilitzant un fluid d'intercanvi, que és el que alimenta les grans centrals.

Baixa temperatura: entre 30°C i 90°C.

El seu contingut en calor és insuficient per produir energia elèctrica. Però és l'adient per a calefacció d'edificis o en determinats processos industrials i agrícoles, directament.

Molt baixa temperatura: menys de 30°C.

És la més utilitzada per a calefacció i climatització. Necessita el complement de bombes de calor dissenyades exclusivament per aprofitar aquest tipus d'energia.

3. Àmbit d'aplicació

L'aplicació d'aquest annex afecta les instal·lacions de geotèrmia de molt baixa temperatura o de molt baixa entalpia.

4. Geotèrmia de molt baixa entalpia

L'energia geotèrmica de molt baixa entalpia basa les seves aplicacions en la capacitat del subsòl d'acumular calor i de mantenir una temperatura sensiblement constant a una determinada profunditat al llarg de tot l'any. El seu rendiment pot ser molt divers, depenent de la temperatura.

Es calcula la temperatura del subsòl segons la funció F, com ara:

$$T_{sp} = F (T_{ss} * x * k * C_e * t)$$

T_{sp} = Temperatura del sòl a una determinada profunditat.

T_{ss} = Temperatura del sòl en superfície. És la temperatura mitjana resultant de les diverses temperatures del sòl segons les diverses èpoques de l'any.

x = Profunditat sota la superfície.

k = Conductivitat tèrmica del terreny.

C_e = Calor específica del terreny.

t = Temps d'intercanvi de calor.

Les aplicacions depenen de la temperatura del terreny, de la capacitat de transmetre o absorbir i de la calor que absorbirà o cedirà l'espai que cal climatitzar.

Aquesta calor és conduïda, des del terreny o fins al terreny per un agent intercanviador de calor, un fluid amb unes característiques especials com el seu baix punt de congelació i la seva capacitat de mantenir la calor.

Les temperatures del subsòl no poden excedir dels 30°C, les més comunes oscil·len en el rang comprès entre els 10°C i els 18°C. Per tant, la forma d'augmentar la temperatura del fluid d'intercanvi de calor procedeix d'una font d'energia aliena mitjançant l'ús d'una bomba de calor.

5. Sistemes de captació

Els elements de captació de la calor geotèrmica i els captadors amb la funció d'intercanviadors de calor primaris són molt importants per al rendiment futur del sistema, més marcat encara en el cas de la refrigeració.

Per dimensionar correctament aquest captadors s'han de considerar dos factors:

El material

Del tipus PVC o de la família dels propilens PE, amb una bona conducció de la calor juntament amb una gran flexibilitat per facilitar la instal·lació.

Temps i superfície de contacte entre l'element intercanviador i el terreny.

Com més temps de intercanvi menys superfície, i al contrari.

Aquesta longitud es calcula en funció (F) de la calor capaç d'absorbir o cedir el terreny, de les temperatures del sòl i del fluid intercanviador, de la resistència tèrmica del terreny i de les característiques conductives del material del qual està compost el tub captador.

$$L_{cap} = F (Q, T_s, T_f, Cap, R_s)$$

Lcap = Longitud del captador de calor (superfície/temps de contacte).

Q = Calor que cal dissipar o que cal captar per al terreny.

Ts = Temperatura del sòl.

Tf = Temperatura del fluid d'intercanvi.

Cap = Morfologia i tipus del material captador.

Rs = Resistència tèrmica del terreny (inversa de la conductivitat tèrmica).

6. Tipus de captadors

L'objectiu fonamental d'aquest tipus de captadors és proporcionar el focus fred necessari per a les futures bombes de calor.

Els captadors podran ser horitzontals o verticals en funció de la necessitat de cada cas.

7. Captadors horitzontals enterrats

Es considera com a captador horitzontal el tub estès al llarg del terreny i soterrat a partir de 0,80 metres de profunditat, on la temperatura es manté pràcticament constant.

Aquests captadors han d'utilitzar una superfície de terreny de com a mínim 1,5 vegades la superfície que s'ha de climatitzar.

En el moviment de terres originat, el volum excavat s'ha d'utilitzar com a reomplert.

Qualsevol terreny natural és vàlid per utilitzar col·lectors horitzontals, llevat de terrenys rocosos i terrenys amb asfalt o paviment o altres elements que impedeixin l'aportació energètica del sol.

