

<b>1. INTRODUCCIÓ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedents.....	1
1.2. Objecte .....	1
1.3. Especificacions i abast .....	2
<b>2. SISTEMES CLIMATITZACIÓ CONVENCIONALS.....</b>	<b>3</b>
2.1. Introducció .....	3
2.2. Valoració econòmica .....	3
2.3. Valoració energètica .....	4
2.4. Conclusions.....	5
<b>3. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE CLIMATITZACIÓ PER SUPERFÍCIES RADIANTS ...</b>	<b>7</b>
3.1. Principis bàsics.....	7
3.2. Avantatges dels sistemes radiants per sostre.....	8
<b>4. DESCRIPCIÓ DE LA VIVENDA .....</b>	<b>11</b>
4.1. Descripció arquitectònica de la vivenda .....	11
4.2. Utilització de les diferents dependències, horaris de funcionament i ocupació.....	11
4.3. Descripció dels tancaments.....	15
<b>5. NECESSITATS TÈRMiques.....</b>	<b>16</b>
5.1. Condicions exteriors de càlcul .....	16
5.2. Condicions interiors de càlcul.....	17
5.3. Mètode de càlcul de les càrregues tèrmiques.....	18
5.4. Resum del càlcul de les càrregues totals.....	19
<b>6. INSTAL·LACIÓ PANNELLS CAPIL·LARS.....</b>	<b>21</b>
6.1. Paràmetres inicials de disseny .....	21
6.2. Disseny i distribució dels pannels radiants .....	24
6.3. Determinació cabals, temperatures i volum d'aigua.....	28
6.4. Resultats generals instal·lació pannels capil·lars .....	30
<b>7. DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA .....</b>	<b>31</b>
7.1. Descripció de la instal·lació .....	31
7.2. Pèrdua de càrrega de la instal·lació hidràulica.....	34
7.3. Equip de generació aigua calenta i freda .....	36
7.4. Disseny de les bombes de circulació.....	36
7.5. Disseny del dipòsit d'inèrcia.....	38
7.6. Disseny del vas d'expansió.....	38

<b>8. DESHUMIDIFICACIÓ DE L'AIRE .....</b>	<b>39</b>
8.1. El deshumidificador .....	39
8.2. Disseny instal·lació de ventilació.....	41
<b>9. REGULACIÓ I CONTROL .....</b>	<b>43</b>
9.1. Regulació i control de la instal·lació .....	43
<b>10. RESUM DEL PRESSUPOST .....</b>	<b>45</b>
<b>11. COMPARACIÓ SISTEMES DE CLIMATITZACIÓ .....</b>	<b>46</b>
11.1. Càlcul del consum energètic anual.....	46
11.2. Comparació dels diferents sistemes .....	47
11.2.1. Valoració econòmica .....	48
11.2.2. Valoració energètica .....	50
11.2.3. Resum .....	51
<b>12. CONCLUSIONS .....</b>	<b>52</b>
<b>13. RELACIÓ DE DOCUMENTS.....</b>	<b>53</b>
<b>14. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>

## **1. INTRODUCCIÓ**

### **1.1. Antecedents**

En l'actualitat, qualsevol edifici disposa d'un sistema de climatització adequat a les necessitats d'aquest. Majoritàriament, es tracta de sistemes convencionals com ara calefacció per radiadors, climatització a través de bomba de calor i *splits*, calefacció per terra radiant, utilització de calderes de gas o gas-oil, etc. No obstant, s'han introduït noves tecnologies per realitzar la climatització dels edificis, com poden ser la utilització d'energia solar, energia geotèrmica o sistemes radiant per climatització per terres, sostres i parets.

El principi de funcionament dels sistemes radiant per climatització és el mateix que en la calefacció per terra radiant, però utilitzant-lo tant a l'hivern com a l'estiu fent passar aigua calenta o freda a través dels tubs. Aquests sistemes de climatització aporten a l'usuari una reducció del consum d'energia, la inexistència de corrents d'aire i de soroll, i un alt grau de benestar i satisfacció.

Es disposa d'una vivenda unifamiliar de 280m<sup>2</sup> aproximadament, on s'ha realitzat un estudi previ amb quatre tipus de climatització convencional, i on es vol realitzar un nou estudi amb un sistema de climatització radiant i veure'n la viabilitat d'aquest.

### **1.2. Objecte**

L'objectiu d'aquest estudi és realitzar el projecte d'una instal·lació per superfícies radiant i la respectiva comparació, tant d'implantació com energètica, amb sistemes de climatització convencionals.

Es compararan els resultats obtinguts de la instal·lació de climatització per superfícies radiant amb els resultats dels diferents sistemes de climatització convencionals, ja realitzats en un altre estudi, i es trauran les conclusions convenients per veure si el sistema de climatització radiant és adequat per aquesta vivenda i veure quina diferència hi ha en quant a costos.



### 1.3. Especificacions i abast

La vivenda on s'ha de realitzar el projecte de climatització per superfícies radiant i la respectiva comparació és de tipus unifamiliar de 280m<sup>2</sup> aproximadament, situada a la localitat de Lliçà d'Amunt, on es tenen totes les dades necessàries tant pel que fa a dimensions de la vivenda, dades climàtiques, situació i tipus de construcció.

Es decideix realitzar una instal·lació de climatització per superfícies radiant utilitzant panells amb tubs capil·lars per sostre, ja que al tractar-se d'una vivenda unifamiliar, aquest sistema resulta més eficient que no pas per terra o parets perquè normalment aquestes edificacions contenen objectes i mobles que dificultarien la radiació per aquestes zones.

Degut a que cada vegada hi ha més fabricants i marques en el mercat que ens ofereixen aquesta aplicació en diferents versions, s'ha cregut convenient utilitzar el sistema de sostre radiant mitjançant panells prefabricats amb tubs capil·lars d'un sol fabricant, tant pel que fa a panells, components i accessoris.

Aquest estudi està compost per quatre parts.

- Una primera on es fa un resum dels quatre sistemes de climatització convencionals aplicats a aquesta vivenda i on s'exposen els resultats obtinguts d'acord amb l'estudi ja realitzat.
- Una segona part on es descriuen els sistemes de climatització per superfícies radiant amb tubs capil·lars.
- La tercera correspon al dimensionament, disseny i càlcul de tota la instal·lació, incloent-hi el respectiu pressupost.
- I finalment una última part on es compara els diferents sistemes i es treuen conclusions dels resultats obtinguts.

## **2. SISTEMES CLIMATITZACIÓ CONVENCIONALS**

### **CONCLUSIONS DE L'ESTUDI REALITZAT**

#### **2.1. Introducció**

L'estudi que ens basarem per poder comparar el nostre resultat i així partir d'una mateixa base, és la realització d'un estudi comparatiu de diversos sistemes de climatització per veure quin és el més adequat, en el sentit de menys energia gastada i menor cost, per una vivenda unifamiliar de 280m<sup>2</sup> de superfície total aproximada.

Els sistemes de climatització que s'han estudiat en aquest estudi són els següents:

Sistema nº1: Tot aire centralitzat convencional ( refrigeració per compressió i calefacció amb combustible fòssil ).

Sistema nº2: Tot aire centralitzat amb bomba de calor.

Sistema nº3: Unitats independents per refrigeració ( VRV, volum variable de refrigerant ) i calefacció amb combustible fòssil.

Sistema nº4: Unitats independents amb bomba de calor ( VRV total )

De cada sistema descrit es realitza el respectiu càlcul i dimensionament de les instal·lacions de calor i fred, i la seva valoració econòmica i energètica.

#### **2.2. Valoració econòmica**

Aquesta valoració consisteix en determinar el cost d'implantació de cadascun d'aquests sistemes, obtenint els següents resultats:

	Cost
Sistema nº1	25.897,23€
Sistema nº2	15.116,69€
Sistema nº3	20.543,67€
Sistema nº4	21.721,06€



El cost d'implantació del sistema de climatització n°1 ( sistema de tot aire centralitzat amb unitat de tractament d'aire i caldera ), és el més car de tots. Aquest cost tant significatiu és degut al tipus de unitat de tractament de l'aire, ja que s'ha escollit una unitat de refrigeració mitjançant aigua freda, les quals són molt més cares que les unitats de refrigeració mitjançant expansió directe.

El sistema de climatització n°2 ( sistema tot aire centralitzat amb bomba de calor ), és el que resulta més econòmic de tots, ja que el sistema només ha necessitat 2 equips de bomba de calor per aire i aquests són relativament econòmics.

El sistema de climatització n°3 ( unitats independents amb caldera per calefacció i equip VRV per refrigeració ), és el segon sistema més econòmic d'implantació, encara que s'hagi necessitat per una part d'un equip de refrigeració i per altra part d'un de calefacció. El fet que tingui aquest cost elevat és perquè els equips VRV són sistemes d'un preu bastant elevat.

El sistema de climatització n°4 (sistema VRV total), és el segon més car, ja que s'ha hagut d'utilitzar 2 equips de VRV en comptes de 1 com passava en l'anterior sistema.

### 2.3. Valoració energètica

La valoració energètica consisteix en determinar el cost energètic que suposa cadascun d'aquests sistemes. Aquests costos d'energia s'han dividit en dos: els costos deguts a l'energia elèctrica i els costos deguts al gasto de combustible.

	Costos d'electricitat	Costos de combustible
Sistema n°1	4.368,08€	1.470,36€
Sistema n°2	2.160,52€	
Sistema n°3	2.196,32€	1.470,36€
Sistema n°4	1.895,76€	

El sistema de climatització n°1 és el que gasta més llum de tots els sistemes degut en gran part a que el sistema necessita varis equips.



Els sistemes n°2 i n°3 tenen uns costos d'electricitat molt semblants, però amb la diferència que el sistema n°3 la major part del cost elèctric és degut a la caldera, mentre que l'equip de refrigeració gasta molt. Això succeeix perquè aquests equips de refrigeració tenen un alt E.E.R, *energy efficiency rating*, és a dir, energèticament rentables. En canvi en el sistema n°2 el cost d'electricitat el produeixen els equips de bomba de calor, els quals tenen uns valors de E.E.R i de C.O.P no gaire alts i per tant poc eficients energèticament.

El sistema n°4 és el que té menor cost d'electricitat, ja que els equips seleccionats tenen uns valors de E.E.R i C.O.P, energèticament parlant, molt bons.

En quant al cost produït pel consum de combustible, al estimar les mateixes condicions d'utilització, el cost tant pel sistema n°1 i n°3 és el mateix, essent nul el cost pels altres dos sistemes que no utilitzen aquesta font d'energia.

## 2.4. Conclusions

El resum general dels costos produïts per la implantació i pels costos energètics de cadascun d'aquests sistemes són:

	Cost
Sistema n°1	31.735,67€
Sistema n°2	17.277,21€
Sistema n°3	24.210,35€
Sistema n°4	23.616,82€

Com a conclusions d'aquest estudi es pot observar que econòmicament el millor sistema seria el n°2, referent a un sistema de tot aire amb bomba de calor, però si només ens fixéssim en el cost energètic, llavors el sistema escollit seria el n°4, sistema VRV total, ja que és el que consumeix menys energia.



També s'obtenen altres conclusions com ara que es necessitaria 17 anys de vida perquè el sistema n°4 fos més rentable que el sistema n°2, suposant un increment del preu de la llum en un 3,5% anual, i per tant es confirmaria amb l'opció del sistema n°2 ja que es tracta d'un temps massa elevat per treure rendiment d'aquest sistema.

A més de tots aquest aspectes econòmics s'han de tenir presents els aspectes arquitectònics per a cada sistema, ja que segons el tipus de sistema que s'utilitzi es necessitarà fer falçs sostres, difusors, reixes de recirculació de retorn amb les respectives xemeneies que això comporta, etc.





### 3. DESCRIPCIÓ DEL SISTEMA DE CLIMATITZACIÓ PER SUPERFÍCIES RADIANTS

#### 3.1. Principis bàsics

La climatització per superfícies radiant per sostre es tracta d'un sistema de climatització ambiental que consisteix en mantenir a temperatura diferent de l'ambient ( més alta en calefacció i més baixa en refrigeració) una part important del sostre del local.

El principal component del sistema és una trama de tubs capil·lars ( entre 3 i 6mm de diàmetre), amb els seus tubs distribuïdors fabricats en polipropilè pels que circula aigua calenta i freda. Aquests sistemes tenen un espessor aproximadament entre 8 i 15mm (depenent de cada fabricant), la qual cosa permet el seu muntatge en tot tipus de sostres i parets, el que significa utilitzar les superfícies passives de la construcció com a superfícies de calefacció i refrigeració.

