

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: Estudi comparatiu entre un sistema de climatització solar amb planta d'absorció geotèrmica i un sistema de climatització amb bomba de calor geotèrmica.

Document: Memòria

Alumne: Sergi Costillo Javier

Director/Tutor: Josep M^a Corretger

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Maquines i motors tèrmics

Convocatòria (mes/any): 06/2009

MEMÒRIA DESCRIPTIVA

	Pàg.
1.- Introducció.....	3
1.1.- Antecedents.....	3
1.2.- Objecte.....	4
1.3.- Especificacions i abast.....	4
2.- Descripció de la instal·lació solar amb planta d'absorció geotèrmica	9
2.1.- Introducció.....	9
2.2.- L'energia solar tèrmica.....	10
2.2.1- Dades tècniques.....	12
2.2.2.- El captador solar tèrmic.....	13
2.2.3.- Bescanviador de calor.....	18
2.2.4.-Sistema de suport.....	18
2.2.5.- Fluid caloportador.....	20
2.2.6.- Bomba de circulació.....	21
2.2.7.-Aïllament.....	23
2.2.8.- Estructura de suport dels col·lectors.....	24
2.2.9.- Vas d'expansió.....	25
2.2.10.- Canonades.....	26
2.2.11.- Valvuleria.....	27
2.3.- Descripció de la instal·lació refrigeració per absorció.....	28
2.3.1.-Instal·lació de distribució	29
2.3.2.- Canonades.....	30
2.3.3.-Aïllament.....	31
2.3.4.-Valvuleria.....	32
2.3.5.Bomba circulació	33
2.3.6.- Vas expansió.....	33
2.3.7.-Dissipació geotèrmica.....	34
3.- Descripció de la instal·lació geotèrmica.....	37
3.1.- Introducció.....	37
3.2.- Descripció.....	38
3.2.1.-Bomba de calor.....	39
3.2.2.-circuit de refrigeració.....	41
3.2.3.- Circuits d'intercanvi verticals o pous.....	42
3.2.4.-Moviment de terres.....	43
3.3.-circuit de distribució.....	44
3.3.1.- Introducció.....	44
3.3.2.Canonades.....	45

3.3.3.-Aïllament.....	45
3.3.4.-Valvuleria.....	45
3.3.5.Bomba circulació	46
3.3.6.- Vas expansió.....	47
4.- Estudis realitzats	48
5.- Normativa a seguir.....	54
6.- Resum del pressupost.....	55
7.- Conclusions.....	57
8.- Relació de documents del estudi	60
9.- Bibliografia	61

1 –INTRODUCCIÓ

1.1-ANTECEDENTS DE L' ESTUDI

El protocol de Kioto obliga a reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle a fi de rellentir el procés d'escalfament de la terra. Cal , per tant, utilitzar fonts d'energia renovables entre les q es troben la solar i la energia del subsòl en forma d'energia geotèrmica .

A Catalunya més del 69% del consum d'energia primària prové de recursos fòssils. Tanmateix, els recursos fòssils disponibles a Catalunya són molt lluny d'arribar a satisfer les seves necessitats energètiques i en l'actualitat la dependència exterior d'aquests combustibles supera el 97%. Aquesta escassetat de recursos fòssils contrasta però amb una gran disponibilitat de recursos naturals.

Catalunya és una zona privilegiada pel que fa a presència de recursos renovables com el sol, el vent, l'aigua o la biomassa, i les seves possibilitats d'aprofitament podrien satisfer una part important del seu consum d'energia primària.

Tot i que el conjunt de les energies renovables aplega diferents tecnologies amb diferents graus de maduresa i de penetració en el mercat, existeix un important punt d'unió entre totes aquestes tecnologies: la seva contribució a garantir un sistema energètic eficient, respectuós amb el medi ambient i amb un elevat grau d'aprofitament dels recursos disponibles al nostre abast.

Amb motiu de la posada en funcionament del nou laboratori d'energia de la EPS, cal dissenyar una instal·lació de climatització pel nou despatx per professors i alumnes becaris .Per aquest motiu es proposa una instal·lació de climatització amb tecnologies eficients d' última generació que utilitzin energies renovables com són la energia solar i la energia geotèrmica.

L'energia procedent del subsòl, i la captació directa de l' energia solar objecte d' aquest projecte, son fonts d' energia que se presenten com inesgotables en lo que se refereix a recursos energètics, i que atempten mínimament contra el medi natural. Si això s' uneix un aprofitament major del guany directe de la energia de procedència renovable, i un consum racional de la energia, serà possible pal·liar en gran part el creixent deteriorament ambiental i satisfer a la vegada les necessitats energètiques actuals i els nivells de confort social que les justifiquen.

1.2-OBJECTE DEL ESTUDI

L'objecte del present estudi és el disseny i dimensionat de una instal·lació de climatització, durant tot l'any, i la comparació entre un sistema de climatització solar amb una planta d'absorció geotèrmica i un sistema de climatització mitjançant una bomba de calor geotèrmica, pel despatx de professors i becaris del nou laboratori d'energia de la EPS, per tal de veure quin sistema seria més adequat, mitjançant la utilització d'un sistema de energia solar tèrmica de baixa temperatura, com a medi d'aportació de calor, i per energia geotèrmica per a la climatització integral.

El estudi donarà una visió objectiva i personalitzada dels diversos sistemes, tots ells vàlids, a l'hora de climatitzar, exposant punts forts i dèbils de cadascun d'ells.

A partir d'una visió objectiva de consums, manteniments i confort, es pretén que el client final, en funció de les seves necessitats, pugui escollir aquell que s'adeqüi més al seu ús final.

El estudi contindrà totes les especificacions amb els càlculs i plànols necessaris, indicació dels materials i disposicions de muntatge, de manera que tots els elements de les diferents instal·lacions compleixin les normatives vigents. En el present Estudi quedaran definits tècnica i gràficament les diverses solucions adoptades.

1.3 - ESPECIFICACIONS

Aquest estudi contemplarà el càlcul dels principals equips de climatització d'ambdós sistemes com és el cas del camp de col·lectors, dipòsits acumuladors, planta d'absorció, caldera d'acompanyament, bomba de calor geotèrmica, unitats terminals, canonades, sistema de regulació i control etc. Es valorarà llavors el seu consum energètic, el balanç econòmic i l'impacte ambiental d'ambdós instal·lacions.

El laboratori és de nova construcció, sense problemes d'espai ni dins l'edifici ni en el terreny exterior a aquest. Aquest fet ha de permetre la integració dels mòduls solars en l'estructura. La instal·lació de recolzament a la calefacció mitjançant energia solar, disposarà de col·lectors solars de buit de tecnologia europea, que capten la radiació solar que incideix sobre la seva superfície i la transformen en energia tèrmica, elevant la temperatura del fluid caloportador, que circula pel seu interior.

L'energia captada serà transferida a un dipòsit acumulador de inèrcia per medi de un bescanviador de calor. A continuació d'aquest dipòsit acumulador s'instal·la un sistema de aportació de energia, mitjançant una caldera, com a sistema auxiliar, quan existeixin varis dies sense radiació solar. Per la circulació del fluid caloportador la instal·lació constarà d'un sistema de bombes de funcionament automàtic, controlat per un termòstat diferencial, i tots els elements auxiliars que requereixen aquest tipus de instal·lacions, com canonades, aïllaments, vas d'expansió, vàlvules i elements de seguretat. Al estiu aquesta aigua calenta servirà perquè la maquina d'absorció produeixi fred.

Pel que fa a la instal·lació geotèrmica, l'energia captada serà transferida a la bomba de calor que la distribuirà als diferents punts de demanda, així com a un segon serpentí del dipòsit acumulador per quan la radiació solar sigui insuficient per satisfer una futura possible demanda d'ACS.

1.3.1- Dades referides al laboratori

L'emplaçament del laboratori es a la Escola Politècnica Superior de Girona ,adjunt al laboratori de calor i fred .

La superfície del laboratori és de 31,56 m², a on es previst el treball de 3 professors. El despatx posseeix una paret - cristallera orientada al Est i les parets son de bloc de formigó vist. Per les altres parets el laboratori es adjunt al laboratori de calor i fred de la EPS.



Figura 1: Nou Laboratori calor i fred

1.3.2- Dades meteorològiques

Les dades meteorològiques de la província de Girona es resumeixen en la següent taula, que recull els valors mitjans de cada fenomen meteorològic, durant deu anys. No obstant es resumeixen les de més importància per el disseny de la instal·lació per medi d'energia solar a continuació:

- La irradiació solar diària mitjana anual es de 3696 Wh/m²
- La temperatura mínima registrada en la província al llarg de 10 anys es de -3.3 C°
- La temperatura màxima registrada en la província al llarg de 10 anys es de 34 C°
- El numero d' hores de Sol és de 2803.1 com mitjana anual.
- El numero de dies coberts al any com a mitjana es de 35
- El numero de dies descoberts al any com a mitjana es de 122.1
- El numero de dies amb núvols a l'any com a mitjana es de 207.9
- La velocitat promig anual del vent es de 15.8 Km / h

MES R. GLOBAL DIA			TEMPERATURA C°			TIPO DE DIAS			HORAS
	wh/m2.dia	MJ/M2dia	AMBI	AGUA	MINIMA	DESPEJADO	NUBOSO	CUBIERTO	SOL
ENE	4566	16,4	12	10	-5,6	8,2	17,8	5,0	154,8
FEB	4939	17,8	13,4	11	-8,2	9,1	15,4	3,5	174,6
MAR	5660	20,4	15,5	12	-2,2	6,5	19,1	5,4	205,1
ABR	5569	20,0	18,8	13	-2,2	6,8	19,4	3,8	232,6
MAY	6077	21,9	23,7	14	3,7	6,4	22,1	2,5	272,6
JUN	6294	22,7	28,8	15	8	11,7	17,2	1,1	314,4
JUL	6636	23,9	33,4	16	12	21,6	8,8	0,6	350,6
AGO	6924	24,9	33,9	16	11	18,7	11,6	0,7	326,6
SEP	6788	24,4	28,2	15	8,4	10,4	18,6	1	244,4
OCT	5783	20,8	22,2	13	4,4	7,2	20,8	3	210,7

Taula 1: Meteorologia de Girona

Les necessitats energètiques del laboratori són les que es recullen en la següent taula:

Mes	Necessitats	Necessitats
	energètiques totals (MJ)	energètiques totals (kwh)
Gener	1644,48	456,80
Febrer	1377,81	382,72
Març	1150,64	319,62
Abril	918,54	255,15
Maig	548,16	152,27
Juny	370,38	102,88
Juliol	880,68	244,63
Agost	954,75	265,21
Setembre	320,99	89,17
Octubre	641,99	178,33
Novembre	1056,81	293,56
Desembre	1530,90	425,25
Any	11396,12	3165,59

Taula 2.- Necessitats energètiques totals

2- DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ DE CLIMATITZACIÓ SOLAR AMB PLANTA D'ABSORCIÓ GEOTÈRMICA

2.1-Introducció

Aquest sistema permet obtenir aire fred a partir de calor obtingut per col·lectors solars, com els que proveeixen d' aigua calenta sanitària.

La energia solar captada en col·lectors solars tèrmics calenta aigua a alta temperatura (entre 80 y 150 °C). Llavors la màquina d' absorció realitza un cicle de comprensió termoquímica (en comptes de la comprensió mecànica del vapor que realitza una màquina d' aire condicionat) i produeix l' aigua freda necessària per la climatització de les estàncies. aquest procés de comprensió en estat líquid te molt baix consum elèctric.

La màquina utilitza pel intercanvi de calor dos fluids, un refrigerant i altre absorbent. Lo mes habitual es fer servir agua com refrigerant i una sal (bromur de liti, LiBr) com absorbent. El funcionament resumit es que el aigua escalfada pel sol cedeix aquell calor al absorbent. Se aconsegueix així aigua freda. El absorbent ha de tornar a cedir el calor (que se dissipa o transfereix a un altre aigua que actua com a refrigerant) per regenerar-ne i tornar a fer la seva funció.

Els sistemes d' efecte simple necessiten temperatures de uns 80 °C, que se poden aconseguir amb col·lectores plans, mentre que els de doble efecte requereixen temperatures de 150 °C, que se poden proveir amb col·lectores de buit.

A nivell domèstic, s' han desenvolupat equips aptes per vivendes o pel sector terciari, de tamany compacte, que eviten la necessitat de una torre de refrigeració externa i tenen potencies de refredament de 5 a 10 KW. Això s' ha aconseguit per medi de millores en la eficiència de funcionament de la maquina d' absorció, a través de processos de rotació dels components. El refrigerant empleat es aigua i el seu consum elèctric es reduït en comparació amb altres sistemes (del ordre de 300 wh). Això fa també possible que el aportació elèctrica sigui donada por energia solar fotovoltaica, creant ací un sistema autosuficient energèticament.

Els equips domèstics de refrigeració per absorció tenen un COP (Coefficient of performance) o rendiment de 0,6 a 0,8 (en els de efecte simple) i de 1,2 a 1,5 en màquines de doble efecte. Això pot fer pensar que són sistemes menys eficients que els de comprensió mecànica de vapor (que tenen COPs de 2,5 a 3). Tanmateix, mentre que en l'absorció la aportació energètica (calor) és directa, en els sistemes convencionals l'energia elèctrica utilitzada ha arribat al equip després de passar per tot el seu procés de generació i distribució, que té una eficiència del 30%. Considerant això, el rendiment final seria del ordre de 0,75, però utilitzant una font d'energia esgotable i contaminant.

La refrigeració per absorció fa que siguin viables, tècnica i econòmicament, instal·lacions més grans, amb elevada superfície de col·lectores solars. Disposar de fred solar en estiu permet una amortització del sistema més ràpida que si es pretengués utilitzar-ne la instal·lació tan sols para calefacció i aigua calenta.

Per últim destacar que, encara que la aportació de calor també la podria realitzar una flama directa procedent de una combustió de gas o biomassa, lo ideal és que, donada la coincidència de disponibilitat del recurs amb la demanda, la refrigeració per absorció se plantegi com un sistema de una instal·lació de col·lectors solars que capten la energia neta i inesgotable del sol.

2.2-L' energia solar tèrmica

El nostre planeta rep del Sol una quantitat d'energia anual d'aproximadament $5,4 \times 10^{24} \text{J}$, una xifra que representa 4.500 vegades l'energia que es consumeix.

Tot i la seva abundància, l'aprofitament de la radiació solar està condicionat principalment per tres aspectes: la intensitat de radiació rebuda per la Terra (quantitat d'energia per unitat de temps i superfície), els cicles diaris i anuals (dia i nit i estacions de l'any) a què està sotmesa i les condicions climàtiques (hores de sol anuals) de cada emplaçament.