La utilització d'aquests captadors determina restriccions en la utilització posterior del terreny, com ara:

- Plantacions d'arbres o qualsevol altre tipus de vegetació que les arrels puguin trencar els col·lectors.
- Implantació de futurs serveis que hagin de travessar el subsòl (STA, FEDA, desguassos i similars).

El fluid caloportador utilitzat ha d'incorporar anticongelant de grau suficient per garantir les condicions extremes de la zona.

Distàncies que cal respectar.

S'ha de mantenir una distància mínima de separació respecte al límit de la propietat i les edificacions de com a mínim 2 metres.

8. Captadors verticals o sondes geotèrmiques

Davant la impossibilitat de disposar d'un terreny suficient per estendre els captadors horitzontals o per poder millorar les condicions de captació del terreny, entre altres es pot optar per una instal·lació de captadors vertical.

Pous o sondejos.

Per fer una instal·lació vertical s'han d'elaborar pous o sondejos en què els tubs captadors s'introdueixin dins d'aquestes perforacions i es converteixin en sistemes de captació que s'anomenen sondes geotèrmiques.

La col·locació del tub protector dins dels pous o sondejors és obligatori als primers 6 metres de profunditat per garantir l'estabilitat, perquè es tracta de la zona més alterada i inestable del terreny.

Si es perfora en terrenys d'una duresa elevada, els tubs han de penetrar 2 metres en la roca. En cas de perforar en terrenys de poca consistència s'ha d'assegurar l'estabilitat dels sondejors, mitjançant la justificació corresponent, que s'ha d'incloure dins la documentació del projecte energètic de la instal·lació o la declaració d'energia de la instal·lació, segons correspongui.

Els tubs d'acer de revestiment han de tenir un espessor mínim de 5 mm, segons la norma de tubs DIN 1626. La unió entre aquests tubs ha de ser hermètica i resistent a la pressió de treball. La unió entre el tub envoltant i la roca ha de ser hermètica.

En tot cas, el sondeig s'ha d'omplir de material que permeti una transmissió fluida de la calor als tubs captadors i a la vegada la circulació possible de l'aigua que hi pugui haver al terreny, a causa dels nivells freàtics a poca profunditat o les aigües someres procedents de filtracions pluviomètriques.

La presència d'aigua dins els sondejors augmenta considerablement la capacitat de transmissió de la calor geotèrmica i incrementa el rendiment de la bomba de calor.

En cas de manca d'aigua en el sondeig, s'ha de reomplir de grava i sorres permeables per incrementar la conductivitat tèrmica.

També es pot acceptar un reomplert de formigó amb bentonita o altres materials de característiques similars, si aquest reomplert es fa en qualsevol cas des de la part inferior del pou.

No es poden fer perforacions superiors a 200 metres. Les profunditats recomanables de captació oscil·len entre els 80 m fins als 125 m.

Distàncies que cal respectar.

S'ha de respectar una distància mínima de separació entre perforacions de 6 metres.

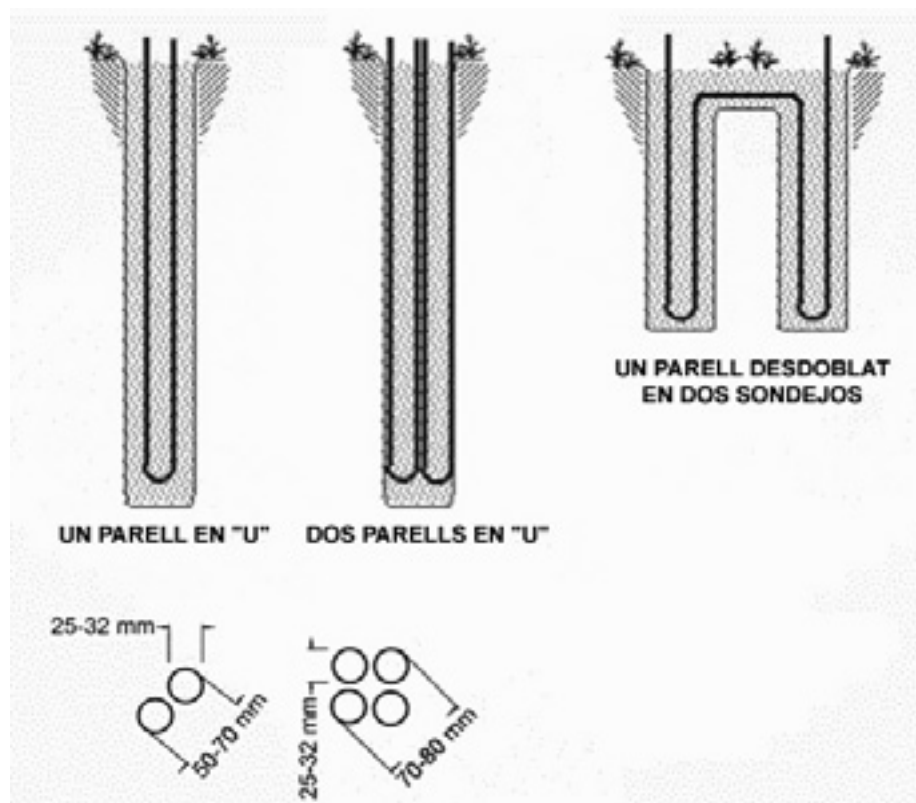
S'ha de respectar una distància mínima al límit de la propietat de 4 metres per preveure la interferència amb sondes veïnes.