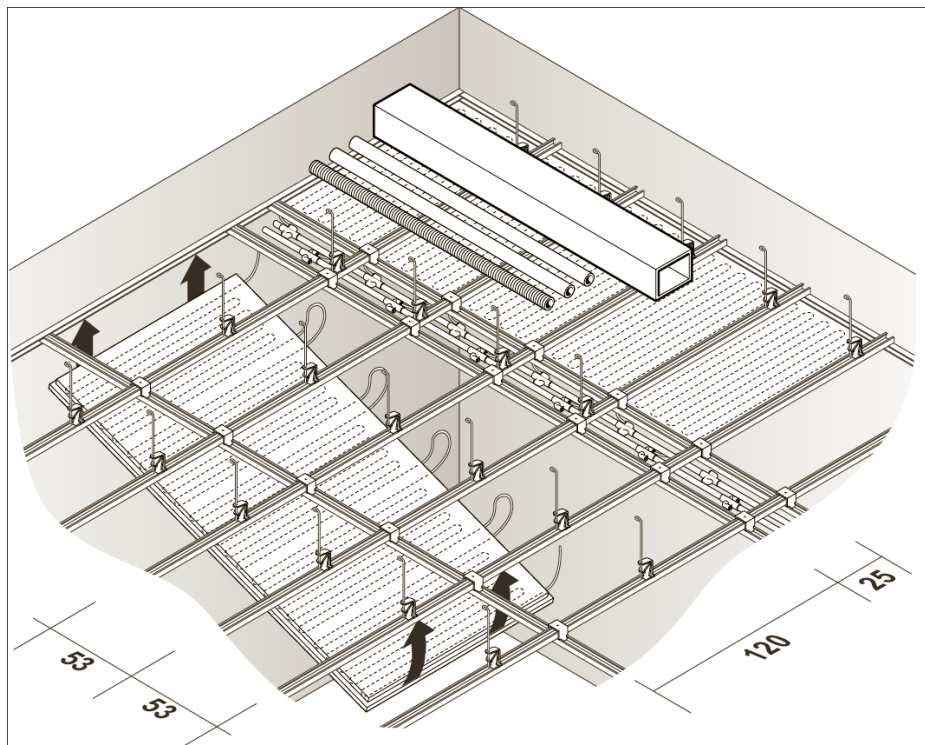


Fig.3.1. Detall pannells tubs capil·lars per sostre

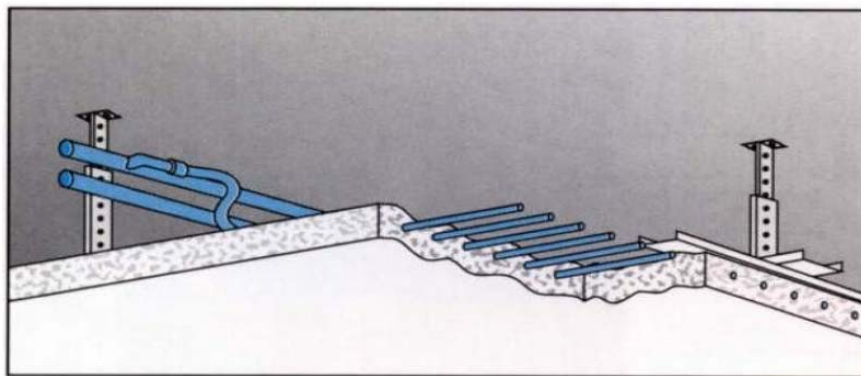


Fig.3.2. Secció d'un pannel amb tubs capil·lars

### 3.2. Avantatges dels sistemes radiant per sostre

Entre els motius que es poden ressaltar per l'elecció d'un sistema de climatització radiant per sostre, es destaquen:

- Refrigeració dels paràmetres de la habitació.

Els pannels de tubs capil·lars a través dels quals flueix aigua, estan completament integrats en els sostres. El calor que entra des de l'exterior és dissipat immediatament pel flux d'aigua sense escalfar l'aire de la habitació. La refrigeració de les parts estructurals produeix una menor temperatura de les superfícies i així les persones poden dissipar una major quantitat del seu calor mitjançant radiació cap al sostres. El calor produït pels equips és absorbit en part per les superfícies refredades. S'obté una millor distribució de temperatures en l'ambient.

- Separació ideal de funcions.

El calor és eliminat de la habitació principalment refredant les estructures mitjançant un sistema d'aigua integrat en aquestes. El flux d'aire pot ser reduït fins un valor mínim necessari per la higiene i salut humana. El calor absorbit per l'aire és significativament menor, permetent disminuir el flux d'aire i incrementar la temperatura de l'aire entrant. Això es tradueix a:

- Alt confort i baix risc per la salut.

La baixa quantitat d'aire requerida permet la reducció de la velocitat de l'aire. A més, la major temperatura de l'aire, aproximadament igual a la temperatura mitja de radiació ambient, té efectes positius en les vies respiratòries.

- Eliminació de sorolls ambientals.

El baix flux d'aire permet introduir aire a la habitació sense sorolls.

- Baixos costos d'operació.

L'energia i els costos d'operació per el tractament i el transport de l'aire es redueixen significativament. El calor pot ser eliminat eficientment mitjançant el flux d'aigua a través dels panells de tubs capil·lars.

- Baixos costos de manteniment i llarga durabilitat

Les despeses de manteniment estan limitats al reduït equipament d'aire condicionat i l'equip de generació d'aigua calenta i freda. El sistema amb els panells de tubs capil·lars integrats en l'estructura no necessita manteniment.

- Aplicació amb energies renovables

Aquests sistemes utilitzen aigua entre 40 i 45°C a l'hivern i entre 14 i 20°C per l'estiu. Aquest fet permeten el funcionament amb diferències de temperatura mínimes en relació amb la temperatura ambient. Això és aplicable tant per refrigeració com per calefacció. Sota aquestes circumstàncies, les energies alternatives són una solució per aquest sistema. L'ús de sistemes de refrigeració mitjançant aigua, en comptes de sistemes d'aire condicionat es tradueix a un major estalvi d'energia degut a la gran reducció en la potència de transport.



### - Llibertat arquitectònica

Els sostres climatitzats permeten una multitud de disseny arquitectònics. Llums, conductes d'aire, detectors de fum, sistemes de ruixadors automàtics, panells acústics, etc. es poden integrar fàcilment. Els panells de tubs es poden enganxar en el material metàl·lic dels panells del sostre, units a les plaques de guix o inclòs integrat en el guix. La flexibilitat dels panells capil·lars no posa límit a la creativitat de l'arquitecte.



Fig.3.3. Exemple falç sostre radiant amb tubs capil·lars

## **4. DESCRIPCIÓ DE LA VIVENDA**

### **4.1. Descripció arquitectònica de la vivenda**

Es tracta d'una vivenda situada en un sector de cases aïllades unifamiliars en estat de creixent utilització a la població de Lliçà d'Amunt. La vivenda està situada dintre una parcel·la de 874,5 m<sup>2</sup> ajustant-se a les normes urbanístiques del municipi, deixant 3 metres de separació amb les parcel·les adjacents. La vivenda consta de 2 plantes, amb tancaments exteriors a l'Est, Sud, Oest i Nord. La façana principal està orientada a la cara Est i és paral·lela a la carretera de Caldes de Montbui a Granollers. Les façanes Nord i Sud estan separades a una distància de 6 metres de les vivendes veïnes. La vivenda adjacent a la façana Sud es troba a una cota inferior de 1,5 metres, i la vivenda adjacent a la façana Nord es troba a una cota superior de 1,5 metres.

L'estructura de l'edifici és de tipus metàl·lica i està formada per pilars de perfil metàl·lic de la sèrie HEB, amb jàsseres de perfil metàl·lic de la sèrie IPE i corretges de perfil metàl·lic de la sèrie IPN. Sobre les corretges s'ha adoptat utilitzar xapa col·laborant per obtenir el forjat entre la planta baixa i la 1<sup>a</sup> planta, i la que separa aquesta última amb el teulat.

El paviment de la planta baixa està format per una capa de sorra, morter de ciment i gres del tipus rústic. El paviment de la 1<sup>a</sup> planta està format per una capa de sorra, morter de ciment i marbre del tipus travertins.

### **4.2. Utilització de les diferents dependències, horaris de funcionament i ocupació**

La planta baixa consta d'una entrada rebedor, per on s'accedeix a la vivenda. Des d'aquest rebedor es podrà accedir a la 1<sup>a</sup> planta a través d'una escala, a l'habitació 1 o a un distribuïdor d'altres dependències de la planta baixa com ara són les altres dues habitacions, 1 bany, 1 sala d'estar amb cuina i al garatge.



L'ús de les habitacions de la planta baixa serà:

Habitació 1: Estudi.

Habitació 2: Rentador.

Habitació 3: Dormitori.

Rebedor: Entrada principal a la casa. S'accedeix a la 1<sup>a</sup> planta per unes escales.

Distribuïdor 1: Passadís per accedir a les diferents dependències.

Bany 1: Bany d'ús general per la planta baixa.

Sala d'estar amb cuina: Saló amb foc a terra, sense climatització.

Garatge: Garatge, sense climatització.

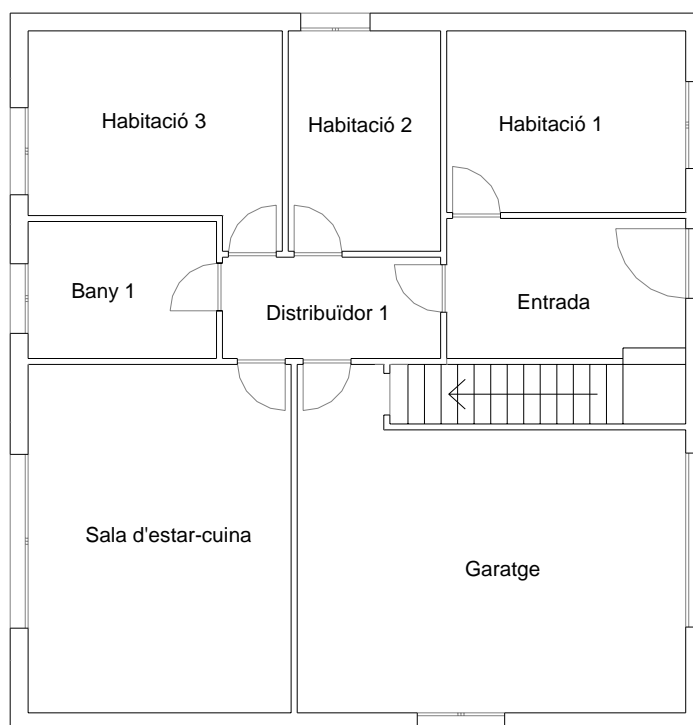


Fig.4.1. Distribució planta baixa

A la 1<sup>a</sup> planta s'hi accedeix des del rebedor mitjançant les escales. La 1<sup>a</sup> planta consta d'un distribuïdor que comunica amb totes les habitacions d'aquesta planta. Les habitacions que hi ha en aquesta planta i la seva utilització són:

Menjador: Menjador + sala d'estar

Cuina: Cuina

Habitació 4: Dormitori d'ús individual

Habitació 5: Dormitori d'ús individual

Habitació 6: Dormitori de matrimoni

Bany 2: Bany d'ús general

Bany 3: Bany a l'interior de l'habitació de matrimoni

Distribuïdor 2 i Passadís

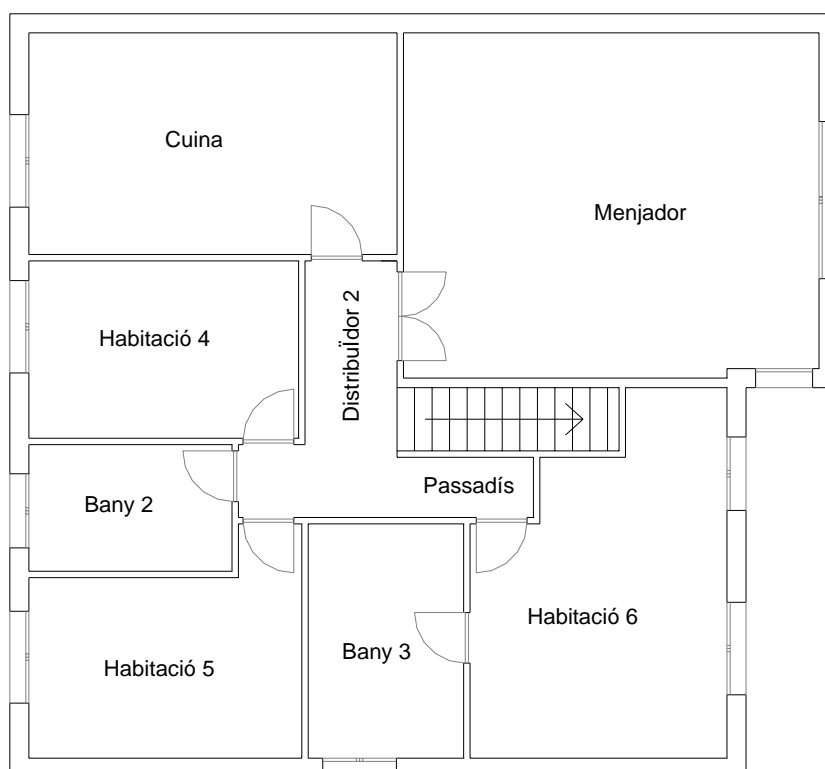


Fig.4.2. Distribució planta primera

L'altura de totes les habitacions de la casa és de 2,5 metres, des del terra fins al falç sostre.

Les superfícies i volums de les habitacions es mostren a la següent taula:



<b>Habitació</b>	<b>Superfície (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volum (m<sup>3</sup>)</b>
Entrada	9,910	24,775
Distribuïdor 1	6,232	15,581
Habitació 1	12,258	30,646
Habitació 2	9,486	23,714
Habitació 3	13,744	34,360
Bany 1	8,140	20,350
Sala d'estar + cuina	25,900	64,751
Garatge	32,524	81,311
Escala	5,240	13,100
Distribuïdor 2	7,023	17,558
Menjador	35,838	89,596
Cuina	20,207	50,518
Habitació 4	12,055	30,137
Bany 2	6,648	16,621
Habitació 5	13,043	32,608
Passadís	2,058	5,145
Habitació 6 (matrimoni)	18,483	46,207
Bany 3 (matrimoni)	9,041	22,601
<b>Total</b>	<b>247,831</b>	<b>619,579</b>

Taula 4.1. Superfícies i volums de les habitacions

Al tractar-se d'una vivenda es pot considerar que el seu horari de funcionament és permanent, ja que es considera que en tot moment hi haurà alguna de les persones que hi habiten a la vivenda.