En general, el terme "radiació solar" fa referència als valors d'irradiació global, és a dir, la quantitat d'energia rebuda per unitat de superfície en un temps determinat (mesurada en W/m^2). Aquests valors normalment fan referència a l'energia que prové directament del disc solar (radiació directa) i a l'energia que, difosa per l'atmosfera, prové de la resta del cel (radiació difusa).

Les pèrdues a l'atmosfera per reflexió, absorció i dispersió redueixen el valor de la radiació solar que arriba a la Terra al voltant d'un 30%. Així, la intensitat de radiació que

es rep a la superfície de la Terra se situa al voltant dels 1.000 W/m^2 , sent les condicions climatològiques les que condicionen els valors de radiació finalment rebuts.

Les instal·lacions solars tèrmiques consisteixen en un sistema de captació de la radiació que prové del Sol (el captador solar), un sistema d'emmagatzematge de l'energia tèrmica obtinguda (el dipòsit acumulador) i un sistema de distribució de la calor i de consum. Les aplicacions més esteses i conegudes són les de baixa temperatura, és a dir, les que proporcionen calor a temperatura inferior a 100°C .

Les principals aplicacions solars tèrmiques a baixa temperatura són la producció d'aigua calenta sanitària (dutxes, cuines, etc.) i la calefacció d'habitatges i piscines. En general, en una mateixa instal·lació aquestes aplicacions no se solen presentar individualment, sinó combinades.

- Producció d'aigua calenta sanitària (A.C.S.)

És l'aplicació més rendible de l'energia solar, perquè la instal·lació està en servei durant tot l'any (al contrari del que passa amb la calefacció).

Normalment les instal·lacions no es dimensionen per resoldre el 100% de les necessitats d'aigua calenta, ja que la superfície exigida a l'hivern, quan hi ha menys radiació, donaria lloc a la construcció de grans instal·lacions difícilment amortitzables.

El més comú és combinar la instal·lació solar amb un sistema d'escalfament convencional (a gas, elèctric...). Així, el dispositiu solar només resol una part del consum d'energia per a producció d'aigua calenta sanitària (el que s'anomena fracció solar).

- Calefacció

La calefacció d'un local es pot fer mitjançant la introducció d'aire calent al seu interior o bé mitjançant elements calefactors per dins dels quals circula aigua calenta. L'aprofitament de la radiació solar per a calefacció de locals presenta la mateixa divisió: s'hi poden fer servir captadors d'aire o captadors d'aigua.

En aquest darrer cas, no és adequat utilitzar radiadors convencionals, ja que necessiten aigua a $80\text{-}90^\circ\text{C}$, mentre que els captadors solars plans treballen amb un rendiment acceptable donant aigua a 50°C . Llavors, cal fer servir altres sistemes de calefacció, com ara:

- Terra radiant (circulació d'aigua per unes canonades situades sota el paviment dels locals).
- Radiadors sobredimensionats (superfície del radiador molt més gran que els convencionals per poder cedir la mateixa calor amb un cabal d'aigua a una temperatura inferior).

- Fan-coils o ventiloconvectors (grup de tubs per on circula l'aigua i que és travessat per un corrent d'aire que s'escalfa i es distribueix a l'ambient).

- Escalfament de piscines

El consum d'energies convencionals per a l'escalfament de piscines és permès per llei només quan estiguin situades en locals tancats. Per a piscines a l'aire lliure, l'energia solar tèrmica és l'opció més adequada. Es poden emprar sistemes de circuit tancat (quan es combina amb generació d'aigua calenta sanitària o calefacció, amb captadors solars plans) o de circuit obert (per a usos només en època estival es poden fer servir captadors de cautxú o plàstic, més econòmics que els plans).

Les característiques més peculiars de la energia solar com a font energètica, són les següents :

- Elevada qualitat energètica.
- Mínim o nul·l impacte ecològic.
- Inesgotable a escala humana.

Com inconvenients se tenen:

- Producció en forma aleatòria, sotmesa a cicles dia -nit y estacionals hivern -estiu.
- Recepció en forma dispersa.
- No es pot emmagatzemar de forma directa ,cal una transformació energètica.

2.2.1-Dades tècniques de la instal·lació

Després de realitzar els càlculs tècnics sobre la instal·lació, s'ha seleccionat els elements que formaran el sistema, sent aquestes algunes de les característiques tècniques que prendrem com a dades de partida:

- Latitud: 41.59°
- Altitud sobre el nivell del mar: 95 m
- Orientació: Sud
- Equació del rendiment del col·lector: $\eta = \eta_0 - k_1 * (AT/E_g) - k_2 * (AT^2/E_g)$
- Eficàcia del sistema interacumulador: $E = 0.85$
- Cabal del circuit primari: 100 litres / hora
- Fluid caloportador: Mescla d' aigua 70% i propilenglicol 30%
- Calor específic del Fluid caloportador: 0.85 Kcal /l

A continuació es descriuen els principals components d'aquest tipus d'instal·lacions.

- Col·lector solar
- Fluid caloportador

- ### 2.2.2-El captador solar tèrmic:

- Coberta transparent
- Superfície absorbent
- Tubs de circulació
- Material aïllant

Com a norma general, els captadors han de ser instal·lats orientats al Sud per captar al màxim la radiació solar, i la seva inclinació respecte del pla horitzontal ha de ser igual a la latitud de l'emplaçament.



Figura 2: Col·lector Font : Icaen

La instal·lació constarà d'una superfície captadora de **18 m²**, formada per 6 col·lectors de buit connectats en sèrie i amb una superfície captadora de 3 m² cadascun. Els col·lectors estaran suportats per una estructura de recolzament proporcionada pel mateix fabricant i es col·locaran sobre la marquesina de la figua que té una pendent de 0°.



Figura 3: Marquesina per col·lectors

El Camp de captació solar es situarà sobre una coberta-marquesina plana amb bona orientació i amb espai suficient com per col·locar els **18 m²** de captadors. Per aconseguir la major integració arquitectònica possible es més recomanable col·locar tubs de buit. Les dimensions de la marquesina son: 11x3,6 m².

El fet de seleccionar captadors solars de buit en comptes de col·lectors plans és degut primer a que la capacitat d'absorció de la energia solar és més gran en aquests col·lectors amb tubs de buit ,a més de que degut a la necessitat de escalfar l'aigua per la màquina d'absorció al estiu, la qual ha d'entrar a un mínim de 90° per que el rendiment de la maquina d'absorció sigui l'adequat i aquestes temperatures nomes es pot aconseguir amb tubs de buit ja que els col·lectors plans encara no poden assolir aquestes temperatures.

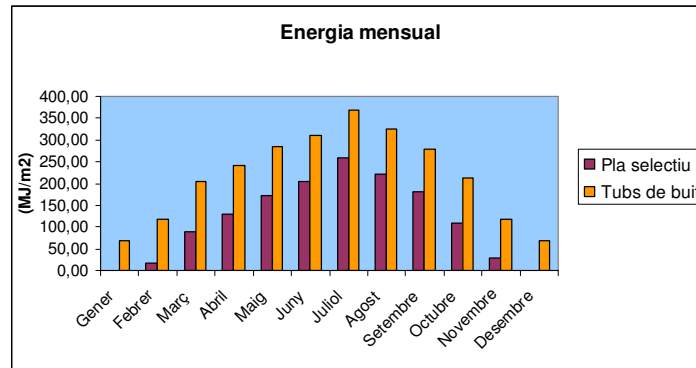


Figura 4: comparativa tubs buit col·lectors plans

D'altra banda el fet de utilitzar màquina d'absorció és el que restringeix el camp de col·lectors ja que es necessiten uns 3m²/kW de refrigeració pels pics de consum de refrigeració q s'exigiran.

El model de col·lector solar de buit escollit, és el de la casa comercial **Viessmann Energies Renovables**, en concret el model **Vitosol 300 H30**, de les següents característiques:

- Placa absorbent

Constituïda per una parella de tubs, de 8 mil·límetres de diàmetre, aletes de coure semidur desoxidat al fòsfor i la seva unió esta realitzada per medi de soldadura per capil·laritat amb material d'aportació d'alt punt de fusió.

La placa te un tractament superficial selectiu ($\alpha = 0.96$; $\epsilon = 0.45$; $\tau = 0.55$), amb oxidació química, per medi del procés Ebonol-c.

Altres característiques de la placa absorbent son:

- Absortància (α) : 0.96
- Emitància (ϵ) : 0.45
- volum del fluid : 1.3 Litres
- Coberta transparent

Consisteix en una lluna de cristall templat de 4 mm de espessor, serveix per reduir les perdues, protegir de la intemperie a la placa absorbidora i produir l'efecte hivernacle.

- tramitancia (τ) : 0.85
- Caixa del col·lector

Es l'element que recull la resta de components del col·lector dotant-lo de rigidesa i estanquitat al conjunt, està Construïda amb perfils extruïts de 1.5 mm de espessor, d'

alumini d' un espessor de 20 micres. La unió entre perfils se realitza per medi de rematxos d' acer inoxidable. El fons de la caixa és de xapa d' acer galvanitzat de 60 micres. La lluna està unida a la caixa per medi cautxú líquid silicona.

- Aïllament tèrmic

Aquest aïllament s' ha realitza en fibra de vidre semirígida, amb un film de alumini de 0.3 mm, sent l' espessor total d' aïllament de 15 mm. Aquest aïllaments son encarregats de reduir les pèrdues de calor.

- Altres característiques

Dimensions del col·lector:

Alt: 2024 mm

Ample : 2159 mm

Espessor : 138 mm

Dimensions de les connexions que disposa el col·lector

Diàmetre exterior: 22 mm

Diàmetre interior: 20.5 mm

Distancia entre les connexions 2.038 mm

Superfície útil de captació: 3 m²

Pes del col·lector en el buit : 68 Kg.

Pressió màxima de servei: 6.5 Kg / cm²

Cabal específic recomanat:

Aigua : 50 l / h x m²

Aigua (70%) + propilenglicol (30 %) : 60 h x m²

Caiguda de pressió amb el cabal recomanat:

Aigua: 5.3 mm de columna de agua

Aigua (70%) + propilenglicol (30 %): 10.4 mm de columna d' aigua

- Corba de rendiment

La corba de rendiment instantani del model Vitosol 300 obtingudes en regim tèrmic permanent, d'acord a les normes ASHRAE, l' estableix el INTA, per cada model de col·lector.

Així estableix una equació per calcular el rendiment del col·lector en diverses condicions de funcionament :

$$\eta = \eta_o - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

(Eq. 1)

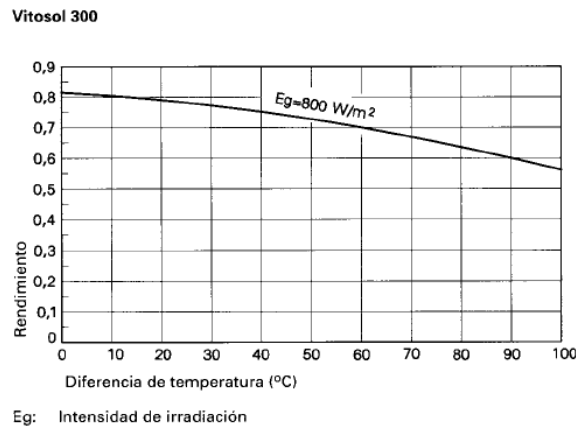
on:

η = rendiment del captador en (%)

η_o = rendiment òptic del captador en (%)

k_1 i k_2 = coeficients de pèrdues de calor en ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

ΔT = increment de temperatura entre l' exterior i la promig del fluid en el panell en ($^\circ C$)



E_g = intensitat neta incident en (W/m^2)

Gràfic 1: Rendiment col·lector

Aquesta recta es la representació gràfica de l' equació del rendiment del col·lector solar model Vitosol 300. A mesura que creix la temperatura d' entrada del fluid caloportador al col·lector o baixa la temperatura ambient, el rendiment del col·lector disminueix, ja que aquest desprèn més energia a l' ambient.

Com es pot veure el punt de màxim rendiment del col·lector, apareix en el cas de que la temperatura d' entrada coincideixi la ambiental.

Els resultats obtinguts son l' índex d' eficiència del col·lector solar , definit per la relació entre l' energia captada i la rebuda per la instal·lació en un instant donat.

2.2.3 – Bescanviador de plaques

Aquest bescanviador té la missió de transferir tota l'energia solar que capten els col·lectors al circuit primari al circuit secundari per així poder-la utilitzar. Aquest bescanviador és necessari ja que en el circuit de producció d'aigua calenta solar, l'aigua porta uns additius que fan que no sigui desitjable que aquesta circuli per tota la instal·lació, doncs en cas de fuga o d'intervenció s'hauria de reomplir el circuit sencer.

El bescanviador seleccionat es de tipus semisoldat el **model M10 de la marca Alfa Laval**, els fluids circulen cadascun per un costat de les plaques a contracorrent, aconseguint així una major transferència de calor.

L'avantatge d'aquest tipus de bescanviador és que poden ser desmuntats per la seva neteja i poden ser ampliat en el número de plaques, augmentant així la potència en cas que fos necessari.

2.2.4 - Sistema de suport

Per suplir possibles períodes sense sol, les instal·lacions solars tèrmiques incorporen un sistema convencional d'escalfament d'aigua, que només es fa servir quan l'energia rebuda als col·lectors no és suficient. En aquest cas el sistema de suport serà la instal·lació de una caldera.

Les instal·lacions solars tèrmiques es poden fer com a circuits oberts o com a circuits tancats, segons si la mateixa aigua que circula pels captadors solars és l'aigua de consum o no. Els sistemes de circuit obert són més simples, però presenten l'inconvenient del perill de glaçades, corrosions o incrustacions en el captador. En els sistemes de circuit tancat no hi ha mescla entre el líquid que circula pels captadors (circuit primari), al qual s'afegeix un anticongelant, i l'aigua destinada a consum (circuit secundari) i que és el sistema que es farà servir pel laboratori.