Les perforacions s'han de situar, en cas de reformes en què no es conegui la situació dels fonaments, a una distància mínima de 4 metres de la construcció.

Tubs captadors.

Un cop finalitzat el sondeig s'ha d'introduir el tub captador homologat per garantir les característiques físiques i mecàniques i un elevat grau d'intercanvi tèrmic.

Figura. 1 Seccions de sondejos geotèrmics i de tubs captadors en "U" i doble "U"



La figura 1 mostra els tubs captadors que poden ocupar l'interior del sondeig, on les sortides s'han de connectar al circuit primari de les bombes de calor. També és el cas de les dimensions i l'espaiat dels tubs captadors. Als sondejors de diàmetre 150 mm, es poden col·locar un màxim de 4 parells de tubs en "U".

En cas que hi hagi més d'una perforació s'han de regular els cabals de cada tub captador de forma que cada perforació capti la mateixa energia i es disposi d'un camp de captació energètica equilibrat. Aquesta regulació s'ha d'especificar en els càlculs del projecte energètic de la instal·lació.

Els tubs dels col·lectors han de ser de polietilè completament soldats segons SIS 3326 o equivalent, amb un colze de retorn de fabricació industrial.

Les unions del tub han de ser sempre electrosoldades per assegurar una unió perfecta entre els diversos elements de la instal·lació.

Els tubs s'han d'introduir plens del fluid caloportador, amb una pressió suficient per contrarestar la pressió existent al fons del sondeig.

Un cop el tub del col·lector estigui ple del fluid caloportador, s'ha de fer una prova de càrrega entre 3 i 5 bars per detectar possibles fuites.

La rasa que condueix els col·lectors fins a l'habitatge s'ha de reomplir amb material seleccionat que no pugui malmetre els tubs i senyalitzar-los a 40 cm per sobre.

Abans de la bomba de calor la instal·lació ha de portar un vas d'expansió amb una vàlvula de seguretat tarada a 1,5 bars, una vàlvula d'ompliment amb filtre incorporat i una regulació de cabals si la perforació es múltiple.

En general, les sondes verticals presenten més nivells de conductivitat tèrmica, per tant la longitud dels captadors és menor a les sondes geotèrmiques verticals que als captadors horitzontals, per a les mateixes necessitats energètiques. Així mateix els rendiments per refrigeració són superiors a les sondes verticals.

Un dels paràmetres claus en el dimensionat d'una sonda geotèrmica és la potència d'extracció de calor per metre lineal de sonda, i varia, generalment, entre 20 i 70 W/m. Aquest valor de la instal·lació s'ha de detallar i justificar a nivell de càlculs del projecte energètic de la instal·lació i de la declaració d'energia de la instal·lació.

El fluid caloportador.

El fluid caloportador (aigua + anticongelant) ha de tenir una concentració de tal manera que garanteixi una temperatura mínima de congelació fins a -20 °C.

S'ha de respectar la relació d'un litre de solució anticongelant al 20% de propilè, glicol, o similar per cada metre de canonada de col·lector geotèrmic.

9. Captadors verticals en aigües freàtiques

Es poden utilitzar les aigües freàtiques com a font de calor a temperatura constant. En aquest sistema no ha de circular sempre el mateix fluid per dins el captador, el circuit ha de ser obert.

Es pot utilitzar l'aigua d'un pou, d'un llac, o un corrent d'aigua soterrània com a fluid per absorbir o cedir calor al sistema; després d'utilitzar-la s'ha de retornar al medi.

Si el terreny és suficientment permeable, es pot explotar la capa freàtica mitjançant un sondeig de producció, amb una bomba submergida que ha de conduir l'aigua a la bomba de calor, i una vegada extreta l'energia i refredada s'ha de retornar a la capa freàtica.