Suposant que en aquesta vivenda si allotgi una família de 5 persones, serà aquesta l'ocupació màxima que s'estipuli a l'hora dels posteriors càlculs de càrregues tèrmiques.



### 4.3. Descripció dels tancaments

Els tancaments exteriors estan constituïts de 2 capes. Una primera capa de maó d'obra vista de 13 centímetres d'espessor, en el que s'hi ha projectat com aïllament tèrmic a la part interior de la vivenda, una capa d'espuma de poliuretà amb un gruix mig de 4 centímetres. La segona capa és de maó foradat de 7 centímetres. Les dues capes estan separades per una cambra d'aire de 6 centímetres d'espessor. La part interior de la segona capa està recoberta per una capa de guix de 1 centímetre de gruix.

Els envans interiors que separen les diferents dependències de la casa estan formades per maons foradats de 7 centímetres d'espessor, coberts per una capa de guix de 1 centímetre, a excepció dels banys a on s'ha recobert amb morter de ciment amb un gruix aproximat de 1 centímetre pel seu posterior enrajolat amb gres ceràmic.

El tancament del sostre de les dues plantes està format per un forjat i la capa de morter requerida. S'utilitzarà els propis panells radiant per realitzar el falç sostre, els quals consten d'una capa de 2,7 centímetres de poliestirè més una capa de guix de 1,5 centímetres, per l'interior dels quals hi ha encastats els tubs capil·lars de plàstic.

La coberta és de teula àrab, sobre estructura d'envans, amb aïllament tèrmic d'espuma de poliuretà.

## 5. NECESSITATS TÈRMiques

### 5.1. Condicions exteriors de càlcul

Per realitzar els càlculs de les càrregues tèrmiques és necessari establir la temperatura ambient desitjada. La temperatura ambient depèn del clima de la zona a on estigui situada la vivenda. Les dades necessàries s'han extret de la norma *UNE 100001:2001 Condiciones climáticas para proyectos*, i de la norma *UNE 100014:1984 Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo*, tal i com estableix el RITE.

Els valors per la localitat de Lliçà d'Amunt no estan disponibles en les diferents normes, per tant s'ha adoptat agafar les dades de la localitat de Barcelona, que es troba a prop de la localitat de Lliçà d'Amunt, i on les condicions climàtiques són semblants.

A la taula 5.1 es mostren les condicions exteriors de càlcul.

Latitud (°)	41°37'06"N
Altura sobre el nivell del mar (m)	95
Temperatura seca d'estiu (°C)	31
Graus-dia en base 15°C (°C)	977
Temperatura seca d'hivern (°C)	2
Humitat relativa d'estiu (%)	68
Oscil·lació màxima diària de temperatura a l'estiu	8

Taula 5.1. Condicions exteriors de càlcul

Els coeficients per orientacions es mostren a la taula 5.2.

Nord	Oest	Est	Sud
1.05	1.00	1.00	0.95

Taula 5.2. Coeficients per orientacions



El coeficient per intermitència s'ha estimat que correspongui al tipus de contínua amb reducció nocturna i li correspon un valor de 1,08.

El coeficient de simultaneïtat en aquest cas s'ha estimat de valor 1 al tractar-se d'una vivenda unifamiliar.

La intensitat dels vents predominants és un valor que varia bastant i per tant s'agafa la mitja de les velocitats dels últims 2 anys, obtinguda de la pàgina de *Infomet* per la localitat de Lliça d'Amunt, obtenint un valor de 0,5 m/s amb direcció 154°.

La temperatura del terreny i segons la *NBE-CT 79* per la localitat de Granollers, molt a la vora de Lliça d'Amunt, és de 7°C.

## 5.2. Condicions interiors de càlcul

Les condicions interiors de càlcul s'han fixat segons el *RITE* en la seva instrucció *IT 1.1.4.1* que fa referència a la norma UNE EN ISO 7730 i que estableix uns intervals de valors. Els adoptats per aquest estudi es mostren a la taula 5.3.

Estació	Temperatura (°C)	Velocitat mitja de l'aire (m/s)	Humitat relativa (%)
Estiu	25	0,21	50
Hivern	20	0,18	50

Taula 5.3. Condicions interiors de càlcul.

Els valors de la temperatura de l'aire ambient són lleugerament diferents als valors adoptats en l'estudi que s'ha agafat com a referència i el motiu d'aquest canvi es deu al fet de que tenim una temperatura mitja de les parets més elevada a l'hivern i més baixa a l'estiu i pel fet que la temperatura operativa és la meitat de la suma entre la temperatura de l'aire ambient i la temperatura mitjana de les parets, això ens permet augmentar lleugerament la temperatura operativa a l'estiu i disminuir-la a l'hivern, dintre els intervals que estableix la normativa.

### 5.3. Mètode de càlcul de les càrregues tèrmiques

Per realitzar un càlcul perfecte de les càrregues s'hauria de conèixer el moment en que es produeix la càrrega màxima, la qual cosa significaria fer un càlcul hora a hora i per qualsevol mes. De totes formes, la majoria d'instal·lacions tenen el moment de màxima càrrega sobre les 15 hores solars del mes de juliol per refrigeració i sobre les 7 hores del mes de gener per calefacció (en l'hemisferi nord).

Les càrregues tèrmiques d'un local poden ser de dos tipus:

- Càrregues sensibles: aquelles que afecten a la temperatura
- Càrregues latents: aquelles que afecten a la humitat (quantitat de vapor d'aigua).

Les càrregues tèrmiques a considerar són les relacionades a continuació:

Es solen dividir en càrregues exteriors i interiors, depenent de la seva procedència:

#### Càrregues exteriors

- Càrregues a través dels tancaments
- Càrregues degudes a la radiació solar
- Càrregues a través de superfícies envitrades
- Càrrega deguda a la ventilació
- Càrrega per infiltracions

#### Càrregues interiors

- Càrrega per ocupants
- Càrrega deguda a la il·luminació
- Càrrega deguda a equipament intern (maquinària / equips)

De totes aquestes càrregues, el sostre radiant ens aportarà la suma de totes les càrregues calculades, menys la càrrega latent de ventilació i el calor latent de les persones, la qual serà aportada pel deshumidificador que s'haurà d'instal·lar.



El càlcul de totes les càrregues tèrmiques de refrigeració i calefacció mencionades, es pot observar en l'annex A d'aquesta memòria "Càlcul de les necessitats energètiques".

#### 5.4. Resum del càlcul de les càrregues totals

De manera simplificada dels càlculs realitzats en l'annex A, a continuació es mostren les necessitats frigorífiques pels mesos d'estiu en la taula 5.4.

		Necessitat frigorífica (Frig/h)
Sensible	Radiació solar	1.868,89
	Transmissió parets i sostres exteriors	477,58
	Transmissió finestres i portes exteriors	396,36
	Tancaments interiors	366,05
	Ventilació	849,49
	Ocupants	300,00
	Il·luminació	2.442,40
Latent	Ventilació	3.294,65
	Ocupants	200,00
<b>TOTAL</b>		<b>10.195,42</b>

Taula 5.4. Necessitat frigorífica pels mesos d'estiu

Igualment i de manera simplificada a continuació es mostren les necessitats calorífiques pels mesos d'hivern en la taula 5.5.

		Necessitat calorífica (Kcal/h)
Sensible	Transmissió parets i sostres exteriors	1.617,46
	Transmissió finestres i portes exteriors	1.189,28
	Tancaments interiors	2.178,61
	Ventilació	4.163,82
<b>TOTAL</b>		<b>9.149,17</b>

Taula 5.5. Necessitat calorífica pels mesos d'hivern

Les necessitats frigorífiques pels mesos d'estiu per habitació i les necessitats calorífiques pels mesos d'hivern per habitació i que ens haurà de aportar el sostre radiant es mostren a la taula 5.6:

		Necessitat frigorífica (Frig/h)	Necessitat calorífica (Kcal/h)
Planta baixa	Entrada	301,61	920,96
	Distribuïdor	169,41	393,15
	Habitació 1	470,75	767,63
	Habitació 2	314,19	590,53
	Habitació 3	589,63	897,06
	Bany 1	388,84	652,96
	Escala	150,65	300,13
<b>Total Planta Baixa</b>		<b>2.385,11</b>	<b>4.522,42</b>
Planta 1 <sup>a</sup>	Distribuïdor	128,59	154,32
	Menjador	1.019,95	1.345,22
	Cuina	687,62	746,79
	Habitació 4	527,47	489,55
	Bany 2	320,77	256,63
	Habitació 5	535,20	520,04
	Passadís	98,52	45,28
	Habitació 6	691,30	738,99
	Bany 3	306,41	330,13
<b>Total Planta 1<sup>a</sup></b>		<b>6.610,69</b>	<b>4.626,95</b>

Taula 5.6. Necessitat frigorífiques i calorífiques per habitació

La necessitat energètica que haurà d'aportar el deshumidificador i el cabal de renovació de l'aire serà de:

	Necessitat energètica (kcal/h)	Cabal de ventilació (m <sup>3</sup> /h)
Planta baixa	1.199,58	162,53
Planta 1 <sup>a</sup>	2.295,34	310,99
<b>Total</b>	<b>3.494,92</b>	<b>473,52</b>

Taula 5.7. Necessitat aportades pel deshumidificador

## **6. INSTAL·LACIÓ PANNELLS CAPIL·LARS**

### **6.1. Paràmetres inicials de disseny**

Abans de dissenyar la distribució dels pannels capil·lars serà necessari determinar les temperatures superficials del sostre de cada habitació, la temperatura mitja de l'aigua que ha de circular a través dels tubs capil·lars i el cabal necessari.

Els càlculs per aquests paràmetres es poden observar en els tres primers capítols de l'Annex B "*Disseny i càlcul instal·lació sostre radiant*".

En els 3 banys que hi ha a la vivenda, no s'ha calculat la temperatura superficial del sostre ni la temperatura mitja de l'aigua de circulació a l'estiu, ja que aquests circuits estaran tancats en aquesta època de l'any i només funcionaran quan la instal·lació treballi en mode de calefacció. Tanmateix, s'ha calculat el cabal d'aigua necessari, ja que s'anirà fent una recirculació periòdicament de l'aigua en l'època d'estiu per tal de mantenir la instal·lació en òptimes condicions.

Dels resultats que s'han obtingut, podem resumir que la temperatura mitja del sostre a l'estiu estarà als voltants dels 21°C i de 27°C a l'hivern.

La temperatura mitja de l'aigua que circularà a través dels pannels per l'estiu serà de 14°C, mentre que a l'hivern, la temperatura mitja de l'aigua serà de 37°C.

El cabal total pel circuit secundari de la planta baixa serà la suma de tots els cabals necessaris per a cadascuna de les habitacions i dona un cabal d'aigua de circulació de 795,02 l/h. I el cabal total pel circuit secundari de la primera planta serà de 1.438,60 l/h. En aquest cas s'ha escollit el cabal més alt i correspon quan el sistema treballa en mode de refrigeració.



Planta baixa				
Habitació	Potència necessària (W)	Temperatura sostre (°C)	Temperatura aigua impulsió (°C)	Cabal d'aigua (l/h)
Entrada	350,70	21,46	15,56	100,53
Distribuidor	196,98	21,83	16,56	56,47
Habitació 1	547,38	20,53	13,09	156,91
Habitació 2	365,33	21,15	14,73	104,73
Habitació 3	685,61	20,01	11,69	196,54
Bany 1				129,61
Escala	175,17	21,65	16,07	50,21
<b>Total</b>	<b>2.321,24</b>	<b>20,91</b>	<b>14,10</b>	<b>795,02</b>
Planta primera				
Distribuidor	149,52	22,87	19,32	42,86
Menjador	1.185,98	21,69	16,17	339,98
Cuina	799,55	21,04	14,44	229,20
Habitació 4	613,33	19,91	11,43	175,82
Bany 2				106,92
Habitació 5	622,32	20,22	12,26	178,40
Passadís	114,55	19,44	10,17	32,84
Habitació 6	803,83	20,65	13,40	230,43
Bany 3				102,13
<b>Total</b>	<b>4.289,13</b>	<b>21,05</b>	<b>14,47</b>	<b>1.438,60</b>

Taula 6.1. Paràmetres de disseny del sostre en mode refrigeració



Planta baixa				
Habitació	Potència necessària (W)	Temperatura sostre (°C)	Temperatura aigua impulsió (°C)	Cabal d'aigua (l/h)
Entrada	920,96	30,80	48,81	92,09
Distribuïdor	393,15	27,33	39,55	39,31
Habitació 1	767,63	27,28	39,41	76,76
Habitació 2	590,53	27,23	39,28	59,05
Habitació 3	897,06	27,59	40,24	89,70
Bany 1	652,96	29,32	44,86	65,29
Escala	300,13	26,65	37,74	30,01
<b>Total</b>	<b>4.522,42</b>	<b>28,08</b>	<b>41,56</b>	<b>452,24</b>
Planta primera				
Distribuïdor	154,32	22,55	26,81	15,43
Menjador	1.345,22	24,36	31,63	134,52
Cuina	746,79	24,29	31,45	74,67
Habitació 4	489,55	24,72	32,58	48,95
Bany 2	256,63	24,48	31,95	25,66
Habitació 5	520,04	24,63	32,35	52,00
Passadís	45,28	22,55	26,80	4,52
Habitació 6	738,99	24,64	32,39	73,89
Bany 3	330,13	24,24	31,32	33,01
<b>Total</b>	<b>4.626,95</b>	<b>24,32</b>	<b>31,52</b>	<b>462,26</b>

Taula 6.2. Paràmetres de disseny del sostre en mode calefacció

## 6.2. Disseny i distribució dels panells radiant

Una vegada tenim els paràmetres necessaris per a les necessitats de la vivenda, es comença per definir la quantitat i situació dels panells a totes les habitacions.