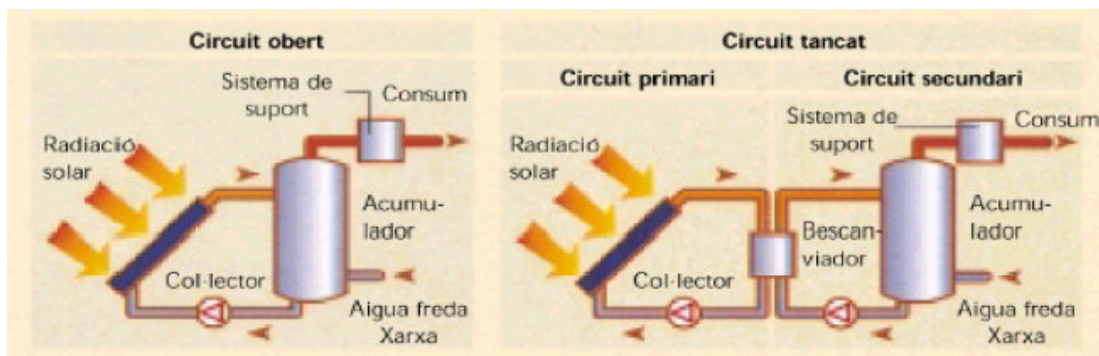


Figura 5 : Font: Icaen Esquemes d'instal·lació solar de baixa temperatura: circuit obert i circuit tancat

L'element principal de la instal·lació de suport és la caldera atmosfèrica de baixa temperatura, amb una potència tèrmica de 11 kW. Aquesta caldera serà l'encarregada de escalfar l'acumulador d'inèrcia en el cas que el sistema solar no pugui aconseguir una temperatura preestablerta d'aquesta aigua i escalfar el circuit d'aigua de calefacció. La caldera seleccionada es el model **Vitogas 100 de la marca Viessmann**.

Formen part de la instal·lació convencional el fan-coil o unitat terminal ubicat en l'interior del laboratori. Aquesta unitat terminal serà l'encarregat de rebre l'aigua calenta produïda per la caldera i, mitjançant un ventilador que farà circular aire a través d'aquestes produir l'aire calent per escalfar.

S'utilitzarà 1 fan-coil i se'l col·locarà a l'entrada del esmentat laboratori

Les canonades del circuit secundari seran de coure i hi circularà aigua. Per fer circular el fluid s'utilitzarà una bomba d'impulsió, per impulsar el fluid cap al circuit de calefacció. En aquest circuit també hi està inclòs el tram que des de la derivació en "T" fins a l'acumulador d'inèrcia de la màquina d'absorció. Aquest circuit estarà tancat durant l'època d'hivern i només funcionarà durant l'estiu. L'obertura i tancament d'aquest circuit així com del circuit de calefacció es realitzarà mitjançant vàlvules manuals.

El sistema de regulació de la caldera controlarà el funcionament de la bomba del circuit d'escalfament de l'aigua del acumulador d'inèrcia, mitjançant una sonda de temperatura ubicada en aquest acumulador. També controlarà el funcionament de la bomba d'impulsió del circuit de calefacció, mitjançant un termòstat regulable ubicat a l'interior del laboratori. Aquesta regulació, durant els mesos d'estiu estarà controlada per una sonda de temperatura col·locada a l'acumulador d'inèrcia de la màquina d'absorció.

La instal·lació convencional també comptarà amb elements de seguretat com un vas d'expansió i una vàlvula de seguretat, a més de un purgador automàtic, vàlvules de retenció i manuals, així com manòmetres i termòmetres per a conèixer les propietats del fluid en diferents punts del circuit.

2.2.5 – Fluid caloportador

El fluid caloportador absorbeix i transporta per l' interior del circuit de tubs del col·lector, la calor captada per la placa absorbent, que procedeix del Sol.

Per posteriorment cedir-la al aigua de consum a través de l' intercanviador de calor existent en el dipòsit interacumulador, elevant així la temperatura a la de consum. Es l' element que transporta la energia des de l' element on és captada, fins l' element a on és utilitzada.

Com a fluid de treball per les instal·lacions solars d' escalfament d' aigua, la millor solució és utilitzar aigua de la xarxa sola o amb additius.

Els additius mes usuals son els anticongelants encara que de vegades s' utilitzen anticorrosius.

Es sol utilitzar en el circuit primari aigua desmineralitzada, evitant així el problema de la corrosió e incrustacions.

En climes amb risc de produir-se temperatures sota zero, es necessari equipar a les instal·lacions solars amb sistemes que eviten la congelació del fluid de treball. Solen ser:

- Utilització de mescles anticongelants
- Recirculació de l' aigua del circuit
- Drenatge automàtic del fluid del circuit

La solució adoptada és la utilització de mescles anticongelants:

L' ús de líquids com el etilenglicol o el propilenglicol afegits a l' aigua en una proporció adequada, formen una mescla amb un punt de fusió baix que evita la congelació. Aquest mètode obliga a utilitzar un intercanviador de calor, para independitzar el circuit del col·lector de l' aigua de consum.

L'ús d'anticongelant pot provocar la pèrdua d' energia sobre el total de energia captada pels col·lectors. Degut a la disminució del calor específic de la mescla anticongelant respecte a l'aigua.

El fluid caloportador, en sistemes oberts és la pròpia aigua de consum, però en el cas que ens ocupa el circuit del sistema, consisteix en dos circuits tancats connectats a través del intercanviador de calor. S'ha seleccionat aquest sistema degut a que a Girona es registren temperatures per sota de zero (-3.3 C°), que produirien el deteriorament de la instal·lació per congelació de l' aigua.

Així en el sistema objecte d' aquest estudi, pel circuit primari que és el que correspon al captador, circularà una mescla d' aigua desmineralitzada amb propilenglicol en una proporció de un 70 % d' aigua y un 30 % de propilenglicol.

Aquesta mescla té les propietats necessàries per suportar les temperatures extremes que es poden produir en el sistema per energia solar i que són:

Temperatura de congelació: $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura d'ebullició: $140\text{ }^{\circ}\text{C}$

Aquestes característiques protegeixen al sistema de gelades i de la ebullició del fluid caloportador, que serien causa d'avaries i deteriorament del sistema.

2.2.6- Bomba de circulació

La bomba de circulació és l'equip que produeix el moviment de l'aigua en les conduccions de la instal·lació, fent que l'aigua circuli pel circuit salvant les pèrdues de pressió que motiven fregament amb les canonades, així com les pèrdues de càrrega localitzades que, al pas de l'aigua oposen les vàlvules, filtres, accessoris, etc.

Les bombes de circulació que s'utilitzen normalment en les instal·lacions de calefacció i aigua calenta sanitària són de tipus centrífug, acoblades directament a motors elèctrics.

Les característiques de funcionament d'una bomba circuladora, venen definides pel cabal de fluid que ha de circular, i la pressió que ha d'aportar al fluid per vèncer totes les pèrdues de càrrega del circuit, el que es denomina alçada manomètrica de la bomba.

El conjunt electrobomba utilitzats en les instal·lacions solars poden ser de dos tipus:

- conjunt electrobomba per muntatge sobre bancada
- conjunt electrobomba per muntatge directe en canonada o en línia

Les bombes no s'han d'instal·lar en els punts alts de la instal·lació, ja que poden suposar una trampa per l'aire, i en l'elecció de la bomba s'ha de tenir en conta el tipus de fluid a circular, la seva densitat, temperatura i si el circuit és tancat o obert.

S'instal·larà una bomba de circulació en el circuit primari, per fer circular l'aigua pel col·lector i pel intercanviador de calor, de manera que la circulació pel circuit primari serà forçada. Això suposarà un gasto energètic, al consumir la bomba energia elèctrica. Però aquest consum és necessari pel funcionament de sistemes de circuits tancats, tanmateix, aquest tipus de sistemes tenen un major rendiment que justifica la utilització de la bomba i el seu consum d'energia.

La bomba seleccionada és especial per circulació d' aigua calent sanitària connectada al circuit en línia, és de la casa comercial **Viessmann model "Solar-divicón"**, fabricant de bombes de gran prestigi. La carcassa de la bomba és de llautó de fosa gris, el rodet es de polipropilè amb fibra de vidre, el eix és d' acer inoxidable i els coixinets d' al·leació de grafit i metall.

La bomba s' instal·larà amb l'eix de rotació horitzontal i amb espai suficient per que pugui ser desmuntada amb facilitat. Les canonades connectades a la bomba en línia es suportaran adequadament en les immediacions de la bomba, per evitar vibracions.

Les característiques de funcionament de la bomba són les següents:

- Compatible el funcionament amb mescles aigua - propilenglicol de fins un 50%
- El cabal volumètric capaç de desenvolupar és de 1900 litres / hora
- Alçada manomètrica màxima: 6 m.c.a.
- Temperatura màxima del fluid: 120 C°
- Temperatura mínima del fluid: 0C°
- Pressió màxima de treball: 10 Kg. / cm²
- Velocitat de rotació del rodet: 2500 r.p.m.
- Potència absorbida: 45W
- Pes : 1.7 Kg.
- Les connexions d' entrada i sortida: diàmetre 1 ½"
- Alçada: 141 mm
- Amplada : 102 mm
- Grossor: 75 mm
- Connexió elèctrica: monofàsica 1 x 230 V , 50Hz
- Protecció elèctrica: IP 54

2.2.7- Aïllament del sistema

Els aparells, equips i conduccions han d'estar aïllats tèrmicament, per tal d' evitar consums energètics superflus i aconseguir que el fluid caloportador arribi a les unitats terminals amb temperatures pròximes a la de sortida dels equips de producció, així com per complir les condicions de seguretat per evitar contactes accidentals amb superfícies calentes.

Les pèrdues de cada subsistema seran calculades i tingudes en compte pel dimensionat dels equips de moviment dels fluids portadors de calor, canviadors de calor i equips de producció d'energia tèrmica.

Per realitzar l'aïllament s'han d'utilitzar aïllants tèrmics que compleixin les característiques tècniques i de col·locació especificades en la norma UNE 100171.

Els equips i aparells aïllats pel fabricant compliran la normativa existent al respecte.

L'espessor d'aïllament tèrmic necessari per complir els requisits d'ús eficient de la energia i per la seguretat contra cremades per contactes accidentals s'obtindrà segons la fórmula recollida del reglament de instal·lacions tèrmiques (RITE) que és d'obligat compliment:

$$e = D_i / 2 * [\text{EXP} [\lambda / \lambda_{\text{ref}} * \text{Ln} (D_i + 2 e_{\text{ref}} / D_i)]] \quad (\text{Eq. 3})$$

Sent:

λ_{ref} : la conductivitat tèrmica de referència 0,040 W / (m.K)

e_{ref} : espessor de referència mínim de les taules d'espessors

D_i : diàmetre de la canonada en mm

Aquesta fórmula s'utilitza per calcular l'espessor d'un aïllament tèrmic quan se utilitza un material aïllant de conductivitat tèrmica λ distinta a la de referència que és 0,040 W / (m.K)

El material aïllant escollit és escuma rígida de poliuretà, que té una conductivitat tèrmica de 0,029 W / (m.K), una pes específic de 30-40 Kg / m³, bona resistència a la humitat ja que és molt impermeable pot portar un tractament d'ignífuga.

L'espessor per a cada diàmetre de canonada és el mateix, sent l'espessor del material aïllant de 20 mm en compliment de lo regulat en el RITE. En els trams de canonada que discorri pel exterior del recinte l'espessor serà de 10 mil·límetres més ,és a dir de 30 mm ,ja que així ho dicta el RITE.

En el dipòsit acumulador el fabricant realitza l'aïllament de 30mm de espessor de espuma rígida de poliuretà infectada, complint la normativa vigent, ja que segons el RITE per dipòsits de menys de 2 m² de superfície l'aïllament ha de tenir un espessor de 30 mm com a mínim i el dipòsit té menys d'aquesta superfície.

Amb un bon aïllament tèrmic s' eviten pèrdues de calor per conducció a través de les unions del sistema a terra i per convecció i radiació al ambient, ja que aquestes pèrdues es produeixen en canonades ,dipòsits i accessoris perquè durant el funcionament mantenen temperatures superiors a la del ambient.

2.2.8- Estructura de suport del col·lector

L'estructura de suport dels col·lectors solars model Vitosol 300 ha estat dissenyada basant-se en materials normalitzats, simplificant tant com el muntatge com el numero de peces que el componen ,i és la que proporciona el fabricant per la subjecció d'aquests a la marquesina a on aniran col·locats ,ja que aquesta ja té una inclinació insuficient (0°) i per afavorir la integració arquitectònica dels col·lectors.

Està constituïda per un mòdul base de dos col·lectors, construïts amb acer, galvanitzat per immersió en calent.

Cada mòdul base consta de quatre grapes de dimensions fixes, dos de recolzament de col·lectores i dos d'arriostament.

El perfil de recolzament inferior inclou un tope, amb la fi de facilitar el muntatge dels col·lectors, evitant el lliscament d'aquests.

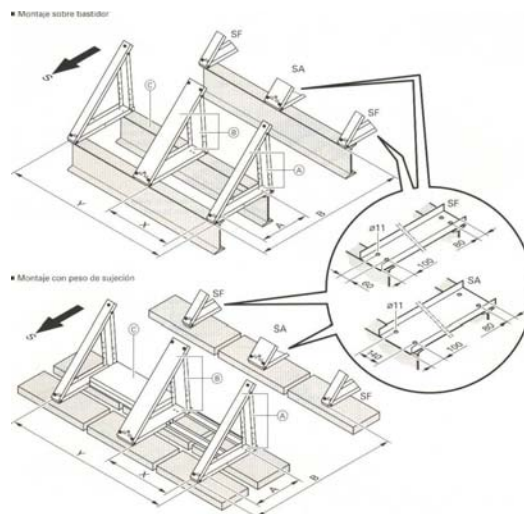


Figura 6 :Subjecció col·lectors font : Viessmann

La subjecció dels col·lectores solars a l'estructura suport, se realitzaria per medi d'unes escaires en cada una de les cantonades del col·lector, les quals se fixen als laterals de la caixa del col·lector per medi de cargols M-12 x 30. i la subjecció del col·lector als recolzament s' efectua per medi de cargols i femelles M-12 x 30.

Tot el conjunt està calculat per resistir amb els col·lectors instal·lats l'acció de la sobrecarrega de neu i de vent d'acord amb la norma bàsica de la edificació NBE-MV-101-1.979 "Accions en la edificació".

El conjunt està protegit dels agents ambientals, per mitjà d'un galvanitzat per immersió que la protegeix de la corrosió i el deteriorament.

2.2.9- Dipòsit d'expansió

La variació de temperatures a què es veu sotmesa l'aigua en els circuits motiva diferències del volum de l'aigua en els mateixos, dilatant-se quan s'escalfa i comprimint-se quan es refreda.

Aquestes variacions del volum de l'aigua s'absorbeixen per mitjà dels dipòsits d'expansió, evitant que es formin sobrepressions en els circuits. Els dipòsits d'expansió en general són de dos tipus: oberts i tancats.

Els oberts es comuniquen directament amb l'atmosfera i es situen en les parts més altes de les instal·lacions. Els tancats porten una membrana i una bola d'aire o de nitrogen, que permet una compressió i, per tant, una absorció de les dilatacions del fluid del circuit.

Per dimensionar els dipòsits d'expansió, és precís calcular la dilatació màxima de l'aigua en el circuit, de manera que el dipòsit d'expansió sigui capaç d'absorbir-la, sense que es sobrepassin les pressions màximes de treball de la instal·lació.