Per evitar el refredament continu de l'aigua soterrània, la producció i la restitució de l'aigua s'han de realitzar aigües amunt i avall, respectivament.

S'ha de justificar pel que fa als càlculs del projecte energètic i de la declaració d'energia de la instal·lació el cabal mínim en m³/h en funció de la potència calorífica en Kw.

Per explotar aquestes aigües s'han de perforar almenys dos pous d'extracció i d'injecció en els quals es facin assajos hidràulics per comprovar que no s'interfereixin hidràulicament i tèrmicament.

Els assajos de qualitat de l'aigua s'han de fer cada 3 anys per controlar-ne el contingut, amb l'objectiu d'evitar problemes de corrosió i tamponament de tubs i conduccions al llarg dels anys.

El projecte energètic de la instal·lació ha d'anar acompanyat de les autoritzacions corresponents per captar i abocar les aigües, segons l'última publicació de la Llei de policia i protecció de les aigües, aprovada pel Consell General.

10. Espais protegits i aqüífers existents

D'acord amb aquest annex, no es poden fer sistemes de captació en espais protegits.

En els sistemes oberts és necessari presentar un estudi hidrogeològic dels aqüífers de la zona per determinar l'evolució de l'impacte tèrmic associat al seu funcionament, sobre els aqüífers existents.

11. Afectacions al medi ambient

S'han d'analitzar i detallar les possibles afectacions al medi ambient, sobretot els riscos que es poden ocasionar com a conseqüència del vessament del fluid caloportador escollit.

Pel que fa al projecte energètic de la instal·lació i de la declaració d'energia de la instal·lació, s'han de justificar les mesures preventives, correctores i compensatòries de la possible afectació.

12. Elaboració de sondejos amb torre

Torre de sondejos.

Cada torre s'ha d'ajustar a les condicions del sondeig que cal fer.

L'equip contra incendi de les instal·lacions de sondejos serà el necessari per apagar qualsevol incendi que es pugui produir.

La plataforma de treball de la persona encarregada de la unió dels tubs ha d'estar degudament assegurada a la torre, comprovant a cada muntatge les condicions de fixació.

Aquest operari ha de portar cinturó de seguretat a cada moment.

Equip de perforació.

Tots els elements de l'equip de perforació com ara bombes, calderins, etc., han de complir amb les especificacions reglamentàries del seu país d'origen.

L'equip d'injecció ha de tenir unes característiques suficients per poder suportar una pressió doble a la del treball.

Les claus de potència han de portar les unions corresponents per cada torre, i han de ser dimensionades en funció del treball especial que se'ls requereixi.

S'ha de disposar de contrapesos per facilitar-ne la manipulació, amb el corresponent dispositiu de seguretat que n'eviti la caiguda en cas de ruptura del cable que aguanta les claus.

S'han de respectar i no s'han de perjudicar les canalitzacions o conduccions subterrànies existents en el desplaçament de l'equip perforador.

L'equip perforador s'ha de mantenir a una distància de seguretat mínima de 10 metres respecte de qualsevol línia elèctrica.

Cable del cabestrell principal.

Els equips de potència superior a 50 kW han de disposar d'un llibre de registres on hi han de figurar les característiques del cable del cabestrell principal, les revisions del mateix cable i altres incidències.

La longitud del cable s'ha de calcular en funció de l'altura de la torre i del diàmetre del tambor del cabestrell.

La càrrega màxima admissible del cable principal ha de ser la cinquena part de la càrrega de ruptura.

13. Bombes de calor per geotèrmia

Una bomba de calor geotèrmica és un equip que aprofita les propietats de la geotèrmia, és més eficient que una bomba de calor convencional, i per tant consumeix menys energia i estalvia més.

Són equips que poden generar calor i fred. Durant els mesos d'hivern s'extreu la calor del sòl per introduir-la dins l'habitatge, mentre que a l'estiu permet invertir el cicle i extreure la calor de l'habitatge per retornar-la al sòl, obtenint així una climatització durant tot l'any.

La bomba de calor ha de tenir bombes de recirculació, sensors i un ordinador de control que garanteixi la qualitat de la instal·lació.

Com que no hi ha cap tipus de combustió, l'equip no necessita cap sistema de ventilació.