Així doncs, es fa una distribució de tots els panells per cada planta tal i com es pot observar en les figures 6.1 i 6.2 (corresponen als plànols 9 i 10 del document nº2: Plànols).

Aquesta distribució s'ha determinat de tal manera on s'intenta col·locar el major nombre de panells per habitació, ja que això ens aportarà a una millor transmissió de calor i fred i menys pèrdues per transmissió.

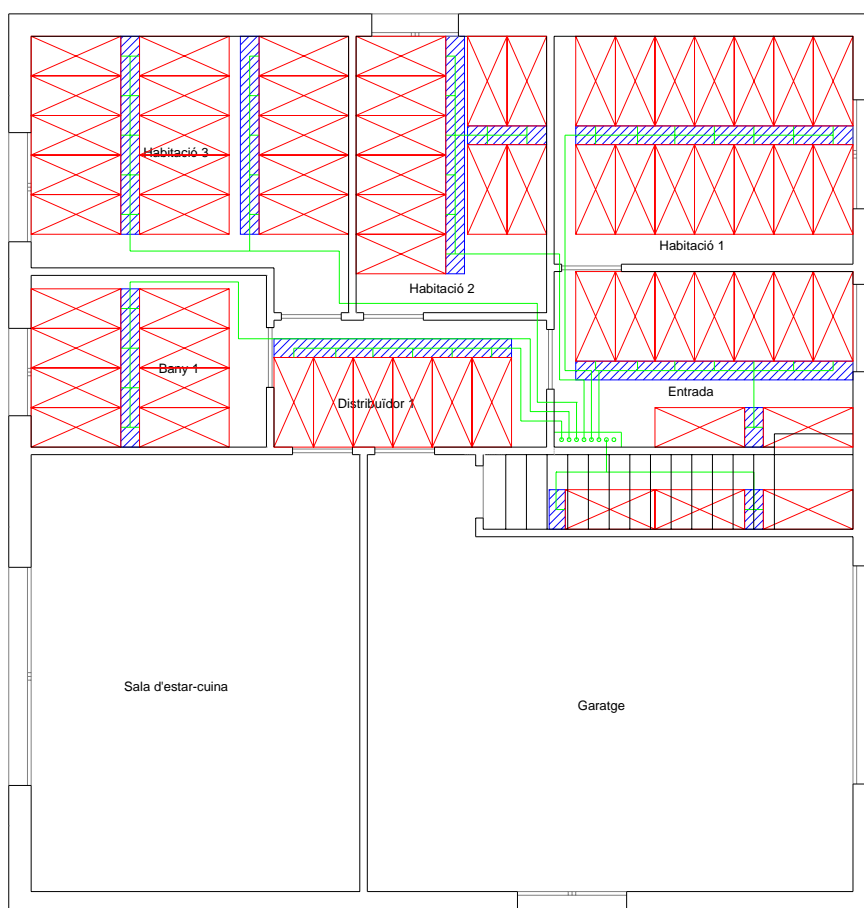


Fig 6.1. Distribució panells planta baixa

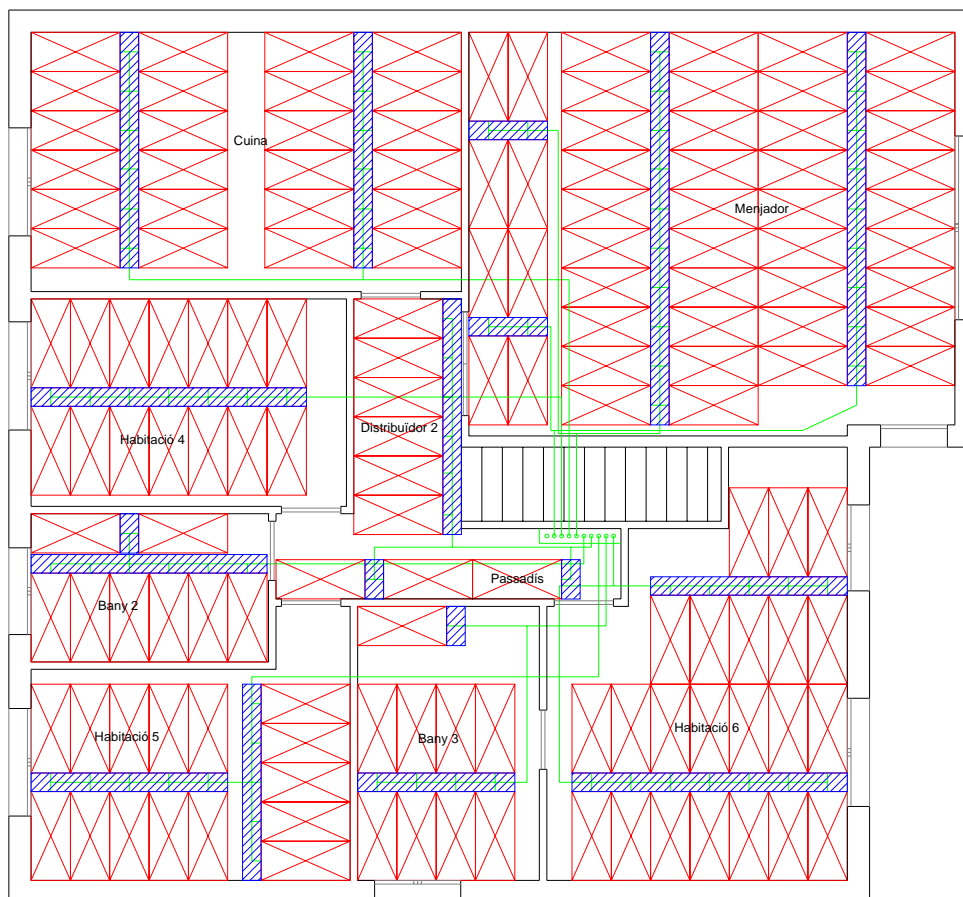


Fig.6.2. Distribució panells planta primera

A continuació es detallen les característiques tècniques dels panells radiant de PLANTERM:

Dimensió del panell:  $1.200 \times 2.650 \text{ mm}$

Pes del panell:  $39,5 \text{ kg}$

Nº de circuits o mòduls interns: 5

$\Delta P$  nominal per mòdul (aigua a  $15^\circ\text{C}$ ) inclòs col·lector lineal:  $10.000 \text{ Pa}$  amb  $Q = 17,5 \text{ l/h}$

$\Delta P$  nominal del panell inclòs col·lector lineal:  $10.000 \text{ Pa}$  amb  $Q = 87,5 \text{ l/h}$

Potència nominal en calefacció amb  $T_m=45^\circ\text{C}$  i  $T_r=40^\circ\text{C}$ :  $160\text{W/m}^2$  ( $100\text{W}/\text{submòdul}$ )

Potència nominal en refrescament amb  $T^a$  rosada aire =  $15^\circ\text{C}$ :  $72\text{W/m}^2$  ( $50\text{W}/\text{submòdul}$ )

Temperatura màxima de treball:  $60^\circ\text{C}$

Pressió màxima de treball:  $4 \text{ bar}$

Resistència tèrmica:  $0,865 \text{ m}^2\text{K/W}$

Proporció aigua per submòdul:  $0,15 \text{ l}$



Com es veu cada pannel està format per 5 mòduls independents, que a partir d'ara, sempre que es parli de 1 pannel es referirà a aquest submòdul.

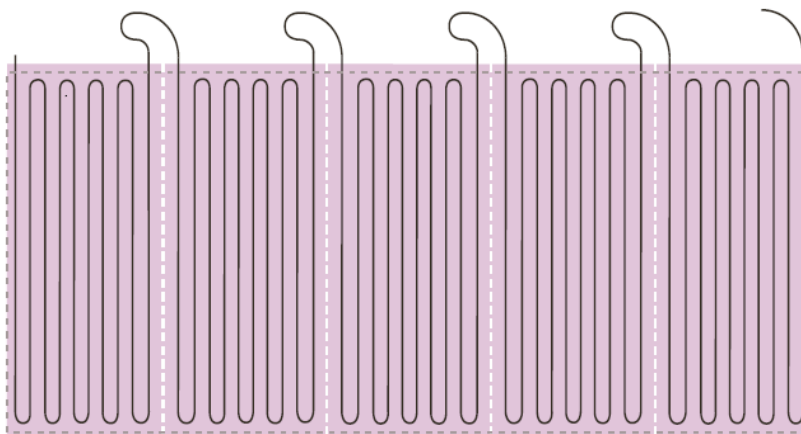


Fig.6.3. Sistema format per 5 pannels

Una vegada tenim la distribució correcte es procedeix al càlcul de la potència frigorífica i calorífica que ens poden aportar els pannels per habitació.

Per trobar la potència frigorífica que aporta cada pannel es defineix com a temperatura operativa pels mesos d'estiu, la definida en l'apartat 5.2 d'aquesta memòria i que té com a valor 25°C.

La temperatura mitja de l'aigua que circula a través del circuit de tubs capil·lars pels mesos d'estiu s'estipula un valor de 14°C.

Per tant, segons la figura B.1 del capítol 4 de l'Annex B "*Càlcul de la potència frigorífica instal·lada per habitació*", tindrem que els pannels instal·lats ens aporten una potència frigorífica de 67W/m<sup>2</sup> (43W/pannell).

Pel que fa a la potència calorífica pels mesos d'hivern, la temperatura operativa l'hem definida a 20°C.

La temperatura mitja de l'aigua que circula a través del circuit de tubs capil·lars pels mesos d'hivern s'estipula un valor de 40°C.

I segons la figura B.2 del capítol 5 de l'Annex B “Càlcul de la potència calorífica instal·lada per habitació”, tenim que els panells instal·lats ens aporten una potència de 122W/m<sup>2</sup> (77W/panell).

Els càlculs de les potències frigorífiques i calorífiques que ens transmeten els panells radiant per habitació es poden observar en els punts B.4 i B.5 de l'annex B d'aquesta memòria “Disseny i càlcul instal·lació sostre radiant”. Els resultats obtinguts es mostren a les taules 6.3 i 6.4.

		Necessitat frigorífica (Frig/h)	Potència frigorífica instal·lada (Frig/h)
Planta baixa	Entrada	301,61	329,81
	Distribuïdor	169,41	219,87
	Habitació 1	470,75	513,04
	Habitació 2	314,19	366,46
	Habitació 3	589,63	549,69
	Escala	150,65	109,93
Planta 1 <sup>a</sup>	Distribuïdor	128,59	256,52
	Menjador	1.019,95	1.685,73
	Cuina	687,62	879,51
	Habitació 4	527,47	513,04
	Habitació 5	535,20	549,69
	Passadís	98,52	73,29
	Habitació 6	691,30	806,21
	<b>Total</b>	<b>5.684,89</b>	<b>6.852,87</b>

Taula 6.3. Potència aportada pels panells capil·lars a l'estiu

		Necessitat calorífica (Kcal/h)	Potència calorífica instal·lada (Kcal/h)
Planta baixa	Entrada	920,96	600,56
	Distribuïdor	393,15	400,37
	Habitació 1	767,63	934,20
	Habitació 2	590,53	667,29
	Habitació 3	897,06	1.000,93
	Bany 1	652,96	533,83
	Escala	300,13	200,18
	Planta 1 <sup>a</sup>	Distribuïdor	154,32
Menjador		1.345,22	3.069,53
Cuina		746,79	1.601,49
Habitació 4		489,55	934,20
Bany 2		256,63	533,83
Habitació 5		520,04	1.000,93
Passadís		45,28	133,45
Habitació 6		738,99	1.468,04
Bany 3		330,13	600,56
<b>Total Planta 1<sup>a</sup></b>		<b>9.149,17</b>	<b>14.146,51</b>

Taula 6.4. Potència aportada pels panells capil·lars a l'hivern

Amb els resultats obtinguts podem observar que el sostre radiant dona la suficient potència frigorífica que necessitem. També podem dir que en un principi no hi haurà problemes de condensacions, ja que la temperatura de rosada de l'aire de l'ambient és de 14°C i segons la gràfica de la figura B.1 del capítol 4 de l'Annex B "*Càlcul de la potència frigorífica instal·lada per habitació*", la temperatura de rosada per les condicions que tenim a la nostra instal·lació ( temperatura ambient a 25°C i temperatura de l'aigua de circulació a 14°C), la temperatura de rosada que podríem tenir a l'interior del local seria de 16°C, és a dir, 2 graus per sobre.

En quant a l'hivern, la potència que ens poden aportar els panells radiant, és més gran que la potència necessària calculada. Per tant, es pot baixar la temperatura d'impulsió de l'aigua de 40°C a uns 36-37°C i consegüentment aconseguiríem una reducció de cost i estalvi energètic.

### **6.3. Determinació cabals, temperatures i volum d'aigua**

Una vegada s'ha determinat el nombre de panells instal·lats i els diferents circuits que formaran aquests a la vivenda, és necessari calcular de nou el cabal final necessari pel total dels panells, les temperatures finals de la superfície del sostre, així com el volum d'aigua necessari per a cada circuit.

Els càlculs de totes aquestes dades es poden observar en el capítol 6 de l'Annex B d'aquesta memòria "*Determinació de cabals i temperatures segons la potència instal·lada*".