Quan els dipòsits estan a la intempèrie és precís aïllar-los per impedir la congelació al hivern amb les baixes temperatures. Els dipòsits d'expansió cal unir-los directament per mitjà de canonades als equips de producció de calor, sense que existeixi cap vàlvula susceptible de ser tancada entre l'equip productor de aigua calenta i el dipòsit d'expansió. A més a més el dipòsit d'expansió haurà de complir les exigències de la norma ITIC 16.8 d'aplicació a Espanya i d'obligat compliment.

El dipòsit d'expansió s'ha dissenyat per un volum mínim de dilatació, igual al 4,3 % del volum total del circuit primari de la instal·lació, segons regula el RITE, i s'instal·larà preferentment en l'aspiració de la bomba circulatòria.

A més a més el dipòsit d'expansió tancat s'ha dimensionat de forma que la pressió mínima en fred en el punt més alt de la instal·lació, no sigui inferior a 1,5 Kg / cm² i la pressió màxima en calent en qualsevol punt del circuit no superi la pressió màxima de treball de la instal·lació.

S'ha seleccionat un dipòsit d'expansió de **50 litres** de capacitat, aquest dipòsit d'expansió és subministrat per la casa comercial **Roca model Vasoflex** es el que millor s'adapta a les necessitats de la instal·lació.

El dipòsit d'expansió compleix les exigències de la norma ITIC 16.8 d'aplicació a Espanya.

2.2.10- Canonades

Les canonades per les que circula l'aigua en una instal·lació de climatització, comuniquen els equips productors d'aigua calenta amb els emissors de calor/fred.

En aquest sentit l'aigua és l'agent transportador de la energia tèrmica en climatització, i les canonades són les conduccions per on es transporta aquesta aigua, que posteriorment és utilitzada.

El càlcul del diàmetre de les canonades s'ha realitzat tenint en compte el cabal i les característiques físiques del fluid caloportador, temperatura mitja de funcionament, les característiques del material utilitzat, seguint les recomanacions del fabricant i el tipus de circuit que constitueix la instal·lació.

S'ha procurat que el dimensionat de les canonades de les xarxes sigui de tal forma que les diferències entre els valors extrems de les pressions entre el principi de les escomeses i el final no superi al 15 %.

Los sistemes d'expansió de les xarxes s'han calculat d'acord amb d'instrucció UNE 100155. Així mateix les canonades i accessoris compliran tots els requisits de las normes UNE corresponents en relació amb l'ús al que vagin a ser destinats.

Totes les canonades a on circuli el fluid calent tindran que estar convenientment aïllats segons la norma ITIC 19 i els suports de les canonades tindran que ser calorifugats per evitar els ponts tèrmics.

L'aïllament portarà una protecció i, quan circuli per la intempèrie serà d'un material apte pel exterior i amb totes les juntes degudament segellats per garantir la impermeabilitat.

Les canonades del circuit primari tindran pendent per evitar la retenció de bosses d'aire. Els trams rectes de les canonades superiors als 15 m contarán amb els corresponents compensadors de dilatació.

Les canonades són de material acceptat a Espanya per la norma ITIC 14.1 i, per les característiques de la instal·lació i per les grans avantatges que presenta el coure, s'ha seleccionat aquest material per les conduccions de la instal·lació objecte del estudi.

El coure és un dels materials més usats en l'actualitat ja que té unes grans qualitats per instal·lacions de fontaneria ,gas , acs... entre les més destacades per escollir aquest material estan :

- Facilitat de manipulació gràcies a la seva mal·leabilitat
- Execució d' unions en temps mínimes per mitjà d' accessoris de coure, bronze o llautó per soldadura capil·lar
- Comportament excel·lent amb quasi la totalitat de materials i fluids
- Gran resistència a la corrosió atmosfèrica i també als líquids.

Reduïdes pèrdues de càrrega degut a la baixa rugositat .

- Facilitat d' instal·lació per la quantitat de peces especials existents en el mercat.
- Major capacitat de pas, ja que en condicions de treball similars, el tub de coure permet un pas de cabal superior en un 20 % que un tub de material rugós.
- Els accessoris tenen menys pèrdues de càrrega que els mateixos d' un material rugós.
- Alta durabilitat contra agents atmosfèrics (gelades)
- Alta conductivitat tèrmica.

Els tubs de coure s'uniran per soldadura blana per capil·laritat , representant-se en la taula anterior la pressió que suporten aquest tipus d' unions per cada diàmetre de tub.

El diàmetre adoptat pel circuit primari és de **35x1,5 mm**, sent aquest el comercial de tub de coure, més proper al diàmetre calculat. i la longitud del circuit primari és de 14 metres entre el captador i el dipòsit acumulador.

2.2.11 - Valvuleria

Les vàlvules de tall, interrupció o independència, s' han seleccionat segons els diferents diàmetres a on hagin d'anar muntades, s' han seleccionat les de la casa comercial **Roca**, ja que són les que millor s' adapten a les condicions de treball de la instal·lació, i compleixen tota la normativa vigent.

Les vàlvules de retenció que s' instal·laran, també són de la casa comercial Roca, per les mateixes raons, amb una de connexió a 10 mm de diàmetre i una altra de 18 mm.

La vàlvula de seguretat amb manòmetre , és de la mateixa casa comercial que les anteriors, i el seu diàmetre de connexió és de 10 mm.

El purgador és de la mateixa casa comercial que les anteriors, per les mateixes raons, i el seu diàmetre de connexió és de 10 mm.

2.3.- Descripció de la instal·lació de refrigeració per absorció.

L'element principal de la instal·lació de refrigeració és la màquina d'absorció, amb una potència frigorífica de 5-6 kW. La màquina d'absorció serà l'encarregada de produir l'aigua freda necessària per a refrigerar el laboratori. La màquina seleccionada és el model **R045 de la marca Rotartica**

El principi de funcionament d'aquesta màquina és simple i es basa en la temperatura d'evaporació de la mescla formada per aigua i bromur de liti. En aportar calor a la màquina l'aigua, que té una temperatura d'evaporació inferior, s'evapora i tot seguit mitjançant una variació de la pressió, s'aconsegueix que aquesta aigua a baixa temperatura refredi l'aire d'un local.

Formen part de la instal·lació de refrigeració, per a la màquina d'absorció, el dipòsit d'inèrcia per l'aigua freda i el sistema geotèrmic de dissipació. Tot i que ja s'han anomenat abans també hi ha una unitat terminal que també intervé en aquest circuit.

El dipòsit s'encarregarà d'acumular aigua freda, per millorar el sistema i evitar el funcionament continu de les bombes circulatòries i la màquina d'absorció.

El circuit geotèrmic s'encarregarà de treure la calor que es produeix en el procés d'absorció de l'aigua per part del bromur de liti i, treure també, la calor produïda en la condensació de l'aigua.

Les canonades del circuit terciari seran de coure i hi circularà aigua. Per fer circular el fluid s'utilitzaran tres bombes d'impulsió, una per impulsar l'aigua del circuit geotèrmic, una per impulsar l'aigua calenta del dipòsit acumulador d'aigua calenta per la màquina d'absorció i una tercera per impulsar l'aigua refrigerada fins al fan-coil. La regulació d'aquestes bombes es farà mitjançant un termosta que rebrà senyal d'una sonda de temperatura col·locada en el dipòsit d'inèrcia.

També hi haurà una quarta bomba per impulsar l' aigua del dipòsit d' inèrcia fins a les unitats terminals. La regulació d' aquesta bomba es farà mitjançant un altre termòstat col·locat a l' interior del laboratori.

El funcionament d' aquest circuit es basa en que els col·lectors pre-escalfaran l' aigua de l' acumulador fins a uns 90° C i la caldera acabarà d' escalfar aquesta aigua en cas de poca o absència de radiació solar, que és la temperatura que necessita la màquina d' absorció per a produir fred.

La instal·lació de refrigeració també comptarà amb elements de seguretat com un vas d' expansió i una vàlvula de seguretat, a més de un purgador automàtic, vàlvules de retenció i manuals, així com manòmetres i termòmetres per a conèixer les propietats del fluid en diferents punts del circuit.

2.3.1 .- Instal·lació de distribució

El circuit de climatització serà la continuació del sistema d'absorció, , partint de la màquina d'absorció.

La producció de calor i fred es duran a terme mitjançant la bomba de calor terra-aigua de cicle reversible, que distribueix l'aigua al llarg d'una xarxa de canonades, gràcies a l'acció de dues bombes centrífugues, a on es connectarà un fan-coil.

La unitat emissora és de la casa comercial **Schako model 414** de potència segons les necessitats de la habitació de climatització.

Aquesta unitat està equipada amb una bateria de bescanvi aigua/aire, genera aire fred o calent que és descarregat en els locals a tractar, impulsat per un ventilador de tipus centrífug i estan formades per un ventilador d'impulsió, bateria per a aigua freda i un safata de recollida de condensats. Aquests components formaran un conjunt muntat dins una envoltant de d'acer pre-pintat, amb aïllament acústic interior.

El control de la temperatura ambient d'impulsió s'aconseguirà mitjançant l'actuació d'un termòstat d'ambient sobre una vàlvula de 3 vies en derivació amb motor de 2 posicions (tot-res), muntada sobre la canonada d'entrada a la bateria.

Les bateries disposaran de drenatge i purga i hauran de ser provades a fàbrica, en bassa d'immersió, a una pressió en consonància amb les condicions de treball.

Els ventiladors seran centrífugs, de doble oïda i turbina amb àleps d'acció o reacció, segons les característiques de cabal i pressió requerits. Aquests es seleccionaran per a treballar a la zona de funcionament recomanada pel fabricant. El motor serà monofàsic.

El costat d'impulsió disposarà d'una embocadura per a connexió al conducte.

Els fan-coil anirà col·locat al sostre, al costat de la paret i de la porta d'entrada al laboratori.

2.3.2 Canonades de distribució

Les canonades per les que circula l'aigua en una instal·lació de climatització, comuniquen els equips productors d'aigua calenta amb els emissors de calor/fred.

En aquest sentit l'aigua és l'agent transportador de la energia tèrmica en climatització, i les canonades són les conduccions per on es transporta aquesta aigua, que posteriorment és utilitzada.

El càlcul del diàmetre de les canonades s'ha realitzat tenint en compte el cabal i les característiques físiques del fluid caloportador, temperatura mitja de funcionament, les característiques del material utilitzat, seguint les recomanacions del fabricant i el tipus de circuit que constitueix la instal·lació.

S'ha procurat que el dimensionat de les canonades de les xarxes sigui de tal forma que les diferències entre els valors extrems de les pressions entre el principi de les escomeses i el final no superi al 15 %.

Los sistemes d'expansió de les xarxes s'han calculat d'acord amb d'instrucció UNE 100155. Així mateix les canonades i accessoris compliran tots els requisits de las normes UNE corresponents en relació amb l'ús al que vagin a ser destinats.

Totes les canonades a on circuli el fluid calent tindran que estar convenientment aïllats segons la norma ITIC 19 i els suports de les canonades tindran que ser calorifugats per evitar els ponts tèrmics.

L'aïllament portarà una protecció i, quan circuli per la intempèrie serà d'un material apte pel exterior i amb totes les juntes degudament segellats per garantir la impermeabilitat.

Les canonades del circuit primari tindran pendent per evitar la retenció de bosses d'aire. Els trams rectes de les canonades superiors als 15 m contarán amb els corresponents compensadors de dilatació.

Les canonades són de material acceptat a Espanya per la norma ITIC 14.1 i, per les característiques de la instal·lació i per les grans avantatges que presenta el coure, s'ha seleccionat aquest material per les conduccions de la instal·lació objecte del projecte.

Els tubs de coure s'uniran per soldadura blana per capil·laritat, representant-se en la taula anterior la pressió que suporten aquest tipus d'unions per cada diàmetre de tub.

El diàmetre adoptat per la distribució de les canonades de climatització serà de **28 mm**.

Tram	Longitud (m)	Cabal (l/h)	Diàmetre exterior mm	Pèrdua de càrrega (mmca/m)	Pèrdua de càrrega (mmca)
Besc calor-Dip inèrcia	3,5	1080	28	20	84
Caldera-Dip inèrcia	2,5	1040	28	20	60
Dip inèrcia-Maq Absorció	2,5	1200	28	20	60
Maq Absorció-fancoil	30	1171	28	20	720
Dip inèrcia-fancoil	28	1171	28	20	672

Taula 3 : Diàmetres canonades climatització

2.3.3 Aïllament

El material aïllant escollit és escuma rígida de poliuretà, que té una conductivitat tèrmica de $0,029 \text{ W / (m.K)}$, una pes específic de $30\text{-}40 \text{ Kg / m}^3$, bona resistència a la humitat ja que és molt impermeable pot portar un tractament d'ignífuga.

L'espessor per a cada diàmetre de canonada és el mateix, sent l'espessor del material aïllant de 20 mm en compliment de lo regulat en el RITE.

Amb un bon aïllament tèrmic s'eviten pèrdues de calor per conducció a través de les unions del sistema a terra i per convecció i radiació al ambient, ja que aquestes pèrdues es produeixen en canonades, dipòsits i accessoris perquè durant el funcionament mantenen temperatures superiors a la del ambient.

2.3.4 Valvuleria

Les vàlvules de tall, interrupció o independència, s'han seleccionat segons els diferents diàmetres a on hagin d'anar muntades, s'han seleccionat les de la casa comercial Roca, ja que són les que millor s'adapten a les condicions de treball de la instal·lació, i compleixen tota la normativa vigent.

Les vàlvules de retenció que s'instal·laran, també són de la casa comercial Roca, per les mateixes raons, amb una de connexió a 10 mm de diàmetre i una altre de 18 mm.

La vàlvula de seguretat amb manòmetre, es de la mateixa casa comercial que les anteriors, i el seu diàmetre de connexió es de 10 mm.

El purgador és de la mateixa casa comercial que les anteriors, per les mateixes raons, i el seu diàmetre de connexió és de 10 mm.

2.3.5 Bombes de circulació

En el tram que va del dipòsit d'inèrcia a el fan-coil la bomba seleccionada és especial per circulació de circuits de climatització connectada al circuit en línia, és de la casa comercial **Roca model PC-1035** fabricant de bombes nacional. La carcassa de la bomba és de llautó de fosa gris, el rodet es de polipropilè amb fibra de vidre, el eix és d'acer inoxidable i els coixinets d'al·leació de grafit i metall.

La bomba s'instal·larà amb l'eix de rotació horitzontal i amb espai suficient per que pugui ser desmuntada amb facilitat. Les canonades connectades a la bomba en línia es suportaran adequadament en les immediacions de la bomba, per evitar vibracions.