El local on s'ubiqui aquesta bomba de calor ha de disposar d'unes dimensions adients per preveure que els espais requerits de servei i manteniment al voltant de l'equip facin un mínim de 80 cm davant l'equip i un mínim de 50 cm pels laterals, així com la separació adient entre equips en el cas d'instal·lacions integrades per més d'un equip productor d'aigua de calefacció o refrigeració.

El rendiment de la bomba de calor és en funció de la temperatura del recurs geotèrmic, però com a mínim l'eficiència ha de ser el doble de l'energia útil obtinguda, per tant els coeficient internacional acceptat (COP) ha de ser superior al 2, tant en fred com en calor, i independentment de l'època de l'any.

14. Manteniment

Cal establir un contracte de manteniment amb una empresa mantenidora o un mantenidor competent i degudament autoritzat per dur a terme el següent:

- controlar una vegada a l'any, concretament a principi d'hivern, la proporció d'anticongelant en el circuit primari (sondes i col·lectors geotèrmics) per protegir la instal·lació contra la congelació en casos extrems de funcionament.
- netejar dos vegades a l'any els filtres dels circuits hidràulics integrants de l'equip (circuit primari i secundari).
- controlar un cop a l'any que el fluid caloportador inclogui una mescla d'anticongelant suficient per assegurar el funcionament fins a -20 °C i assegurar el funcionament correcte del condensador de la bomba de calor en condicions extremes.

15. Autoritzacions administratives

Una instal·lació geotèrmica de baixa entalpia destinada a dotar de climatització i ACS els habitatges ha de satisfer els requeriments administratius següents:

15.1. Captació horitzontal

Presentació de la Declaració d'energia de la instal·lació al ministeri competent en energia una vegada finalitzada la instal·lació (document A).

15.2. Captació vertical

Presentació del projecte energètic de la instal·lació i el corresponent certificat de final d'obra al ministeri competent en energia una vegada finalitzada la instal·lació, i especificar-hi la conformitat al projecte autoritzat.

15.3. Per captació vertical en aigües freàtiques:

Presentació del projecte energètic de la instal·lació i el corresponent certificat de final d'obra al ministeri competent en energia una vegada finalitzada la instal·lació, i especificar-hi la conformitat al projecte autoritzat.

16. Projecte energètic de la instal·lació i certificat final d'obra

El projecte ha de recollir els punts bàsics següents:

16.1. Memòria descriptiva

- Objecte del projecte.
- Emplaçament geogràfic. S'ha d'indicar la localitat, la situació respecte al casc urbà, la parcel·la, els espais protegits, els vials, els accessos, els túnels...
- Geologia de la zona. S'ha de recollir una caracterització de la zona.
- Perforacions que cal fer. S'ha d'indicar el tipus de perforació, les cotes, les característiques dels anticongelants i dels col·lectors, i les intubacions que siguin necessàries.
- Característiques dels col·lectors. Tipus, dimensions, materials, ubicació, distàncies de seguretat, etc.
- Aquífers existents. S'ha d'indicar expressament el tipus d'espai en què es farà la instal·lació, així com els aquífers de la zona que puguin quedar afectats.
- Possibles afectacions al medi ambient. S'han d'incloure les mesures preventives, correctores i compensatòries. També s'han de considerar els possibles riscos que es puguin identificar ocasionar com a conseqüència de l'ús del fluid caloportador escollit.
- Vigilància i seguiment ambiental.
- Identificació del projectista i la direcció facultativa.

16.2. Plànols

S'han d'incloure con a mínim els plànols següents:

- Plànol de situació. Per localitzar la parcel·la i que s'apreciïn els elements d'interès circumdants, com ara accessos, túnels, parcel·les circumdants, instal·lacions de servei, etc.
- Plànol general. On es localitzin les perforacions respecte a la resta d'elements de la parcel·la i altres serveis circumdants, com ara dipòsits de gas, canalitzacions de l'STA, FEDA, del comú.
- Columnes de les perforacions. On s'indiquin els terrenys entravessats durant els treballs.
- Detalls constructius. Revestiments, intubacions, captadors, cimentacions...

16.3. Justificatiu de càlculs.

- Rendiment mínim de la bomba de calor en funció de la temperatura del recurs geotèrmic.
- Potència d'extracció de calor per metre lineal de sonda.
- Cabal mínim en m³/h de la instal·lació en funció de la potència calorífica en Kw.
- Estudi hidrogeològic.

Document A

La declaració d'energia de la instal·lació ha d'incloure com a mínim la informació sobre:

- Dades de la propietat
- Emplaçament i dades generals de la instal·lació
- Dades de l'empresa instal·ladora
- Característiques principals