Cal assenyalar, com ja s'ha dit anteriorment, que el sistema de climatització radiant en mode de refrigeració no s'utilitzarà en els tres banys de la vivenda, i els càlculs només s'han realitzat per tal de determinar el cabal d'aigua que es farà circular per aquests circuits de manera periòdica per tal de mantenir la instal·lació amb òptimes condicions.

Els resultats obtinguts per l'època d'estiu es poden observar a la taula 6.5 i per l'època d'hivern a la taula 6.6.



Habitació	Superfície (m <sup>2</sup> )	Nº pannels	Potència instal·lada (W)	T <sup>a</sup> sostre (°C)	Cabal (l/h)	T <sup>a</sup> aigua impulsió (°C)	T <sup>a</sup> aigua retorn (°C)	Volum d'aigua (litres)
Entrada	9,91	9	383,50	21,13	157,5	14	16,09	1,35
Distribuïdor	6,23	6	255,67	20,89	105,0	14	16,09	0,90
Habitació 1	12,26	14	596,56	20,13	245,0	14	16,09	2,10
Habitació 2	9,49	10	426,12	20,51	175,0	14	16,09	1,50
Habitació 3	13,74	15	639,18	20,34	262,5	14	16,09	2,25
Bany 1	8,14	8	340,89	20,81	140,0	14	16,09	1,20
Escala	5,24	3	127,83	22,56	52,5	14	16,09	0,45
<b>TOTAL</b>	<b>65,01</b>	<b>65</b>	<b>2.769,75</b>	<b>20,74</b>	<b>1.137,5</b>	<b>14</b>	<b>16,09</b>	<b>9,75</b>
Distribuïdor	7,02	7	298,28	20,75	122,5	14	16,09	1,05
Menjador	35,84	24	1.960,15	19,53	420	14	16,09	3,60
		22			385	14	16,09	3,30
Cuina	20,21	24	1.022,68	19,94	420,0	14	16,09	3,60
Habitació 4	12,06	14	596,56	20,05	245,0	14	16,09	2,10
Bany 2	6,65	8	340,89	19,87	140,0	14	16,09	1,20
Habitació 5	13,04	15	639,18	20,09	262,5	14	16,09	2,25
Passadís	2,06	2	85,22	20,86	35,0	14	16,09	0,30
Habitació 6	18,48	22	937,46	19,92	385,0	14	16,09	3,30
Bany 3	9,04	9	383,50	20,75	157,5	14	16,09	1,35
<b>TOTAL</b>	<b>124,4</b>	<b>147</b>	<b>6.263,92</b>	<b>19,96</b>	<b>2.572,5</b>	<b>14</b>	<b>16,09</b>	<b>22,05</b>

Taula 6.5. Resultats finals en mode refrigeració

Habitació	Superfície (m <sup>2</sup> )	Nº mòduls	Potència instal·lada (W)	T <sup>a</sup> sostre (°C)	Cabal (l/h)	T <sup>a</sup> aigua impulsió (°C)	T <sup>a</sup> aigua retorn (°C)	Volum d'aigua (litres)
Entrada	9,91	9	698,32	27,04	157,5	40	36,18	1,35
Distribuïdor	6,23	6	465,55	27,47	105,0	40	36,18	0,90
Habitació 1	12,26	14	1.086,28	28,86	245,0	40	36,18	2,10
Habitació 2	9,49	10	775,92	28,17	175,0	40	36,18	1,50
Habitació 3	13,74	15	1.163,88	28,47	262,5	40	36,18	2,25
Bany 1	8,14	8	620,73	27,62	140,0	40	36,18	1,20
Escala	5,24	3	232,77	24,44	52,5	40	36,18	0,45
<b>TOTAL</b>	<b>65,01</b>	<b>65</b>	<b>5.043,45</b>	<b>27,75</b>	<b>1.137,5</b>	<b>40</b>	<b>36,18</b>	<b>9,75</b>
Distribuïdor	7,02	7	543,14	27,73	122,5	40	36,18	1,05
Menjador	35,84	24	3.569,23	29,95	420,0	40	36,18	3,60
		22			385,0	40	36,18	3,30
Cuina	20,21	24	1.862,20	29,21	420,0	40	36,18	3,60
Habitació 4	12,06	14	1.086,28	29,00	245,0	40	36,18	2,10
Bany 2	6,65	8	620,73	29,33	140,0	40	36,18	1,20
Habitació 5	13,04	15	1.163,88	28,92	262,5	40	36,18	2,25
Passadís	2,06	2	155,18	27,53	35,0	40	36,18	0,30
Habitació 6	18,48	22	1.707,02	29,23	385,0	40	36,18	3,30
Bany 3	9,04	9	698,32	27,72	157,5	40	36,18	1,35
<b>TOTAL</b>	<b>124,4</b>	<b>147</b>	<b>11.405,98</b>	<b>29,16</b>	<b>2.572,5</b>	<b>40</b>	<b>36,18</b>	<b>22,05</b>

Taula 6.6. Resultats finals en mode calefacció



#### 6.4. Resultats generals instal·lació panells capil·lars

Com a conclusió d'aquests resultats, es pot dir que la instal·lació dissenyada i calculada és apte per aquesta vivenda i l'únic que ens farà falta és el dimensionament de la resta d'elements que formen aquesta instal·lació i que es pot observar en diferents capítols de l'Annex B d'aquesta memòria "*Disseny i càlcul sostre radiant*".

Les característiques principals d'aquesta instal·lació de panells radiant són:

- Es disposa de dos circuits secundaris independents, un per a cada planta.
- Cada circuit estarà controlat per una centraleta de regulació i un col·lector principal que distribuirà l'aigua en cadascun del circuits que hi haurà a cada habitació.
- La temperatura de l'aigua d'impulsió serà de 14°C a l'estiu i de 40°C a l'hivern.
- La potència frigorífica total necessària és de 5.684,89 Frig/h
- La potència frigorífica total instal·lada és de 6.852,87 Frig/h.
- La potència calorífica total necessària és de 9.149,17 Kcal/h.
- La potència calorífica total instal·lada és de 14.146,51Kcal/h.
- El cabal total pels panells radiant de la planta baixa és de 1.137,5 l/h.
- El cabal total pels panells radiant de la primera planta és de 2.572,5 l/h.
- El volum total d'aigua dels panells per la planta baixa és de 9,75 litres.
- El volum total d'aigua dels panells per la planta primera és de 22,05 litres.
- La temperatura mitja del sostre a l'estiu serà d'uns 21°C aproximadament.
- La temperatura mitja del sostre a l'hivern serà d'uns 27°C aproximadament.



## **7. DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ HIDRÀULICA**

### **7.1. Descripció de la instal·lació**

En aquest capítol es descriu el circuit hidràulic i se'n calculen els seus components i els conductes que porten l'aigua des de l'equip de generació d'aigua calenta i freda fins a cadascun dels panells radiant.

Abans de realitzar els càlculs de potències, pèrdues, etc., d'aquesta instal·lació, és necessari definir l'esquema general d'aquesta instal·lació amb tots els seus components i connexions entre els diferents elements.

Cada local o zona, estarà formada per un circuit independent. D'aquesta manera es possibilita la regulació de temperatures de cada estança de manera independent.

S'instal·laran dos col·lectors principals, un per a cada planta de la vivenda, els quals estaran controlats per una única central de comandament situat a la primera planta.

La pèrdua de càrrega total, serà la major d'entre les pèrdues de càrrega de tots els traçats possibles que pot seguir l'aigua des de la impulsió de la bomba de recirculació fins al retorn a aquesta.

És necessari dimensionar aquestes xarxes de canonades perquè per elles pugui circular el cabal necessari, amb una pèrdua de càrrega que no sobrepassi els límits reglamentaris i amb una velocitat adequada.

S'utilitzarà com a generador d'aigua calenta i freda una bomba de calor aire-aigua, la qual ens satisfaci les necessitats frigorífiques i calorífiques calculades.

La bomba de calor s'instal·la a la façana lateral sud de la vivenda, a la planta baixa i en el punt on la paret exterior correspon al garatge. D'aquesta manera podrem col·locar els diferents elements d'impulsió i derivació a l'interior del garatge. Al voltant de la bomba de



calor hi ha una sèrie d'elements que complementen el circuit hidràulic. Són les bombes circuladores, el dipòsit d'inèrcia, el vas d'expansió i les vàlvules 3 vies motoritzades.

La bomba és l'encarregada de la circulació de l'aigua dins del circuit. S'han instal·lat dues bombes, una que ens conduirà l'aigua fins al col·lector principal de la planta baixa i als corresponents panells que formen els circuits d'aquesta planta, i l'altre que conduirà l'aigua fins al col·lector i corresponents panells de la planta primera.

El vas d'expansió és l'element encarregat de regular la variació del volum de l'aigua del circuit a causa de la seva variació de temperatura durant el funcionament. Al augmentar la temperatura de l'aigua aquesta dilata més que no pas les canonades. L'excés de volum d'aigua respecte el volum de les canonades és el que ocuparà el vas d'expansió.

S'han instal·lat vàlvules de tall a l'entrada i la sortida de cada element per tal de poder-los aïllar del circuit al realitzar tasques de reparació i manteniment.

L'esquema hidràulic realitzat per aquesta instal·lació es pot observar en la figura 7.1 i estarà format per:

- Panells de tubs capil·lars
- Col·lectors lineals
- Col·lector principal (un per cada planta)
- Capçals electrotèrmics
- Unitat base o centraleta
- Unitat de control de calefacció i refrigeració
- Vàlvules de 3 vies motoritzades
- Canonades
- Sondes de temperatura i humitat relativa
- Vàlvules
- Bombes de circulació
- Vas d'expansió
- Dipòsit d'inèrcia
- Bomba de calor aire-aigua



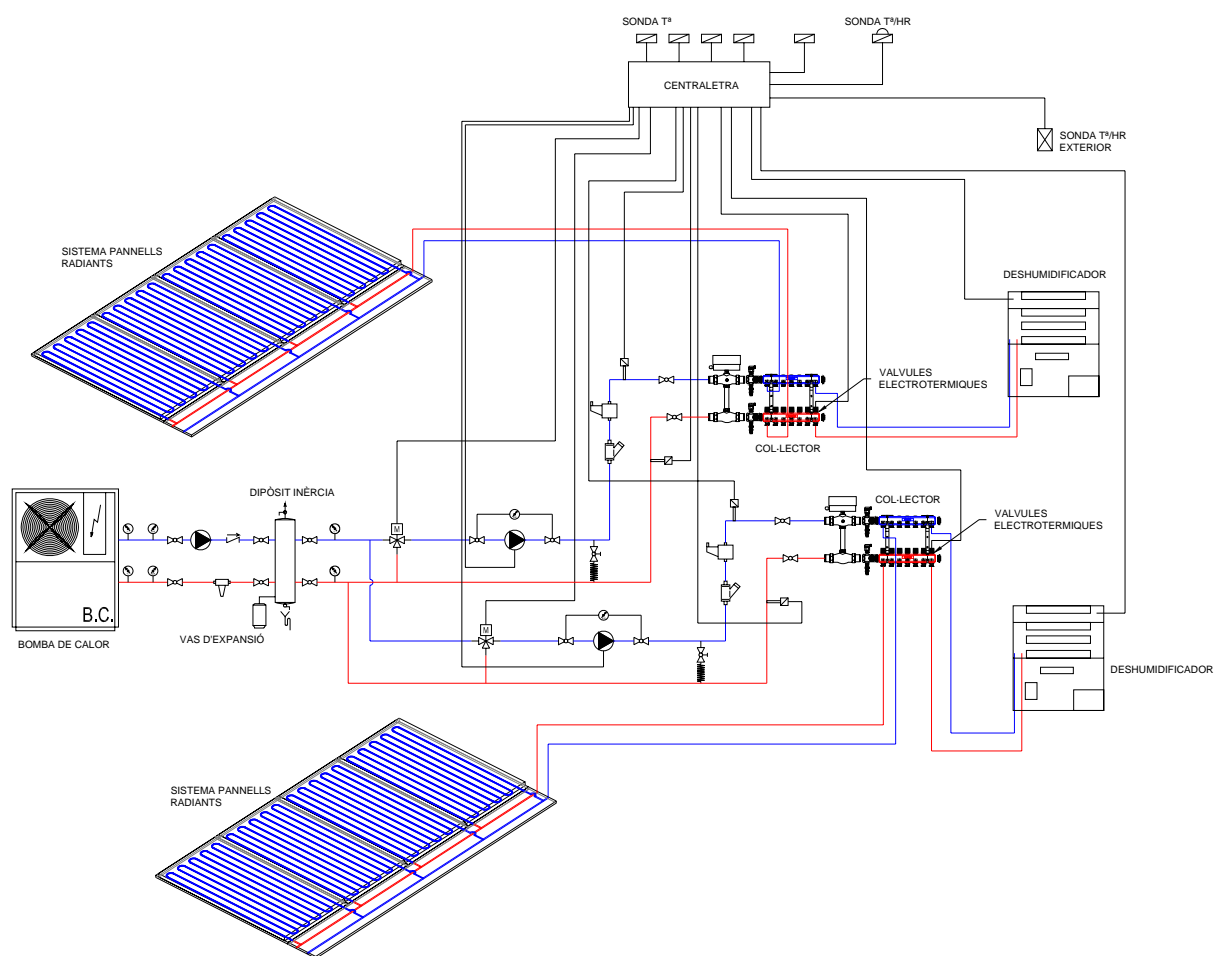


Fig. 7.1. Esquema general instal·lació

Les canonades dels circuits secundaris, des dels col·lectors principals fins als pannels radiants, seran canonades de polibutilè de diàmetre  $\text{Ø}20 \times 2$ . Els trams verticals que surten del col·lector aniran encastats en l'envà fins la seva sortida a la part interior del falç sostre. A partir d'aquí es distribuiran els diferents conductes a cada habitació fins a la connexió amb el col·lector lineal i amb els pannels radiants instal·lats.