Les característiques de funcionament de la bomba són les següents:

- Compatible el funcionament amb mescles aigua - propilenglicol de fins un 50%
- El cabal volumètric capaç de desenvolupar és de 600 litres / hora
- Alçada manomètrica màxima: 3.25 m.c.a.
- Temperatura màxima del fluido: 80 C°
- Temperatura mínima del fluid: 0C°
- Pressió màxima de treball: 10 Kg. / cm²
- Velocitat de rotació del rodet: 2500 r.p.m.
- Potència absorbida: 32 W
- Pes : 1.7 Kg.
- Les connexions d'entrada i sortida: diàmetre 1 1/2"
- Alçada: 141 mm
- Amplada : 102 mm
- Grossor: 75 mm
- Connexió elèctrica: monofàsica 1 x 230 V , 50Hz
- Protecció elèctrica: IP 54

Per el petit circuit que va de la bomba de calor fins el serpentí del acumulador s'instal·larà la bomba B -5 Y també de la marca Roca.

Els catàlegs d'ambdós bombes es troben en l'apartat de l'annex.

En el tram que va del dipòsit d'inèrcia fins a la màquina d'absorció La bomba seleccionada serà de la marca **Roca model PC-1025**.

Les pèrdues de càrrega en les canonades d'aquest tram de circuit s'estimaran en 1 mca.

En el tram que va de la caldera fins al dipòsit d'inèrcia l'alçada geomètrica màxima és de 1 m.

Les pèrdues de càrrega en les canonades d'aquest tram s'estimen en 0.01 mca.

La bomba seleccionada serà de la marca **Roca model PC-1025**. Es col·locarà una bomba en aquest circuit.

En el tram que va de la màquina d'absorció a el fan-coil l'alçada geomètrica màxima és de 2.5 m. Les pèrdues de càrrega en les canonades d'aquest tram s'estimen en 0.6 mca.

La bomba seleccionada serà de la marca **Roca model PC-1035**. Es col·locarà una bomba en aquest circuit.

2.3.6 Vas d'expansió

El dipòsit d'expansió s'ha dissenyat per un volum mínim de dilatació, igual al 4,3 % del volum total del circuit primari de la instal·lació, segons regula el RITE, i s'instal·larà preferentment en l'aspiració de la bomba circulatòria.

A més a més el dipòsit d'expansió tancat s'ha dimensionat de forma que la pressió mínima en fred en el punt més alt de la instal·lació, no sigui inferior a 1,5 Kg / cm² i la pressió màxima en calent en qualsevol punt del circuit no superi la pressió màxima de treball de la instal·lació.

S'ha seleccionat un dipòsit d'expansió de **8 litres de capacitat**, aquest dipòsit d'expansió és subministrat per la **casa comercial ROCA** i es el que millor s'adapta a les necessitats de la instal·lació.

El dipòsit d'expansió compleix les exigències de la norma ITIC 16.8 d'aplicació a Espanya.

2.3.7.-Sistema de dissipació geotèrmic

Les instal·lacions de climatització solen fer servir una torre de refrigeració que es un bescanviador de calor en el que l'aigua que s'ha de refrigerar es posa en contacte amb l'aire ambient.

En aquest cas no es farà servir una torre de refredament sinó que com a element innovador la dissipació del circuit de refredament de la màquina d'absorció es farà per mitja de una sonda geotèrmica vertical.

Respecte al circuit de dissipació (condensador) els rangs de treball solen estar entre 22-32°C de temperatura de entrada. El seu rendiment es millor quant més baix sigui aquest valor, però presenta el problema de que si s'agafen valors excessivament baixos (per sota de la temperatura mínima) combinats amb temperatures de generador elevades y temperatures de evaporador baixes (poca carga) **se pot produir la cristallització** (en màquines de bromur de liti-aigua) el dissipar amb geotèrmia, con torre de refrigeració, o amb qualsevol altre sistema, tindrà l'efecte que la temperatura de entrada al condensador permeti obtenir.

La geotèrmia, presenta una sèrie de avantatges sobre les torres de refrigeració:

- No té problemes de legionel·la.
- Disposa de una temperatura més estable que la del aire, el que fa que la capacitat de us de la refredadora no depengui tant de las condiciones exteriors.
- Millor rendiment. Si es pot produir aigua de condensació per sota del mínim d'entrada (o la temperatura de treball que se fixi), es tindrà marge per regular. La temperatura del aigua de refredament que passa per una torre de refrigeració sol ser de 30 a 35 °C i amb el sistema geotèrmic el podem tenir en 24 °C de temperatura del aigua de refrigeració amb el conseqüent augment de prestacions.
- En el manteniment que és molt menor, produint un important estalvi econòmic ja que evites haver de fer inspeccions periòdiques i costosos tractaments anti-legionel·la.
- Temperatura és més constant. El sistema no depèn tant de les condicions atmosfèriques per oferir un o altre rendiment ja que la temperatura del subsòl es constant.
- Respecte al COP: en màquines de bromur de liti-aigua de simple efecte, el rendiment màxim (COP) que es pot obtenir està entorn al 0,7 (70 %) o sigui: per cada unitat d'energia que se introdueix en el generador, es produeixen 0,7 unitats de energia en el evaporador. Amb aquest sistema es pot aconseguir COP de 0.8 o 0.85
- Eliminació del us de CFCs i HCFCs al fer servir aigua com a refrigerant.

En el cas del estudi, per aconseguir les condicions d'aigua de refrigeració ideals per la maquina d'absorció es realitzarà una perforació de **70** metres de profunditat i de **20** cms d'amplada.

Consistirà en dos tubs plàstics (polietilè d'alta densitat ensamblats normalment per termo-soldadura), de petit diàmetre (de 20 a 40 mm de diàmetre nominal ,**40x2,4 mm** en el nostre cas) en forma de U enterrats en els pous abans nomenats.

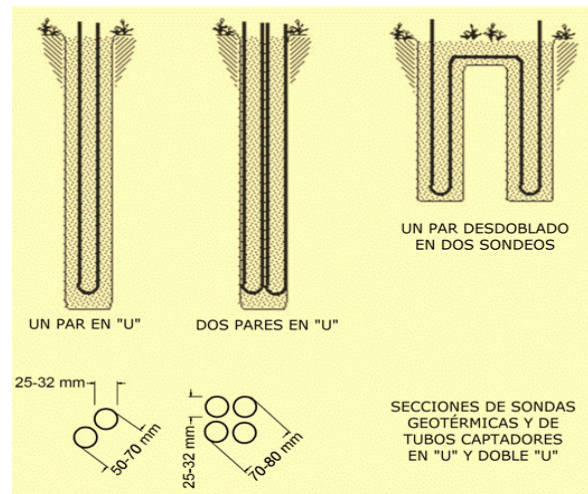


Figura 7: Sondes geotèrmiques font: Geòtics SL

La perforació es faria en el bosc que hi ha al exterior del Laboratori, tal com es pot veure a la figura 8.



Figura 8: Possible ubicació pou geotèrmic

En el tram que va de la maquina d'absorció al circuit geotèrmic l'alçada geomètrica es menyspreable al tractar-se de una instal·lació tancada.

Les pèrdues de càrrega en les canonades d'aquest tram s'estimen en 2.9 mca.

La solució seleccionada serà de la marca **Roca model PC-1035**. Es col·locarà una bomba en aquest circuit.

Per complir amb el volum d'expansió, s'utilitzaran dipòsits d'expansió de la marca ROCA, concretament del tipus **VASOFLEX de 8 litres** pel geotèrmic. Es muntarà tal i com recomana el fabricant dels mateixos i seguint les seves instruccions.

3.-DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ DE CLIMATITZACIO PER BOMBA DE CALOR GEOTÈRMICA

3.1- Introducció

Una part important de l'energia provinent del Sol que arriba a la Terra, es absorbida per l'escorça terrestre en forma de calor. La gran massa de la Terra fa que la temperatura del terra, a partir d'uns 5 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.

A Espanya, un país amb una gran radiació solar, la temperatura del terra a profunditats de més de 5 metres es relativament alta (al voltant de 15 graus). Podem considerar el subsòl a petites profunditats com a font de calor (energia) a 15 graus, totalment renovable i inesgotable. Mitjançant un sistema de captació adequat i una bomba de calor es pot transferir calor d'aquesta font de 15 graus a un altre de 50 graus, i utilitzar aquesta última per la calefacció domèstica i la obtenció d'aigua calenta sanitària per l'ús en vivendes.

La mateixa bomba de calor pot absorbir calor del ambient a 40 graus i entregar-li-ho al subsòl amb el mateix sistema de captació, això implica que el sistema pot solucionar la calefacció domèstica i la refrigeració. Es a dir, la vivenda te una sola instal·lació per la seva climatització total.

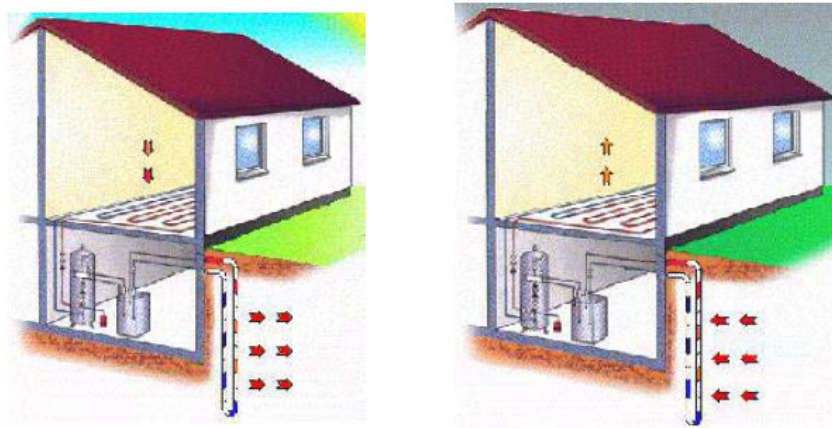


Figura 9: Sistema de captació. Font: Geòtics innova SL

El rendiment energètic d'un sistema de climatització, usant com a font de calor el subsòl a 15 graus, és de com a mínim del 400% escalfant i del 500% refredant. Això és possible ja que no es genera tot el calor, sinó que la major part només es transfereix d'una font a un altre.

En números concrets, una vivenda situada en el Vallès gastaria uns 700€/any per climatitzar i tenir aigua calenta. Si la solució fos gas natural(calefacció) i electricitat (refrigeració), aquest cost passaria a ser d'uns 1.500 €/any.

Aquest sistema de climatització és altament ecològic ja que no hi ha cap combustió i no es genera CO₂.

Quan s'està escalfant només hi ha una aportació d'energia elèctrica del 25% del total de l'energia requerida. Quan s'utilitza per refredar el rendiment és més del doble del que tindria una bomba de calor intercanviant amb l'aire a 40 graus, amb la qual cosa, en aquest cas també hi ha un estalvi energètic de més del 50% respecte a un climatitzador convencional.

La climatització d'un habitatge es pot realitzar de manera individual, ja que no es precisen grans inversions pel sistema, com les instal·lacions de geotèrmia de gran i mitjana profunditat.

Així, comparat amb un sistema de calefacció per captació d'energia solar mitjançant panells presenta un gran avantatge, ja que no precisa grans acumuladors per a compensar les hores de falta de radiació solar. La gran acumuladora és la pròpia massa de la Terra que fa que disposem d'una font d'energia a temperatura constant, la qual en l'àmbit d'aquesta aplicació es comporta com a infinita.

Aquest sistema d'aprofitament de l'energia solar absorbida per la superfície de la Terra es basa en tres elements principals:

- Bomba de calor
- Circuit d'intercanvi amb la Terra
- Circuit d'intercanvi amb l'habitatge

3.2 Descripció

El funcionament de la instal·lació geotèrmica és el següent: La instal·lació en qüestió està formada per una bomba de calor geotèrmica, amb capacitat suficient per satisfer la totalitat de la demanda energètica. L'aigua que emplena per complert tota la xarxa és escalfada o refredada i enviada cap al sistema de climatització o l'acumulador, segons convingui, que dissipen part de la calor /fred absorbits en la bomba, per tan refredant-se o escalfant-se i retornant de nou a aquesta.

El moviment de l'aigua és causat per diferències de pressió mitjançant bombes centrífugues. És necessari instal·lar un vas d'expansió per absorbir els augments de volum

causats per l'escalfament de l'aigua i també d'un separador d'aire per eliminar les possibles bosses d'aire.

És convenient situar varies vàlvules de tancament que permetin seccionar el circuit per zones amb la finalitat de poder reparar possibles avaries. També a banda i banda dels fan-coils i les bombes posarem vàlvules que permetin la substitució en cas d'avaría.

Durant el hivern, la bomba de calor extrau energia tèrmica de la font de calor i escalfa la vivenda per medi el sistema de distribució de calor escollit. Quan no se requereix massa refrigeració, l'aigua de la sonda geotèrmica freda circula a través del fan-coil i refrigera el laboratori de manera passiva. Tanmateix, els dies calorosos, la bomba de calor es posa en marxa i refrigera el fan-coil, subministrant la energia termal disponible al sistema de sonda geotèrmica.

Aquest mètode constitueix un eficaç sistema de refrigeració, que al mateix temps carrega el sistema de sonda geotèrmica per l'hivern.

3.2.1 Com funciona la bomba de calor

La bomba de calor és una màquina que basant-se en el Cicle de Carnot, realitzat per un gas, absorbeix calor d'una font per entregar-la a una altra que està a una temperatura superior.

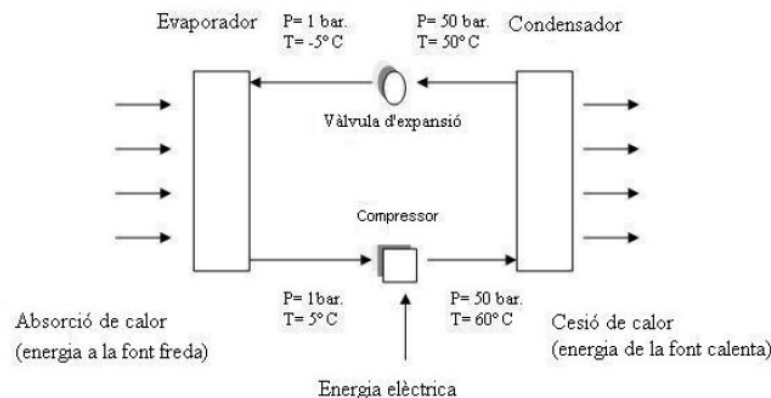


Figura 10 : Esquema bomba de calor .Font: Geòtics innova SL

Les bombes de calor són molt populars des de fa anys, utilitzades en tots els frigorífics, en la major part dels aires condicionadors i últimament en els climatitzadors de tipus domèstic.