Per les canonades principals del circuit primari s'utilitzarà canonades multicapa de polietilè reticulat (PEX-AL-PEX). Aquestes connectaran l'equip de generació d'aigua calenta i freda amb els dos col·lectors principals que hi ha a la instal·lació. Les dimensions de la canonada pel circuit de la planta baixa serà de  $\text{Ø}32 \times 2,9$ , mentre que pel circuit de la primera planta es tindrà un diàmetre de  $\text{Ø}40 \times 3,7$ . En aquests circuits hi aniran muntats les bombes circuladores, les vàlvules de 3 vies, filtres, purgadors, manòmetres i termòmetres, etc.

L'aïllament de totes les canonades vindrà determinat en funció de les temperatures de treball i dimensions de les canonades tal i com estableix RITE en la seva IT 1.2.4.2. i serà com a mínim de 30mm de gruix. El material seleccionat per aquest aïllament serà d'escuma elàstomèrica.

A la taula 7.1 es detalla les dimensions de cada circuit, la longitud que tindrà (anada + retorn) i el cabal que circularà per cadascun d'ells.

Circuit		Diàmetre (mm)	Longitud (m)	Cabal (l/h)	
1	Circuit primari planta baixa	Ø32x2,9	21	1.389,5	
	1.1	Entrada	Ø20x2	8,38	157,5
	1.2	Distribuïdor	Ø20x2	8,80	105,0
	1.3	Habitació 1	Ø20x2	14,16	245,0
	1.4	Habitació 2	Ø20x2	13,28	175,0
	1.5	Habitació 3	Ø20x2	22,90	262,5
	1.6	Bany 1	Ø20x2	21,14	140,0
	1.7	Escala	Ø20x2	12,10	52,5
	1.8	Deshumidificador	Ø20x2	11,80	252,0
2	Circuit primari planta primera	Ø40x3,7	16,7	3.052,5	
	2.1	Distribuïdor + passadís	Ø20x2	12,16	157,5
	2.2	Menjador	Ø20x2	19,23	420,0
	2.3	Menjador	Ø20x2	19,66	385,0
	2.4	Cuina	Ø20x2	24,40	420,0
	2.5	Habitació 4	Ø20x2	15,62	245,0
	2.6	Bany 2	Ø20x2	14,28	140,0
	2.7	Habitació 5	Ø20x2	18,74	262,5
	2.8	Habitació 6	Ø20x2	14,44	385,0
	2.9	Bany 3	Ø20x2	15,78	157,5
	2.10	Deshumidificador	Ø20x2	9,70	480

Taula 7.1. Disseny canonades circuit hidràulic

## 7.2. Pèrdua de càrrega de la instal·lació hidràulica

La pèrdua de càrrega depèn de la rugositat interior de la canonada i de la velocitat de circulació de l'aigua. A més velocitat de circulació es tindrà una major pèrdua de càrrega i també més soroll. Per tant, la velocitat en instal·lacions d'aigua s'ha de mantenir entre:

- Velocitat mínima: 0,5 m/s (per evitar sedimentacions)
- Velocitat màxima: 2 m/s (en vivendes i hotels, per tal de disminuir el soroll de circulació de l'aigua, aquesta velocitat màxima serà de 1,5 m/s).



La pèrdua de càrrega també es limita normalment a 0,04 m.c.a/m (392 Pa/m).

Les pèrdues de càrrega dels circuits estaran determinades per la suma de les pèrdues dels panells capil·lars, les de les canonades, les dels elements singulars (col·lectors, colzes, derivacions,...), i la pèrdua de càrrega dels elements que componen la instal·lació.

Per realitzar el càlcul de les pèrdues de càrrega en cada tram s'han utilitzat àbacs i taules per tal de determinar les pèrdues de càrrega unitàries i longituds equivalents. En els circuits primaris s'ha realitzat el càlcul de les pèrdues de càrrega per mitjà de fórmules.

El càlcul de les pèrdues de càrrega de tota la instal·lació es pot veure en el capítol 7 de l'Annex B "*Pèrdues de càrrega de la instal·lació*". Els resultats obtinguts es poden observar a la taula 7.2.

Circuit		Pèrdua de càrrega (mm.c.a)	
1	Circuit primari planta baixa	3.493,00	
	1.1	Entrada	1.140,48
	1.2	Distribuïdor	1.073,25
	1.3	Habitació 1	1.356,48
	1.4	Habitació 2	1.222,44
	1.5	Habitació 3	1.472,34
	1.6	Bany 1	1.164,18
	1.7	Escala	1.016,44
	1.8	Deshumificador	1.033,90
2	Circuit primari planta primera	4.632,00	
	2.1	Distribuïdor + passadís	1.152,28
	2.2	Menjador	2.081,54
	2.3	Menjador	1.944,50
	2.4	Cuina	2.146,88
	2.5	Habitació 4	1.327,08
	2.6	Bany 2	1.139,86
	2.7	Habitació 5	1.450,78
	2.8	Habitació 6	1.803,52
	2.9	Bany 3	1.166,48
	2.10	Deshumificador	2.404,88

Taula 7.2. Pèrdues de càrrega en cada circuit de la instal·lació hidràulica

La pèrdua màxima que hauran de vèncer les bombes de circuladores serà la pèrdua de càrrega de cada circuit primari més la màxima pèrdua dels diferents circuits secundaris. Així, la pèrdua de càrrega total i el cabal que tindrem en cada circuit serà es mostra a la taula 7.3.



	Cabal (l/h)	Pèrdua de càrrega (mm.c.a)
Planta baixa	1.389,5	4.965,34
Planta primera	3.052,5	7.036,88

Taula 7.3. Cabal i pèrdua de càrrega total

### 7.3. Equip de generació aigua calenta i freda

Per a la generació de l'aigua freda i calenta necessària per a la instal·lació es decideix per la utilització d'una bomba de calor aire-aigua, ja que el rang de temperatures que es necessita amb aquest tipus d'instal·lacions (aigua a 14°C a l'estiu i aigua a 40°C a l'hivern) fa que aquest tipus de màquines siguin molt més rendibles que altres equips de generació d'aigua calenta i freda.

Per aquesta instal·lació s'opta per instal·lar una bomba de calor aire-aigua de la marca HIYASU.

La càrrega tèrmica que ha de vèncer en aquesta vivenda és de 6.852,87 Frig/h per l'estiu i de 14.146,51 Kcal/h per l'hivern. D'aquesta manera, es considera disposar d'una màquina que ens porti aquesta necessitat tèrmica. El model escollit és el model CRAH/RA/WP 61, la qual ens aporta una potència frigorífica de 13.160 Frig/h i una potència calorífica de 16.170 Kcal/h. Les característiques d'aquesta màquina es mostren a la taula B.20 del capítol 9 de l'Annex B "*Equip de generació d'aigua calenta i freda*".

La situació de la bomba de calor es pot observar en el plànol 12 de l'annex de Plànols, i estarà situada al exterior de la façana sud entre el garatge i la sala d'estar de la planta baixa.

### 7.4. Disseny de les bombes de circulació

A partir de la pèrdua de càrrega total del sistema i del cabal, es determina la bomba a seleccionar entrant en el gràfic de corbes característiques.



S'escollirà la velocitat que quedi per sobre del punt característic de funcionament de la instal·lació. Al estar situada en el circuit primari, s'ha d'escollir una bomba resistent a la corrosió.

Es seleccionaran dues bombes de circulació, una per a cada planta.

El cabal necessari i la pèrdua de càrrega a vèncer de les bombes circuladores es pot observar a la taula 7.4.

	Cabal (l/h)	Pèrdua de càrrega (m.c.a)
Planta baixa	1.389,5	4,96
Planta primera	3.052,5	7,03

Taula 7.4. Cabal i pèrdua de càrrega de cada circuit

Les bombes d'impulsió disposaran de selector de velocitats que permetrà escollir el punt de treball més adequat a les necessitats del circuit. Els motors estaran protegits contra sobrecàrregues.

Les bombes d'impulsió s'instal·laran en la canonada d'impulsió de cada planta, segons esquema hidràulic de la instal·lació i estaran ubicades en el garatge de la planta baixa.

S'instal·laran de manera que permeti la inspecció de totes les seves parts, estaran aïllades elàsticament de les canonades i de l'estructura de l'edifici per mitjà d'elements antivibratoris.

En les bombes circuladores d'impulsió s'instal·laran un manòmetre, vàlvula de retenció i vàlvula de regulació.

L'alimentació elèctrica a les bombes serà des del quadre elèctric ubicat al garatge.

A partir del cabal principal i de la pèrdua de càrrega que ha de vèncer la bomba, s'escull el model necessari per a cada circuit. Per tant, pel circuit de la planta baixa s'instal·larà una bomba el model de la qual és UPS 25-80 180 de la casa GRUNDFOS, mentre que per la primera planta s'instal·larà la bomba UPS 32-120 F també de la casa GRUNDFOS.



Les corbes característiques i el punt de funcionament d'aquestes bombes, així com les característiques es poden observar en el capítol 10 de l'Annex B "*Bombes de circulació*".

### **7.5. Disseny del dipòsit d'inèrcia**

L'objecte d'aquest dipòsit és disposar d'un volum d'aigua, afegit a la resta del volum acumulat de la instal·lació, de forma que s'aprofiti la seva inèrcia tèrmica per evitar la connexió i desconnexió d'una mateixa etapa de la bomba de calor en un temps massa breu, cosa que escurçaria la vida útil de la màquina.

El càlcul i dimensionament del dipòsit d'inèrcia es pot observar en el capítol 11 de l'Annex B "*Càlcul del dipòsit d'inèrcia*".

Dels resultats obtinguts tenim que el volum del dipòsit d'inèrcia és de 150 litres.

### **7.6. Disseny del vas d'expansió**

L'aigua de la instal·lació varia de temperatura des de la posta en marxa de la mateixa, a temperatura ambient, fins a la temperatura de treball. I també canvia entre les condicions d'estiu i les condicions d'hivern.

Aquest canvis de temperatura provoquen una variació del volum total que ocupa l'aigua del circuit hidràulic a causa a la seva dilatació tèrmica. Per evitar que un augment de volum trenqui la canonada s'utilitza el vas d'expansió.

El càlcul i dimensionament del vas d'expansió es pot observar en el capítol 12 de l'Annex B "*Càlcul del vas d'expansió*".

S'ha escollit un vas d'expansió marca Bombas HISO model CMF 50. El dipòsit té un volum total de 50 litres. La pressió de tarat de la vàlvula de seguretat és de 3 bar.





## 8. DESHUMIDIFICACIÓ DE L'AIRE

### 8.1. El deshumidificador

Com ja s'ha dit anteriorment, és necessari la instal·lació d'un aparell deshumidificador per tal d'evitar les possibles condensacions en el sostre a l'estiu. Aquest aparell s'encarregarà de treure la humitat de l'ambient a més de renovar l'aire de l'interior de la vivenda.

D'aquesta manera, l'aparell deshumidificador ens aportarà la necessitat energètica necessària per tal de contrarestar la demanda energètica per ventilació latent i el calor latent dels ocupants.

El mètode de deshumidificació i renovació de l'aire ambient es basa en absorbir un cabal d'aire de ventilació de l'exterior, el qual es mescla amb un cabal d'aire de retorn de les habitacions i el conjunt és tractat pel deshumidificador, el qual subministra un nou cabal d'impulsió cap a l'interior de les habitacions que es troba a les condicions òptimes per tal que s'assoleixin les condicions de confort. Finalment s'ha d'extreure el cabal de ventilació necessari per no tenir problemes de sobrepressió.