Físicament el condensador i el radiador poden ser compatibles, fet que permet canviar el sentit del traspàs de calor d'una font a una altra, simplement canviant el sentit de la circulació del gas en el circuit.

El rendiment (energia subministrada / energia absorbida) depèn de la temperatura de la font que subministra el calor al condensador.

Els sistemes de climatització convencionals absorbeixen el calor de l'atmosfera, que a l'hivern pot arribar a temperatures per sota dels 2° C. A aquestes temperatures el condensador no pot captar pràcticament gens de calor i el rendiment de la bomba és molt baix.

A l'estiu, quan fa més calor, la bomba ha de cedir el calor a l'atmosfera que pot estar a 40 ° C, situació en la qual el rendiment no és el millor que es podria esperar.

En el sistema de captació geotèrmic, en disposar d'una font a temperatura constant, el rendiment sempre és òptim sense que importin les condicions de temperatura atmosfèrica

La bomba geotèrmica escollida és la **Fighter 1127** de la marca sueca **NIBE** dotada de dos compressors per assolir tota la demanda de climatització i recolzament al acs si fos cas. La bomba de calor ja va equipada amb una bomba de circulació pel entramat geotèrmic i amb els següents accessoris:

- Commutador K11
(amb termòstat i protecció contra sobrecarrega tèrmica)
- Regulador del agua calent VST 11.
- Vàlvula de tres vies amb canonades de coure de Ø28
- Sensor d'habitació RG 10
- Termòstat de habitació RT 10
- Interruptor de nivell NV10
- Filtre de impureses R32, R40 o R25
- Sensor de temperatura
- Sensor extern
- Tubs para sensors
- Cinta de alumini
- Cinta aïllant
- Mangueres i juntes
- (rosques internes y externes R25 para caudal
- Pasta de transferència tèrmica
- Mangueras de connexió amb juntes
- Vàlvula de seguretat

3.2.2 Circuit frigorífic de la bomba

Condensador

El condensador d'aquests equips és un intercanviador de plaques de acer inoxidable soldades, que per la seva construcció optimitza el intercanvio tèrmic entre els fluids, reduint sensiblement el tamany (fins trenta vegades mes petit que el multi-tubular). Com inconvenients presenta una major sensibilitat al embrutiment, pel que és imprescindible la instal·lació de un filtre de malla a l'entrada del intercanviador, i la seva ha de ser química.

Evaporador

Intercanviador de plaques de acer inoxidable soldades.

Compressor

El compressor escollit és hermètic de tecnologia scroll; aquest compressor aporta avantatges com:

- millors característiques volumètriques
- baix soroll i vibració
- potencial d'alta eficiència,
- baix pes i tamany compacte.

Inversió de cicle

Encara tradicionalment les bombes de calor terra-agua es dissenyaven amb inversió de cicle hidràulica, aquest equip introdueix com a novetat la inversió de cicle frigorífic automàtic, el que facilita la instal·lació i fa mes còmode el canvi de temporada.

Les especificacions mes importants són:

Technical specifications NIBE FIGHTER 1127

Size	8	12
Heating mode		
Delivered/supplied power* at 0/35 °C **	8.1/1.8	11.5/2.7
Delivered/supplied power* at 10/35 °C **	10.7/1.9	15.1/2.7
Delivered/supplied power* at 0/50 °C **	7.6/2.4	10.8/3.6
Delivered/supplied power* at 10/50 °C **	10.0/2.5	14.3/3.9
Cooling mode		
Delivered/supplied power* at 7-12/35 °C **	9.10/2.0	12.3/2.9
Delivered/supplied power* at 7-12/50 °C **	7.9/2.6	10.9/3.8
Delivered/supplied power* at 18-21/35 °C **	11.3/2.1	15.6/2.9
Operating voltage (V)	1x230V + N + PE 50Hz	
Starting current (A)	24	33
Max operating current, compressor (A)	18.5	25.0
Fuse, HP only (A)	25	32
Output, HC pump (W)	75	170
Output, Brine pump (W)	170	250
Power, external circulation pumps (W)	75	170
Connection Brine male Ø (mm)	28	35
Connection heating medium male Ø (mm)	28	
Refrigerant quantity (R407C) (kg)	1,79	1,9
Brine flow (l/s)	0,48	0,65
Pressure drop, evaporator (kPa)	23	15
Available pressure, brine system (kPa)	51	65
Max pressure, collector system (bar)	3	
Max pressure, heating medium (bar)	6	
Operating temperature collector system (°C)	-5 -- +20	
Heating medium flow (l/s)	0,18	0,27
Pressure drop, condenser (kPa)	3,4	2,4
Max temperature (Supply/return pipes) (°C)	60/50	
Cut-out value pressostat HP (bar)	27	
Difference pressostat HP (bar)	-7	
Cut-out value pressostat LP (bar)	1,5	
Difference pressostat LP (bar)	+1,5	
Enclosure class	IP 21	
Weight (kg)	195	210
Part No.	665 025	665 026



System description

Principle of operation

FIGHTER 1127 consists of a heat pump module and a control system with a display for operating the heat pump. Soft start relay is standard. FIGHTER 1127 has two built-in circulation pumps and two external pumps to achieve optimal effect, making it easy to connect to the heating medium and collector circuits.

Figura 11 :Especificacions bomba calor. Font: Nibe SA

3.2.3 Circuits d'intercanvi verticals o pous

En aquest sistema la canonada de captació està enterrada en sentit vertical, amb forma de U, en un o diversos pous normalment de menys de 100 metres de profunditat.

Per un habitatge es solen necessitar 3 pous d'uns 40 metres de profunditat, separats entre sí per 3 metres com a mínim. Una altra solució possible és fer 10 pous de 15 metres; però en cada cas s'han de veure les característiques del terreny per a determinar la solució més econòmica.

En cas del laboratori, seguint les especificacions del fabricant de la bomba es realitzarà **1 pou de 100 metres de profunditat**.

Consistirà en dos tubs plàstics (polietilè d'alta densitat ensamblats normalment per termo-soldadura), de petit diàmetre (de 20 a 40 mm de diàmetre nominal, 40mm en el nostre cas) en forma de U enterrats en els pous abans nomenats que poden tenir una profunditat variable des de 15 fins 180 metres. A cent metres de profunditat la temperatura pot oscil·lar entre 10 y 18°C depenent de les característiques del terreny. Com valor mig de dissipació es pot donar uns 50 W/m de canonada aproximadament.

Es recomana una separació mínima dels tubs captadors de 5 metres. Així que aquesta distància serà la adoptada.

Avantatges

- Es necessita poca superfície de terreny
- Millor rendiment que el sistema horitzontal

Inconvenients

- Cost més elevat que el del sistema horitzontal, si aquest és possible.
- En alguns terrenys la realització de les perforacions pot ser complicada.

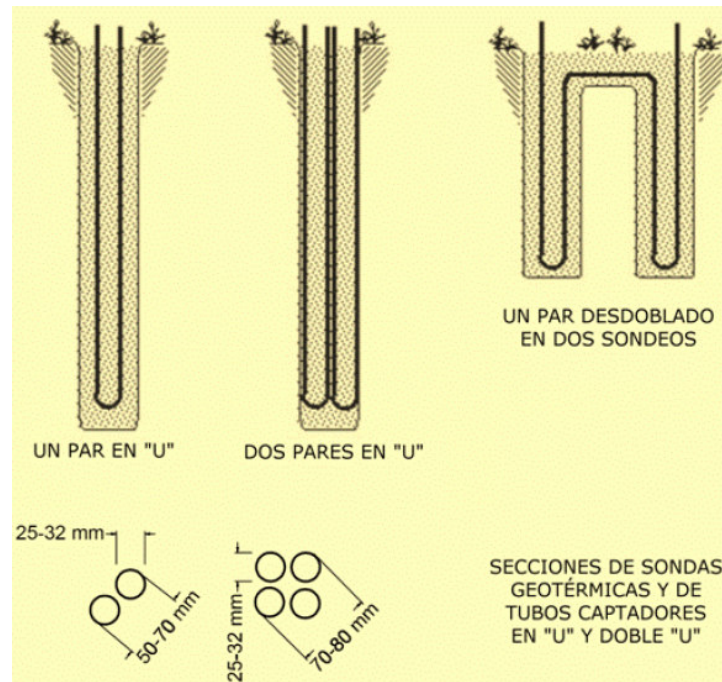


Figura 12 : Pou de captació Font: Geotics SL

3.2.4 Moviment de terres

Es farà la perforació des de la cota del jardí que es situa al exterior del laboratori per fer el pou de captació que serà de 100 metres de profunditat i de 20 cms de diàmetre. El sòl està format per sauló procedent a l'alteració directe dels nivells de granit. Es perforarà a la cota aproximada del terreny natural resistent. El nivell de fonamentació serà el del sauló dens i la tensió admissible es de $Q=2 \text{ Kg/cm}^2$.

3.3 – Instal·lació de distribució

3.3.1.- Introducció

El circuit de climatització serà la continuació del sistema geotèrmic, partint de la bomba de calor geotèrmica, o del sistema d'absorció, partint de la màquina d'absorció.

La producció de calor i fred es duran a terme mitjançant la bomba de calor terra-aigua de cicle reversible, que distribueix l'aigua al llarg d'una xarxa de canonades, gràcies a l'acció de dues bombes centrífugues, a on es connectarà un fan-coil.

La unitat emissora és de la casa comercial **Schako model 413** de potència segons les necessitats de la habitació de climatització.

Aquesta unitat està equipada amb una bateria de bescanvi aigua/aire, genera aire fred o calent que és descarregat en els locals a tractar, impulsat per un ventilador de tipus centrífug i estan formades per un ventilador d'impulsió, bateria per a aigua freda i un safata de recollida de condensats. Aquests components formaran un conjunt muntat dins una envoltant de d'acer pre-pintat, amb aïllament acústic interior.

El control de la temperatura ambient d'impulsió s'aconseguirà mitjançant l'actuació d'un termostata d'ambient sobre una vàlvula de 3 vies en derivació amb motor de 2 posicions (tot-res), muntada sobre la canonada d'entrada a la bateria.

Les bateries disposaran de drenatge i purga i hauran de ser provades a fàbrica, en bassa d'immersió, a una pressió en consonància amb les condicions de treball.

Els ventiladors seran centrífugs, de doble oïda i turbina amb àleps d'acció o reacció, segons les característiques de cabal i pressió requerits. Aquests es seleccionaran per a treballar a la zona de funcionament recomanada pel fabricant. El motor serà monofàsic.

El costat d'impulsió disposarà d'una embocadura per a connexió al conducte.

Els fan-coil anirà col·locat al sostre, al costat de la paret i de la porta d'entrada al laboratori.

3.3.2 Canonades de distribució

Les canonades per les que circula l'aigua en una instal·lació de climatització, comuniquen els equips productors d'aigua calenta amb els emissors de calor/fred.

En aquest sentit l'aigua és l'agent transportador de la energia tèrmica en climatització, i les canonades són les conduccions per on es transporta a aquesta aigua, que posteriorment és utilitzada.

El càlcul del diàmetre de les canonades s'ha realitzat tenint en compte el cabal i les característiques físiques del fluid caloportador, temperatura mitja de funcionament, les característiques del material utilitzat, seguint les recomanacions del fabricant i el tipus de circuit que constitueix la instal·lació.

S'ha procurat que el dimensionat de les canonades de les xarxes sigui de tal forma que les diferències entre els valors extrems de les pressions entre el principi de les escomeses i el final no superi al 15 %.

Los sistemes d'expansió de les xarxes s'han calculat d'acord amb d'instrucció UNE 100155. Així mateix les canonades i accessoris compliran tots els requisits de las normes UNE corresponents en relació amb l'ús al que vagin a ser destinats.

Totes les canonades a on circuli el fluid calent tindran que estar convenientment aïllats segons la norma ITIC 19 i els suports de les canonades tindran que ser calorifugats per evitar els ponts tèrmics.

L' aïllament portarà una protecció i, quan circuli per la intempèrie serà d' un material apte pel exterior i amb totes les juntes degudament segellats per garantir la impermeabilitat.

Les canonades del circuit primari tindran pendent per evitar la retenció de bosses d'aire. Els trams rectes de les canonades superiors als 15 m contarán amb els corresponents compensadors de dilatació.

Les canonades són de material acceptat a Espanya per la norma ITIC 14.1 i, per les característiques de la instal·lació i per les grans avantatges que presenta el coure, s' ha seleccionat aquest material per les conduccions de la instal·lació objecte del projecte.

Els tubs de coure s'uniran per soldadura blana per capillaritat , representant-se en la taula anterior la pressió que suporten aquest tipus d' unions per cada diàmetre de tub.

El diàmetre adoptat per la distribució de les canonades de climatització serà de **28 x1 mm**.

3.3.3 Aïllament

El material aïllant escollit és escuma rígida de poliuretà, que té una conductivitat tèrmica de 0,029 W / (m.K), una pes específic de 30-40 Kg / m³, bona resistència a la humitat ja que és molt impermeable pot portar un tractament d'ignífuga.

L' espessor para cada diàmetre de canonada és el mateix, sent l'espessor del material aïllant de 20 mm en compliment de lo regulat en el RITE.

Amb un bon aïllament tèrmic s' eviten pèrdues de calor per conducció a través de les unions del sistema a terra i per convecció i radiació al ambient, ja que aquestes pèrdues es

produeixen en canonades, dipòsits i accessoris perquè durant el funcionament mantenen temperatures superiors a la del ambient.

3.3.4 Valvuleria

Les vàlvules de tall, interrupció o independència, s'han seleccionat segons els diferents diàmetres a on hagin d'anar muntades, s'han seleccionat les de la casa comercial Roca, ja que són les que millor s'adapten a les condicions de treball de la instal·lació, i compleixen tota la normativa vigent.

Les vàlvules de retenció que s'instal·laran, també són de la casa comercial Roca, per les mateixes raons, amb una de connexió a 10 mm de diàmetre i una altre de 18 mm.

La vàlvula de seguretat amb manòmetre, es de la mateixa casa comercial que les anteriors, i el seu diàmetre de connexió es de 10 mm.

El purgador és de la mateixa casa comercial que les anteriors, per les mateixes raons, i el seu diàmetre de connexió és de 10 mm.

3.3.5 Bomba de circulació

La bomba seleccionada és especial per circulació de circuits de climatització connectada al circuit en línia, és de la casa comercial **Roca model PC-1035** fabricant de bombes nacional. La carcassa de la bomba és de llautó de fundició gris, el rodet es de polipropilè amb fibra de vidre, el eix és d'acer inoxidable i els coixinets d'al·leació de grafit i metall.

La bomba s'instal·larà amb l'eix de rotació horitzontal i amb espai suficient per que pugui ser desmuntada amb facilitat. Les canonades connectades a la bomba en línia es suportaran adequadament en les immediacions de la bomba, per evitar vibracions.

Les característiques de funcionament de la bomba són les següents:

- Compatible el funcionament amb mescles aigua - propilenglicol de fins un 50%
- El cabal volumètric capaç de desenvolupar és de 600 litres / hora
- Alçada manomètrica màxima: 3.25 m.c.a.
- Temperatura màxima del fluido: 80 C°
- Temperatura mínima del fluid: 0C°
- Pressió màxima de treball: 10 Kg. / cm²

- Velocitat de rotació del rodet: 2500 r.p.m.
- Potència absorbida: 32 W
- Pes : 1.7 Kg.
- Les connexions d' entrada i sortida: diàmetre 1 ½"
- Alçada: 141 mm
- Amplada : 102 mm
- Grossor: 75 mm
- Connexió elèctrica: monofàsica 1 x 230 V , 50Hz
- Protecció elèctrica: IP 54

Per el petit circuit que va de la bomba de calor fins el serpentí del acumulador s' instal·larà la bomba B -5 Y també de la marca Roca.

Els catàlegs d'ambdós bombes es troben en l' apartat de l' annex.

3.3.6 Vas d' expansió

El dipòsit d' expansió s'ha dissenyat per un volum mínim de dilatació, igual al 4,3 % del volum total del circuit primari de la instal·lació, segons regula el RITE, i s' instal·larà preferentment en l' aspiració de la bomba circulatòria.

A més a més el dipòsit d' expansió tancat s'ha dimensionat de forma que la pressió mínima en fred en el punt mes alt de la instal·lació, no sigui inferior a 1,5 Kg / cm² i la pressió màxima en calent en qualsevol punt del circuit no superi la pressió màxima de treball de la instal·lació.

S' ha seleccionat un dipòsit d' expansió de **8 litres de capacitat**, aquest dipòsit d' expansió és subministrat per la **casa comercial ROCA** i es el que millor s' adapta a les necessitats de la instal·lació.

El dipòsit d' expansió compleix les exigències de la norma ITIC 16.8 d' aplicació a Espanya.

4.-ESTUDIS REALITZATS

4.1.-Instal·lació solar

En primer lloc ha calgut discernir quin tipus de col·lector seria més adequat per aquest tipus de instal·lació. Es per això que s'ha fet una comparativa entre un col·lector pla i un altre de buit com queda reflexat en la següent figura:

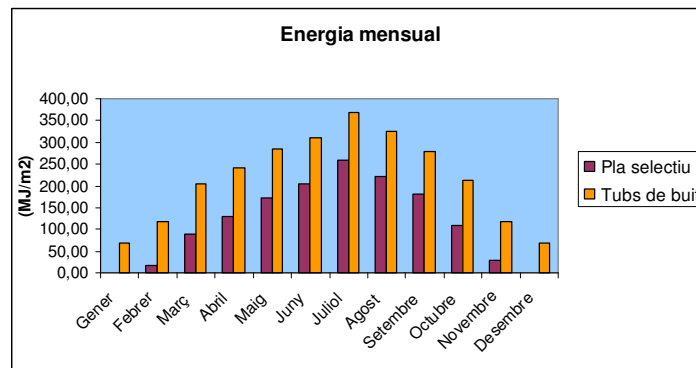
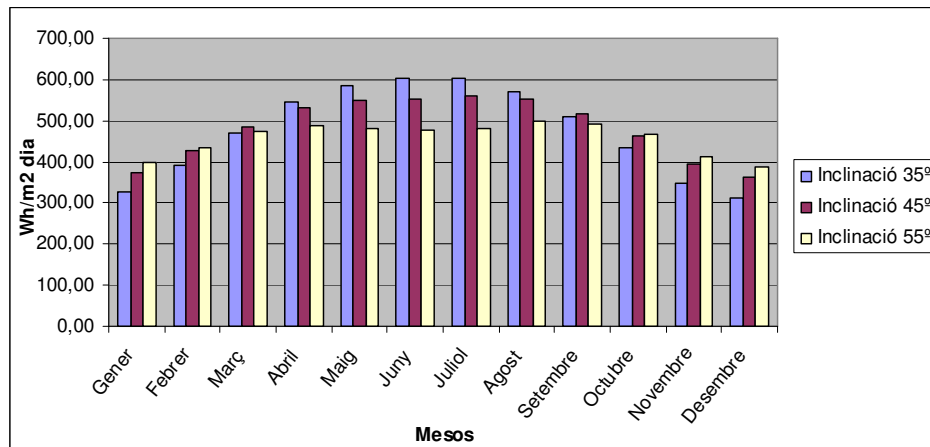


Figura 4: Comparativa tubs buit col·lectors plans

Com es pot veure que la capacitat d'absorció de la energia solar és més gran en aquests col·lectors amb tubs de buit que els col·lectors plans, a més de que degut a la necessitat de escalfar l'aigua per la màquina d'absorció al estiu, la qual ha d'entrar a un mínim de 90° per que el rendiment de la maquina d'absorció sigui l'adequat i aquestes temperatures només es pot aconseguir amb tubs de buit ja que els col·lectors plans encara no poden assolir aquestes temperatures.

Una vegada escollit el model cal escollir quina orientació és la més adequada. S'ha fet un estudi comparatiu entre una orientació de 35°, de 45° o de 55°.



Gràfic 9.- Energia mensual neta en funció de la inclinació del captador.

Intensitat neta incident (Wh/m²dia) 35°	Intensitat neta incident (Wh/m²dia) 45°	Intensitat neta incident (Wh/m²dia) 55°
327,78	372,22	397,22
391,67	427,78	436,11
469,44	486,11	472,22
544,44	530,56	488,89
586,11	550,00	480,56
602,78	552,78	477,78
602,78	558,33	480,56
572,22	552,78	497,22
511,11	516,67	491,67
433,33	463,89	466,67
350,00	394,44	413,89
313,89	363,89	388,89
5705,56	5769,44	5491,67

Taula 4: Comparativa diferents inclinacions

Com es pot veure la millor opció per la inclinació dels col·lectors és de 45° ja que s'aconsegueix una major radiació incident.

4.2.-Estudi econòmic

En la següent Taula hi ha la relació de consums mes a mes amb el que s'hauria de pagar per assolir les carregues tèrmiques del laboratori dels dos sistemes estudiats amb un referent com seria un sistema convencional de compressió estil bomba de calor convencional.

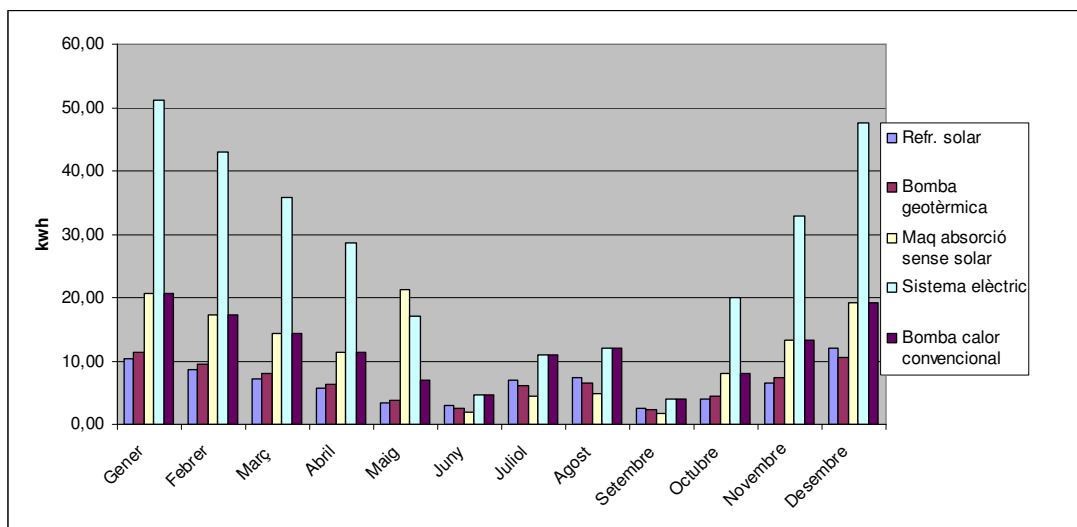
Mes	Consum amb un sistema convencional de compressió (€)	Consum amb sistema elèctric (€)	Consum amb màquina d'absorció però sense aportació solar (€)	Consum amb màquina d'absorció i aportació solar (€)	Consum amb bomba de calor geotèrmica (€)
Gener	20,54	51,18	20,54	10,27	11,37
Febrer	17,21	42,88	17,21	8,60	9,53
Març	14,37	35,81	14,37	7,19	7,96
Abril	11,47	28,59	11,47	5,74	6,35
Maig	6,85	17,06	21,33	3,42	3,79
Juny	4,63	4,63	1,85	2,89	2,56
Juliol	11,00	11,00	4,40	6,87	6,09
Agost	11,92	11,92	4,77	7,45	6,60
Setembre	4,01	4,01	1,60	2,51	2,22
Octubre	8,02	19,98	8,02	4,01	4,44
Novembre	13,20	32,89	13,20	6,60	7,31
Desembre	19,12	47,64	19,12	11,95	10,59
Any	142,32 €	307,59 €	137,87 €	77,50 €	78,82 €

Taula 5.- Comparativa econòmica entre els diferents sistemes de climatització

Com es pot apreciar en la taula el consum anual de els dos sistemes d'estudi es força similar , pràcticament igual, per el que l'element diferenciador entre ambdós sistemes serà el pressupost total que caldria pagar per el muntatge de la instal·lació, és a dir, la inversió inicial.

Tanmateix, com es pot veure , ambdós sistemes presenten un descens important respecte els altres sistemes degut sobretot al COP de 4,5 de la bomba geotèrmica i a l'ús d'energia solar, energia "gratis", en l'altre .

En el cas del sistema convencional de compressió com seria una bomba de calor normal, el COP esta sobre el 2,5-3.El cas d'un sistema elèctric seria utilitzar per exemple un radiador o estufa elèctrica als mesos freds i una bomba de calor al estiu.



Gràfic 10.- comparativa sistemes de climatització.

4.2.1-Refrigeració per absorció amb suport solar:

Consum energètic anual: 3165,6 kWh

Consum d'energia convencional(aprox. 10% per la caldera + 15%bombes): 760 kWh

COST ANUAL DE L'ENERGIA:

760 kwh *0.112041 = **78€**

Cost de la instal·lació solar tèrmica: 12.733,09 €*

*No tot aquest pressupost és de la part solar ja que certs components s'haurien d'incloure igualment en una instal·lació per energia convencional.

Cost de la instal·lació refrigeració solar: 22.636 €

Estalvi anual: 323 €

Subvenció Generalitat de Catalunya (50% de 812 €/m2): 7308 €

Període d'amortització amb la subvenció: 45 anys

4.2.2-Climatització per bomba de calor geotèrmica

Consum energètic anual: 3165,6 kWh

COST ANUAL DE L'ENERGIA:

COP bomba geotèrmica : 4.5

3165,6/4 =791 kwh *0.112041 = **78,8 €**

Cost de la instal·lació Geotèrmica: 17532 €

Estalvi anual: 321 €

Subvenció Generalitat de Catalunya (30%): 6838 €

Període d'amortització amb la subvenció de la Generalitat de Catalunya: 34 anys

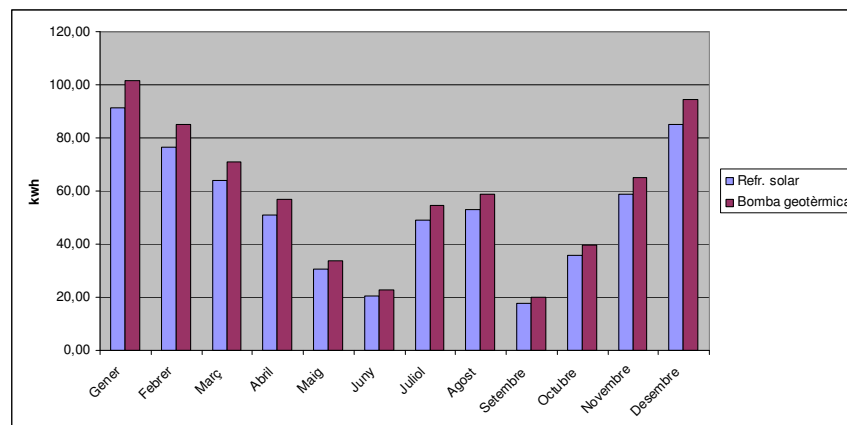
Mes	Necessitats energètiques totals (kwh)	Consum amb màquina d'absorció i aportació solar (kwh)	Consum amb bomba de calor geotèrmica (kwh)	Consum amb màquina d'absorció i aportació solar (€)	Consum amb bomba de calor geotèrmica (€)
Gener	456,80	91,36	101,51	10,27	11,37
Febrer	382,72	76,54	85,05	8,60	9,53
Març	319,62	63,92	71,03	7,19	7,96
Abril	255,15	51,03	56,70	5,74	6,35
Maig	152,27	30,45	33,84	3,42	3,79
Juny	102,88	20,58	22,86	2,89	2,56
Juliol	244,63	48,93	54,36	6,87	6,09
Agost	265,21	53,04	58,94	7,45	6,60
Setembre	89,17	17,83	19,81	2,51	2,22
Octubre	178,33	35,67	39,63	4,01	4,44
Novembre	293,56	58,71	65,24	6,60	7,31
Desembre	425,25	85,05	94,50	11,95	10,59
Any	3165,59	633,12	703,46	77,50 €	78,82 €

Taula 6.- Comparativa econòmica entre els diferents sistemes de climatització

Els resultats constaten una difícil amortització de la instal·lació ja que en el cas de la instal·lació amb maquina d'absorció es necessitarien gairebé 45 anys per el retorn de la inversió mentre que en el cas de la instal·lació amb bomba de calor geotèrmica es necessitarien 34 anys.

Això constata que aquests dos sistemes encara no estan suficientment avançats per la seva aplicació rentable per un espai ten reduït com son els 31m2 del laboratori, en canvi per superfícies mes amplies si que serien sistemes força interessants com serien hotels, hospitals, blocs de pisos, biblioteques etc. Ja que al tenir un consum energètic molt superior faria que el període de retorn de les inversions estigués al voltant dels 10 anys.

Això es degut a que el principal handicap d'aquest tipus de instal·lació a dia d'avui es la forta inversió inicial que comporten, tanmateix si el diferencial entre el que gasta una sistema convencional i els sistemes estudiats aquí és mes gran llavors no causaria tant impacte aquesta forta inversió inicial.