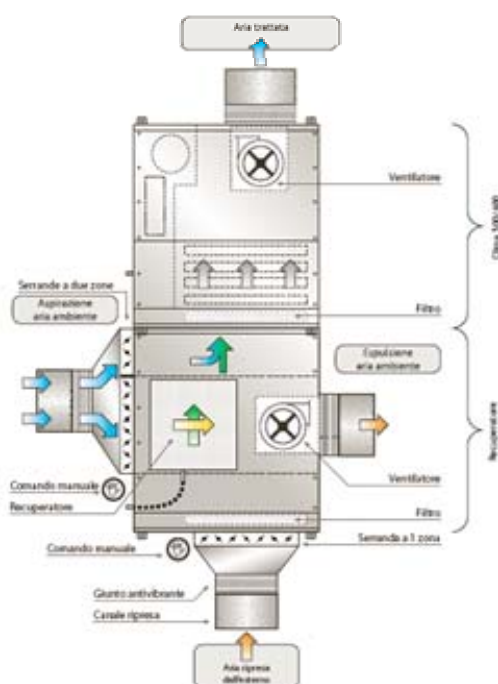


Fig.8.1. Esquema circulació d'aire a través del deshumidificador

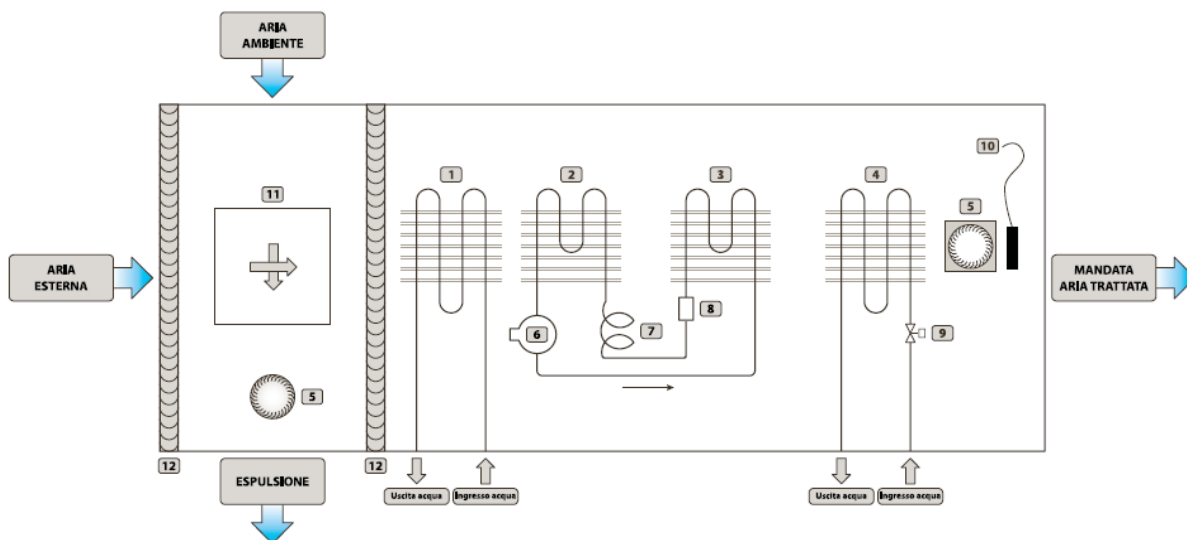


Fig.8.2. Esquema de funcionament del deshumidificador

Les dades de partida per l'elecció d'un deshumidificador adequat a la nostra instal·lació són:

	Necessitat energètica (Frig/h)	Cabal de ventilació (m³/h)
Planta baixa	1.199,58	162,53
Planta 1 <sup>a</sup>	2.295,34	310,99
<b>Total</b>	<b>3.494,92</b>	<b>473,52</b>

Taula 8.1. Necessitats mínimes aportades pel deshumidificador

Les característiques principals per l'elecció d'un aparell adequat per les nostres necessitats, és que aquest aparell ens porti el volum necessari d'aire de renovació com que ens extregui l'aigua necessària de l'aire ambient per evitar els problemes de condensacions.

Els càlculs i dades obtingudes per l'elecció del model de deshumidificador es poden observar en el capítol 13 de l'Annex B "*Disseny i càlcul del deshumidificador*".

Amb els resultats obtinguts es tria el model de deshumidificador que s'ha d'instal·lar a cada planta i les característiques de sortida de l'aire tractat.

Els models escollits i els resultats obtinguts de les característiques de l'aire tractat són:

	Model	Cabal d'aire (m <sup>3</sup> /h)	Temperatura sortida aire (°C)	Humitat relativa (%)	Quantitat d'aigua extreta (l/h)
Planta Baixa	CLIMA 500	400	25	57	1,3
Planta Primera	CLIMA 600	900	25	54,5	3,13

Taula 8.2. Models màquines deshumidificadores i característiques aire de sortida

Els dos models de les màquines deshumidificadores es col·loquen en el falç sostre i tant l'aspiració com la impulsió de l'aire va canalitzat a través de conductes.

## 8.2. Disseny instal·lació de ventilació

Com s'ha vist a l'apartat anterior, s'instal·laran dues màquines deshumidificadores, una per a cada planta, ja que segons la geometria de la vivenda i a unes necessitats bastant diferents segons la planta que tinguem, resultarà convenient i avantatjós fer aquesta distinció entre les dues plantes.

Degut a que totes les habitacions estan climatitzades per sostre radiant i per tant tindrem totes les habitacions de la vivenda amb falç sostre, la difusió de l'aire en elles es realitzarà mitjançant reixes d'impulsió col·locades en aquest falç sostre i a les zones on no estiguin muntats els panells radiant.

Les reixes de retorn es situen a prop del terra i en el mateix costat que les d'impulsió, per tant s'hauran de realitzar columnes de retorn a la vora d'aquests punts. S'aprofitaran columnes per realitzar les necessàries obertures per a diverses habitacions. Aquestes reixes es col·locaran entre 5 i 10 cm del terra.

El disseny dels circuits d'impulsió i retorn és important, ja que un mal dimensionament dels mateixos pot provocar una mala distribució dels cabals d'impulsió per a cada habitació, produint així que els paràmetres de funcionament dels deshumidificadors, pel quals s'aconsegueixen les condicions interiors desitjades, deixin de ser vàlides. El sistema de

renovació i deshumidificador funcionaria incorrectament i consegüentment no es podrien satisfer les necessitats tèrmiques adequades així com la perillositat de formació de condensacions.

Els conductes seran rectangulars, de la marca ISOVER i model CLIMAVÉR PLUS R. Aquests conductes són de llana de vidre d'alta densitat, revestits per ambdues cares per alumini, incorporant una tela de vidre en cada car per donar millor rigidesa. Aquests conductes presenten una rugositat màxima equivalent a la d'un conducte de xapa galvanitzada, que a l'hora de fer els càlculs s'ha establert que la rugositat del material sigui la de xapa galvanitzada.

Tant els difusors com les reixes de retorn de l'aire seran de la marca KOOLAIR, els quals variaran de mides segons a l'habitació que s'hagin d'instal·lar.

Una vegada realitzats tots els càlculs de dimensions de conductes, pèrdues de càrrega i velocitats, es comprova que les unitats seleccionades de màquines deshumidificadores son adequades per aquesta instal·lació.

El disseny i càlculs dels conductes de ventilació, així com els difusors i reixes de retorn es poden observar en el capítol 14 de l'Annex B "*Disseny i càlcul conductes de ventilació*".

## **9. REGULACIÓ I CONTROL**

### **9.1. Regulació i control de la instal·lació**

Es realitza una regulació electrònica per a la gestió de fred i calor pel sistema de climatització radiant.

Per la regulació i control de tota la instal·lació es col·loca un sistema únic modular que controla tots els elements de la instal·lació de climatització per superfícies radiant. Entre les funcions que realitza i tenim:

- Gestiona el refrescament radiant amb temperatura d'aigua d'impulsió en funció del punt de rosada de l'aire intern, de la resistència tèrmica i del factor de resposta del pannel optimitzant aquesta aigua d'impulsió.
- Gestiona segons la fase horària el confort en funció de la temperatura externa i de la temperatura d'impulsió màxima imposada.
- Regula la temperatura de cada habitació de manera independent.
- Gestiona els paràmetres de l'aire tant a l'estiu com a l'hivern: humitat, renovació, ...
- Control de la bomba de calor, de les bombes circuladores, de les màquines deshumidificadores, dels capçals electrotèrmics dels col·lectors, etc.

Aquest sistema està format per diversos elements, els quals s'han escollit de la mateixa marca PLANTERM, igualment que la resta dels elements que formen la instal·lació del sostre radiant com ara els pannels radiant, col·lectors, etc.

Aquest sistema estarà format per:

- Centralita de regulació RayControl 30
- Mòduls extensibles per centralita de regulació RayExp
- Unitat per control col·lectors RayLem 12
- Sondes de temperatura RaySense T
- Sondes de temperatura i humitat RaySense TH
- Sondes de temperatura aigua impulsió i retorn NTC



La centraleta de regulació estarà ubicada a la primera planta, vora del col·lector de distribució dintre un quadre encastat a la paret. A partir d'aquesta centraleta es connectaran tots els elements per tal d'aconseguir un funcionament correcte de total la instal·lació.

Es col·locaran les sondes de temperatura a cada habitació i una sonda de temperatura i humitat en l'habitació més desfavorable de cada planta, per tal de obtenir una qualitat de l'aire òptima i una seguretat per la possibilitat de formació de condensacions. A partir d'aquestes sondes es podrà regular la temperatura de cada habitació de manera independent.

El muntatge i connexió dels diferents elements de control i regulació serà realitzat per personal especialitzat i seguint les instruccions facilitades pel propi fabricant.

Es pot observar un esquema elèctric simplificat de les connexions elèctriques dels diferents elements en el plànol 15 de document N°2: Plànols.

## **10. RESUM DEL PRESSUPOST**

El pressupost engloba tots els elements de la instal·lació dissenyada, tant pel que fa a equips, xarxes hidràulica i tots els elements que la componen, sistema de ventilació, sistemes de control i regulació, etc. No obstant, no s'ha inclòs el cost d'obra civil ni el de legalització de la instal·lació.

Pel càlcul del cost dels diferents equips i elements s'han agafat els valors de tarifes de venda al públic dels diferents fabricants, tot i que es preveu que l'empresa d'enginyeria-instal·ladora podrà aconseguir descomptes importants (de fins un 40%) que segurament caldria tenir en compte en un futur. Així s'obté el pressupost degut als materials. Per altra banda l'instal·lador augmentarà els preus (màxim un 20%) per assegurar la cobertura dels canvis que puguin sorgir a l'obra. Així es trobaria el pressupost d'instal·lació.

A més cal tenir en compte l'import del treball de l'equip d'enginyeria redactor del projecte, que es considerarà com un 5% més sobre el valor del pressupost. Aplicant-li un 16% d'I.V.A. sobre el conjunt s'obté el pressupost final. El pressupost es detalla en el document nº5: Pressupost.

El resum del pressupost i el cost total de la instal·lació és:

Descripció	Cost
Climatització radiant .....	34.082,26€
Sistema deshumidificador .....	11.100,58€
Treballs i mà d'obra .....	7.540,00€
Equip d'enginyeria .....	3.057,80€
	Subtotal 55.780,64€
	16% I.V.A. 8.924,90€
	<b>TOTAL 64.705,54€</b>



## **11. COMPARACIÓ SISTEMES DE CLIMATITZACIÓ**

### **11.1. Càlcul del consum energètic anual**

Abans de la comparació amb els altres sistemes de climatització és necessari realitzar el càlcul del consum energètic anual per la instal·lació de superfícies radiant.

Per tal de poder tenir un resultat objectiu per a la comparació s'agafen els mateixos valors constants com són les hores i els mesos de funcionament de l'estudi realitzat pels quatre sistemes de climatització convencionals.

El preu de la llum serà el mateix que l'aplicat en l'estudi ja realitzat, encara que el preu del dia d'avui sigui bastant més elevat.

Igualment que en l'estudi que ens servirà per la realització de la comparació, només es té en compte els equips i aparells i no s'ha tingut en compte els consum elèctrics per part dels elements que componen la instal·lació com ara les bombes circuladores, electrovàlvules, etc.

Els valors constants pel càlcul del consum i cost energètic són:

Hores de funcionament: la unitat de bomba de calor i les unitats deshumidificadores: 12 hores

Mesos que funcionen els equips a l'estiu: 4 mesos

Mesos que funcionen els equips a l'hivern: 4 mesos

Preu de la llum: 0,0867260€ (tarifa 2.0)

Amb aquests supòsits el consum anual de llum i cost serà el que es mostra a la taula 11.1.





Equip	Consum (kW)	Consum anual (kW·h)	Cost
Bomba de calor CRAH/RA/WP 61			
Fred	5	7.200,00	624,42€
Calor	6,2	8.928,00	774,29€
Unitat deshumidificadora CLIMA 500			
Fred	3,13	4.507,20	390,90€
Calor	3,73	5.371,20	465,82€
Unitat deshumidificadora CLIMA 600			
Fred	6,25	9.000,00	780,53€
Calor	5,25	7.560,00	655,65€
<b>TOTAL</b>		<b>42.566,40</b>	<b>3.691,61€</b>

Taula 11.1. Previsió de consums anual de llum

## 11.2. Comparació dels diferents sistemes

La comparació dels diferents sistemes estudiats es realitzarà a partir de la valoració econòmica i de la valoració energètica de cadascun dels sistemes de climatització.

Es realitzarà només la comparació del sistema de climatització per superfícies radiants amb els quatre sistemes de l'estudi ja realitzat i no es realitzaran les respectives comparacions entre aquests quatre, ja que els resultats i conclusions d'aquestes estan definides en dit estudi.

Els sistemes comparats seran:

1. Climatització per sostre radiant
2. Climatització convencional
  - a. Tot aire centralitzat convencional ( refrigeració per compressió i calefacció amb combustible fòssil ).
  - b. Tot aire centralitzat amb bomba de calor.

- c. Unitats independents per refrigeració ( VRV, volum variable de refrigerant ) i calefacció amb combustible fòssil.
- d. Unitats independents amb bomba de calor ( VRV total )

### 11.2.1. Valoració econòmica

La valoració econòmica consisteix en determinar el cost d'implantació de cadascun d'aquests sistemes. Aquests costos es poden observar en l'apartat corresponent al resum del pressupost d'aquesta memòria o més detalladament en el document n°5: Pressupost d'aquest estudi. No es tindrà en compte el cost per hores de l'equip d'enginyeria.