Gràfic 11.- comparativa entre els 2 sistemes de climatització

Subvencions d'Energies Renovables

Percentatge d'ajuda màxima. S'aplicarà sobre el cost subvencionable de la instal·lació

ÀMBIT	Corporacions locals	Altres ens dependents de Corporacions locals	Empreses privades	Particulars	ISFL	Fundacions
Biomassa tèrmica	50%*	50%*	30%	30%	50%*	50 %*
Biogàs	-	-	25%	-	-	-
Sortidors de bioetanol	-	-	40%	-	-	-
Equips d'aprofitament de l'energia geotèrmica (1)	30%	-	-	30%	30%	30%
Solar fotovoltaica, eòlica i mixta eòlica-fotovoltaica aïllada (2)	-	-	40%	40%	40%	40%
Solar tèrmica (3)	37%	37%	37%	37%	37%	37%

El percentatge abans indicat s'aplicarà sobre un cost subvencionable de:

- (1) Es prendrà com a cost subvencionable una inversió màxima per unitat de potència d'origen geotèrmic de **500 €/kW** per a instal·lacions en circuit obert, **1.100 €/kW** per a instal·lacions en circuit tancat amb intercanvi soterrat horitzontal, **1.400 €/kW** per a instal·lacions en circuit tancat amb intercanvi vertical amb sondejos.
 - (2) Es prendrà com a cost subvencionable **10 euros/Wp** per al sistema fotovoltaic i **3 euros/W** per al generador eòlic en instal·lacions amb acumulació i **8 euros/Wp** per al sistema fotovoltaic i **3 euros/W** per al generador eòlic en instal·lacions sense acumulació. La limitació màxima de l'ajut per projecte, en tot cas, és de **20.000 €**.
 - (3) **710,5 €/m²** per instal·lacions de més de 20 m² i **812 €/m²** per menors de 20 m², augmentant-se el 50% en projectes innovadors.
- (*) En el cas de les CL, altres CL, ISFL i Fundacions que realitzin una activitat econòmica la subvenció màxima serà del 30%.

Figura 14 : Subvencions Generalitat

4.3.- Estudi Mediambiental

<i>Instal·lació geotèrmica</i>	<i>Instal·lació d'absorció solar</i>
- Reducció d'emissions de CO₂: 1044 kg/any - Reducció d'emissions de NO_x: 9,18 kg/any - Reducció d'emissions de CO: 11,4 kg/any	- Reducció d'emissions de CO₂: 939.7 kg/any - Reducció d'emissions de NO_x: 8,26 kg/any - Reducció d'emissions de CO: 10,25 kg/any

Taula 7.- Comparativa emissions entre els diferents sistemes de climatització

5- NORMATIVA A SEGUIR

- RITE (Reglament Instal·lacions Tèrmiques en l'Edificació)
- Normes CAMPSA (Reglament sobre la utilització de productes petrolífers i altres usos no industrials)
- NTE-IDL/77 (Instal·lacions de Dipòsits de combustibles Líquids i pous)
- REBT (Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió) Real Decret 842/2002
- RAP (Reglament d'Aparells a Pressió) i Instruccions Tècniques Complementaries del Reglament d'Aparells a Pressió.
- UNE 100-101-84 (Conductes per transports d'aire i aigua. Dimensions i toleràncies)
- NBE-EA.95 (Normes Bàsiques de l'Edificació: Estructures d'Acer en l'Edificació)
- NBE-CA (Normes Bàsiques de l'Edificació: Condicions Acústiques en els Edificis)
- NBE-CPI (Normes Bàsiques de l'Edificació: Condicions de Protecció contra Incendis en els Edificis)
- OSHT (Ordenances de Seguretat i Higiene en el Treball)
- LPAA (Llei de Protecció de l'Ambient Atmosfèric)
- UNE 100-030-94 (Guia per la prevenció de la legionel·la en instal·lacions)

6- RESUM DEL PRESSUPOST

RESUM DEL PRESSUPOST	
Instal·lació de Refrigeració solar	
Instal·lació solar	
Sistema de captació solar i accessoris	10.350,27 €
Sistema hidràulic	1.302,78 €
Sistema de regulació i control	692,43 €
Total capítol 1	12.345,48 €
Instal·lació convencional	
Caldera i accessoris	1.268,13 €
Sistema hidràulic	1.266,04 €
Unitats interiors	615,76 €
Total capítol 2	3.149,93 €
Instal·lació de refrigeració	
Màquina d' absorció i accessoris	2.490,60 €
Sistema hidràulic	1.006,91 €
Sistema d' emmagatzematge	1.498,99 €
Sistema geotèrmic	3.380,88 €
Sistema de regulació i control	200,71 €
Total capítol 3	8.578,09 €
Total pressupost	24.073,50 €
Pressupost d' execució material	24.073,50 €
Despeses generals (13%)	3.129,56 €
Benefici industrial (6%)	1.444,41 €
Pressupost d' execució per contracte sense IVA	28.647,47 €
IVA (16%)	4.583,59 €
Pressupost d' execució per contracte	33.231,06 €
Pressupost d' execució amb subvenció	22.542,88 €
El cost total de la instal·lació serà de:	22.542,88 €

RESUM DEL PRESSUPOST	
Instal·lació amb bomba de calor geotèrmica	
Instal·lació geotèrmica	
Bomba de calor geotèrmica	9.716,55 €
Sistema hidràulic	3.211,56 €
Total capítol 1	12.928,11 €
Instal·lació convencional	
Sistema hidràulic	1.977,46 €
Unitats interiors	615,76 €
Total capítol 2	2.593,22 €
Instal·lació de climatització	
Sistema d' emmagatzematge	2.165,99 €
Moviment de terres	189,03 €
Sistema de regulació i control	200,71 €
Total capítol 3	2.555,73 €
Total pressupost	18.077,06 €
Pressupost d' execució material	18.077,06 €
Despeses generals (13%)	2.350,02 €
Benefici industrial (6%)	1.084,62 €
Pressupost d' execució per contracte sense IVA	21.511,70 €
IVA (16%)	3.441,87 €
Pressupost d' execució per contracte	24.953,57 €
Pressupost d' execució amb subvenció	17.467,50 €
El cost total de la instal·lació serà de:	17.467,50 €

7.- CONCLUSIONS

Davant l'explicació de les línies precedents, i com a objecte del estudi, és evident que amb els sistemes de climatització triats, s'aconsegueixen les condicions interiors desitjades, i en menor mesura però no amb menor importància s'aconsegueix reduir el impacte ambiental i el consum energètic, gràcies a la utilització de la refrigeració solar i de la captació geotèrmica.

Les solucions adoptades, consistents en la instal·lació de plaques solars per la producció de calefacció i una màquina d'absorció per la producció de fred amb recolzament d'energia solar, i que es coneix amb el nom de climatització solar i d'altra banda l'ús de una bomba de calor geotèrmica són solucions innovadores en aquest tipus d'instal·lacions.

Com s'ha comentat anteriorment les característiques bàsiques d'aquest tipus d'instal·lacions són la potenciació de l'estalvi energètic i la reducció de l'impacte ambiental, potenciat a més a més en aquest cas amb la instal·lació de climatitzadors amb tecnologia free-cooling que permeten reduir el consum elèctric i l'impacte ambiental en èpoques intermèdies. En contra però s'han de destacar els inconvenients següents: d'una banda ,la elevada inversió que s'ha de realitzar encara tant pel sistema geotèrmic com per la refrigeració solar ,degut a la poca implantació que te en l' Estat espanyol per dur-les a terme, i per tant l'elevat període d'amortització.

Des del punt de vista econòmic , les dues instal·lacions s, geotèrmica i de refrigeració solar, presenten avantatges sobre les corresponents instal·lacions convencionals ,ja que en el cas de la solar només suposa una despesa inicial ja que els gastos posteriors son mínims ,que si es comparen a el que valdria climatitzar amb mètodes convencionals, la diferència es important.

Una cosa semblant passa amb la instal·lació geotèrmica, suposa una forta inversió inicial ,però un cop amortitzada amb una utilització regular de la climatització , fa que sigui una energia força interessant per molts i diversos usos.

Però on sobretot l'avantatge és significatiu és en l'estalvi d'emissió de gasos contaminants ja que ambdós instal·lacions no produeixen cap emissió ,que comparant-ho amb les quantitats que s'emetrien amb un sistema convencional fa que sigui encara més interessant l'aplicació d'aquestes energies.

Pel que fa a la refrigeració solar conta amb un element innovador important que no és altre que la dissipació de calor de la màquina d'absorció es realitza per medi de un pou

geotèrmic en comptes de la ja tradicional torre de refrigeració. Com s'ha esmentat en els apartats corresponents això representa uns quants importants avantatges com el fet de tenir un manteniment de la instal·lació molt menor sobretot en problemes de legionel·losi ,prou costós, o el fet de no dependre tant de les condicions ambientals exteriors pel rendiment de la màquina d'absorció millorant així el seu rendiment, Ja que no es el mateix dissipar calor amb una temperatura ambient a l'estiu de 40° que els 15° del subsòl .

De tota manera el fet que la temperatura mínima no pugui ser inferior a 24° pel fet de la cristallització del bromur de liti limita l' augment de rendiment que es podria aconseguir si la temperatura podes ser mes baixa ,ja que amb els pous geotèrmics es podria aconseguir.

En l' estudi de viabilitat s' ha pogut veure com els captadors de tubs de buit produïen de l' ordre de dos vegades més d' energia per metre quadrat i any. Una altra de les raons per la que s' ha desestimat la instal·lació de captadors plans, ha estat que a pesar del curt període de funcionament de la instal·lació de refrigeració, implica una temperatura més elevada en aquests. Els captadors plans a altes temperatures donen un baix rendiment, a més del fet que al utilitzar màquina d'absorció fa que el circuit necessiti aigua a mes de 90° i això amb col·lectors plans no es possible.

En l' estudi d' inclinació dels captadors s' ha vist que la inclinació més òptima era la de 45°, que tot i captar menys energia en alguns mesos, acumulativament capta més que en les altres orientacions.

Segons l' estudi mediambiental realitzat es deixaran d' emetre cada any al voltant d' una tona i una tona i mitja de CO₂, cosa que ajudarà a preservar el mediambient i a reduir les emissions anuals d' aquesta substancia tant nociva.

Segons l' estudi de consums realitzat dels dos mètodes ambos tenen un consum força similar, a pesar de la diferencia de COP que en la bomba geotèrmica és de 4,5 i en la maquina d'absorció de 0,8 però que es compensa amb la utilització de la energia solar al hivern per la calefacció.

Finalment, segons l' estudi econòmic realitzat es conclou que les instal·lacions no resulten ser rentables ja que el període de retorn de la inversió és molt elevat, concretament de 34

anys la geotèrmica i 45 la de refrigeració solar. Per a poder considerar rentable una instal·lació el període de retorn ha d'estar comprès entre 10 i 15 anys. Això es degut a que el laboratori del estudi es de molt petites dimensions, 31 m², si fos de més superfície llavors el diferencial entre el consum de un sistema convencional i els dos mètodes estudiats seria molt més gran i per tant el període d'amortització es reduiria considerablement, ja que el principal problema d'aquests instal·lacions és la forta inversió inicial.

D'altra banda esmentar que ambdós sistemes encara estan força poc desenvolupats per aplicacions tan petites com seria el laboratori del estudi, ja que el període de amortiment es massa elevat, cosa que en aplicacions més grans si que serien prou competitives ja que un cop amortitzades es guany es molt gran respecte a sistemes convencionals. De tota manera a nivell universitari el projecte podria ser molt atractiu a nivell didàctic pels futurs enginyers.

De tota manera si s'hagués de escollir un sistema aquest seria el de bomba de calor geotèrmica ja que s'estalvia espai i més en aquest cas que tant en un com l'altre s'han de fer igual els pous geotèrmics, i a més el període de retorn es molt menor, 11 anys, i la inversió inicial també del ordre de 6000€ menys.

Girona, 16 de Juny de 2009

Sergi Costillo Javier

8. - RELACIÓ DE DOCUMENTS DEL ESTUDI

Aquest estudi inclou els següents documents:

DOCUMENT 1: MEMÒRIA

- Memòria descriptiva
- Annexos a la memòria

DOCUMENT 2: PLÀNOLS

- Esquema de Principi refrigeració solar
- Esquema de Principi bomba de calor geotèrmica
- Esquema de línia refrigeració solar
- Esquema de línia geotèrmic

9- BIBLIOGRAFIA

“R.I.T.E. (Reglament de Instal·lacions Tèrmiques en l’edificació)”

REAL DECRET 1751/1998, de 31 de juliol.

“R.E.B.T. (Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió)”

REAL DECRET 842/2002, de 2 d’agost.

Mitjà i Sarvisé, Albert “*Atlas de radiació solar de Catalunya*”, Edició 1996

GENERALITAT DE CATALUNYA, DEPARTAMENT D’INDÚSTRIA, COMERÇ I TURISME, INSTITUT CATALÀ DE L’ENERGIA

Mitjà i Sarvisé, Albert “Energia geotèrmica: curs de formació” Edició 2002

GENERALITAT DE CATALUNYA, DEPARTAMENT D’INDÚSTRIA, TREBALL, COMERÇ I TURISME, INSTITUT CATALÀ DE L’ENERGIA

Mitjà i Sarvisé, Albert “Energia solar tèrmica: curs de formació” Edició 2002

GENERALITAT DE CATALUNYA, DEPARTAMENT D’INDÚSTRIA, TREBALL, COMERÇ I TURISME, INSTITUT CATALÀ DE L’ENERGIA

Catàlegs i publicacions:

- Dossier solar Viessmann 2003-2004.
- Catàleg Wolf. Tarifa productos domésticos mayo 2008.
- Catàleg Wolf. Energía solar

Docència:

- Curs pràctic d' energia solar tèrmica. Universitat de Girona 2003.
- Curs de refrigeració solar. Universitat de Girona 2004.

Material informàtic i audiovisual:

- Atlas de radiació solar de Catalunya. Edició 2000. (CD-ROM)
- Progama F-Chart de l' institut català d' energia.
- Programa ROCA per al càlcul de càrregues tèrmiques.

Pàgines web de consulta:

- <http://www.absorsitem.com> , 12 de Maig de 2009
- <http://www.viessmann.com> , 15 de Maig de 2009
- <http://www.salvadorescoda.com>, 12 de Abril de 2009
- <http://www.censolar.com> ,20 de Maig de 2009
- <http://www.icaen.es> ,22 de Maig de 2009
- <http://www.armaflex.com> ,23 de Maig de 2009
- <http://www.grundfos.com>, 01 de Maig de 2009
- <http://www.idae.es>, 22 de Maig de 2009
- <http://www.roca.es> ,22 de Maig de 2009