A la figura 11.1 s'observa els diferents costos d'implantació de cada sistema:

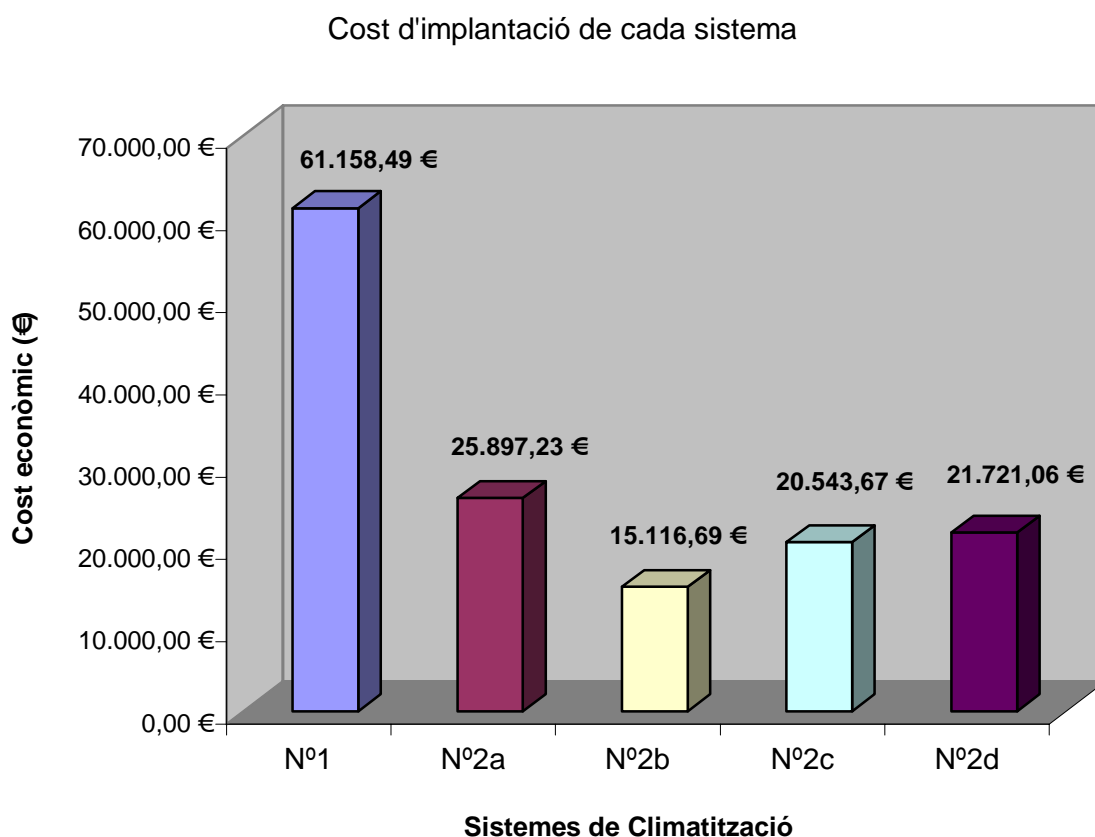


Fig.11.1. Cost d'implantació de cada sistema

El cost d'implantació del sistema de climatització per superfícies radiant (Nº1), és el més car de tots amb bastant diferència.

Aquest cost tant elevat és degut a varis factors:

- La climatització radiant per sostre necessita d'un bon sistema de regulació i control per tal de mantenir les condicions de confort en les diferents habitacions. Aquests sistemes són complexos i els seus elements normalment solen ser cars.
- Al utilitzar les superfícies radiant tant a l'estiu com a l'hivern, és necessari la instal·lació d'un sistema de condicionament de l'aire, que en aquest cas s'ha realitzat amb unes màquines deshumidificadores i amb sistemes de conducció tant en la impulsió com en el retorn de l'aire. Aquest sistema i els equips escollits per això, resulten cars. Tanmateix, es podria optar per una màquina deshumidificadora petita, tipus CLIMA 400 del mateix fabricant, la qual només agafa l'aire de l'interior de les habitacions i el deshumidifica sense realitzar una renovació d'aire exterior.
- En la realització d'aquest projecte, el tipus de sostre radiant triat és amb panells prefabricats, els quals ja porten incorporats els tubs capil·lars encastats en el guix. Això significa que el cost d'aquests panells més l'estructura metàl·lica per suportar-los fa augmentar el cost final d'implantació d'aquest sistema. Existeixen altres tipus de sostres com ara els que es col·loquen les trames de tubs capil·lars directament en el sostre i després s'enguixa per sobre. Aquest sistemes resulten més barats, però per contra, si existeix algun problema és més difícil solucionar-ho perquè no es pot accedir sense fer malbé el sostre.
- La marca escollida per la realització d'aquesta instal·lació resulta més cara que altres firmes o marques que existeixen en el mercat. No obstant seria convenient valorar la qualitat-preu dels diferents proveïdors.
- S'han utilitzat materials plàstics per la distribució de l'aigua, la qual cosa fa que tant les canonades, com accessoris resultin més cars.



### 11.2.2. Valoració energètica

La valoració energètica consisteix en determinar el cost energètic que suposa cadascun d'aquests sistemes tal i com s'ha descrit en l'apartat 11.1 d'aquesta memòria.

En el cas del sistema de climatització per sostre radiant només existeixen costos deguts a l'energia elèctrica. En canvi, en alguns dels sistemes que ja es varen estudiar, també existien costos deguts a les despeses de combustible.

En la figura 11.2. es mostren només els costos per energia dels diferents sistemes de climatització.

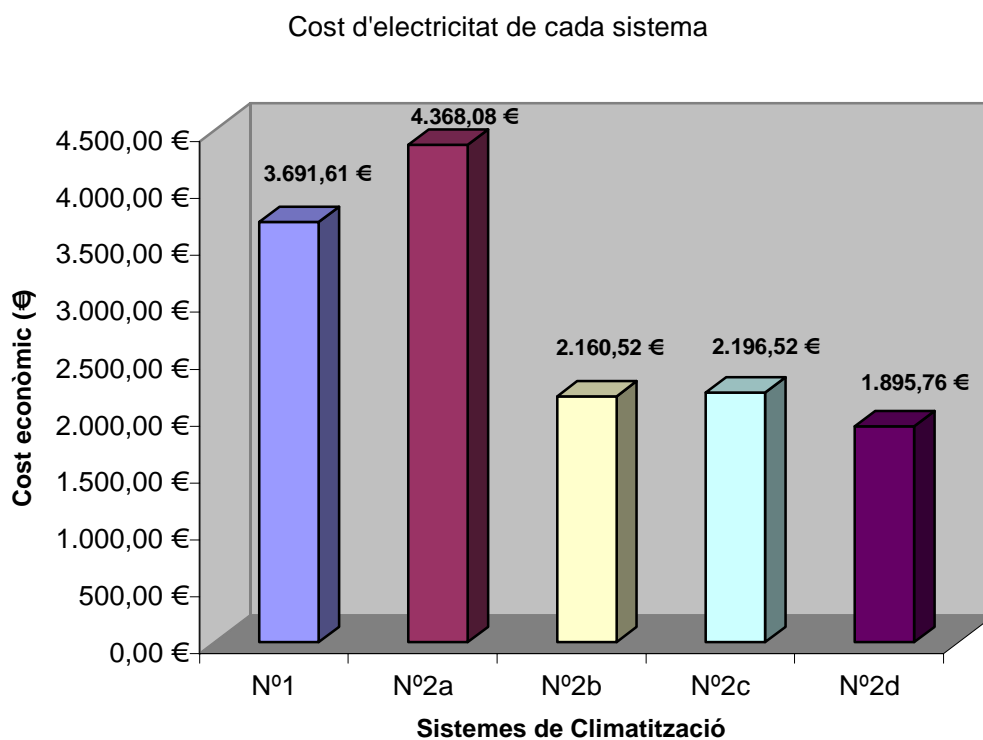


Fig.11.2. Cost d'electricitat de cada sistema

En aquest cas el sistema de climatització (Nº2a) tot aire centralitzat convencional (refrigeració per compressió i calefacció amb combustible fòssil), resulta ser el que més llum gasta. Això es deu a que aquest sistema necessita varis equips, sent la caldera l'equip que gasta més.

Pel que fa al sistema de climatització per sostre radiant, es pot observar que el cost energètic és bastant elevat. Aquest cos es deu bàsicament a les unitats deshumidificadores de l'aire, ja que aquestes suposen més del 62% del cost total. En el supòsit d'escollir un sistema més barat per la deshumidificació de l'aire, aquest cost es disminuiria bastant.

### 11.2.3. Resum

Els costos produïts per la implantació, pels costos energètics i pel consum de gas-oil dels diferents sistemes de climatització es mostren a la figura 11.3.

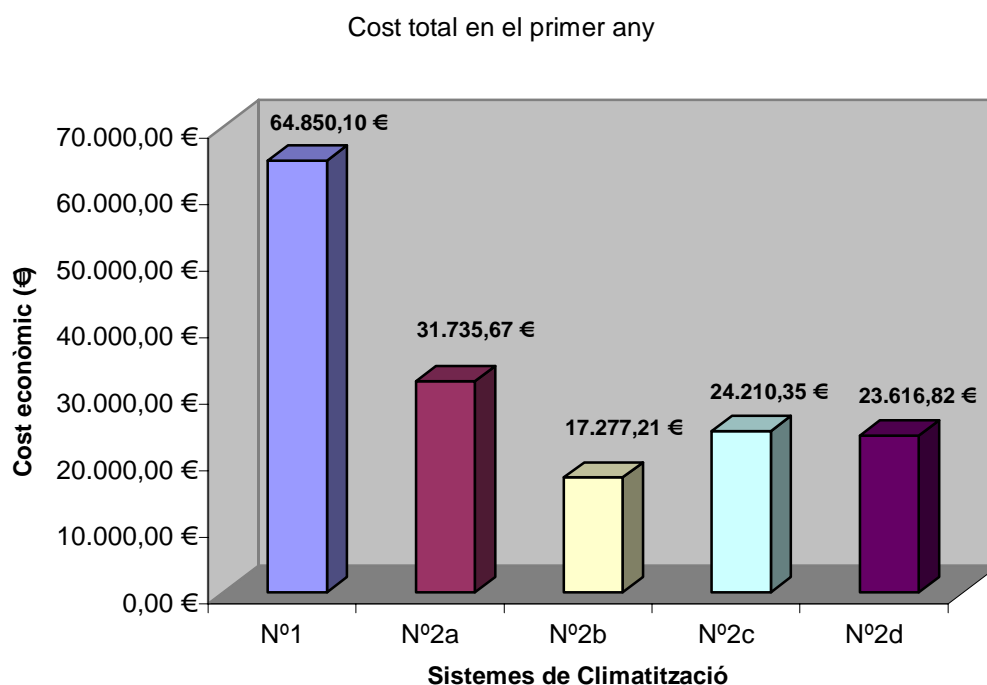


Fig.11.3. Cost total en el primer any

## **12. CONCLUSIONS**

Com s'ha pogut observar, el sistema de climatització per sostre radiant resulta gairebé inviable en front de la resta de sistemes.

El principal problema que presenta aquest sistema i el factor determinant per obtenir aquests costos tant elevats, és el problema de les condensacions. Això suposa, en la majoria de casos, dotar a la instal·lació de sostre radiant d'un sistema de deshumidificació de l'aire i d'un bon sistema de control i regulació, la qual cosa es transforma en un augment considerable del cost de la instal·lació en sí.

Tanmateix, aquest sistema resulta viable i molt avantatjós en front dels altres sistemes segons:

- La situació de la vivenda; segons la zona on estigui situada la vivenda hi haurà més o menys humitat i per tant, el sistema de deshumidificació gairebé no s'hauria d'instal·lar i per tant es reduiria el cost en gairebé el 50%.
- L'estructura de la vivenda; segons si es tracta d'una obra nova o una obra de rehabilitació on ja es tenen definides unes alçades dels locals, llavors el sistema radiant, sigui per terra, paret o sostre, resulta la millor opció, ja que amb els sistemes de conducció d'aire seria inviable si l'alçada del local no fós suficient per fer un falç sostre. Com ja s'ha dit, existeixen sistemes de sostres radiant que només ocupen entre 5 i 10cm d'alçada.
- Les condicions de confort; al no tenir corrents d'aire, la sensació de confort i satisfacció és molt més gran per a les persones. A més resulta un sistema molt més saludable.

En definitiva i com a conclusió general, aquesta instal·lació de climatització per sostre radiant per la vivenda exposada, no serà viable econòmicament, però sí s'aconseguirà un alt grau de confort envers als altres sistemes.

Girona a 1 de Setembre de 2008

El Redactor  
Lluís Sastre Garcia



## **13. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Aquest estudi particular està format pels següents documents:

DOCUMENT N°1: Memòria

Annex A: Càlcul de les necessitats energètiques

Annex B: Disseny i càlcul instal·lació sostre radiant

Annex C: Teoria complementaria superfícies radiant

DOCUMENT N°2: Plànols

DOCUMENT N°3: Plec de condicions

DOCUMENT N°4: Estat d'amidaments

DOCUMENT N°5: Pressupost

## **14. BIBLIOGRAFIA**

Per la realització d'aquest estudi ha estat necessària la utilització de bibliografia. A continuació es descriu la bibliografia utilitzada, així com manuals, projectes, apunts i pàgines web.

- ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Fundamentals Volume (S.I. edition.). Atlanta: 2001
- BARBI. ( <http://www.barbi.es/>, 28 d'abril de 2008 ).
- BELMAR CONTRERAS, J. Estudio comparativo de climatización de una vivienda. Projecte/ Treball Fi de Carrera. Enginyeria Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Juny 2006
- BOMBAS HISO. ( <http://www.bombashiso.com/Pdf/vasos.pdf>, 21 de juliol de 2008 ).
- CALOR I FRED INDUSTRIAL, Apunts. 3er d'Enginyeria Tècnica Mecànica U.d.G.
- CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. Manual de aire acondicionado. Marcombo. Barcelona. 1996.
- CYPE. Normativa. ( <http://normativaconstruccion.cype.info/>, 31 de maig de 2008 ).
- CYPE. Programa informàtic. Generador de preus de la construcció. CYPE INGENIEROS, S.A. Murcia. 2008. ( <http://www.cype.es/>, 20 de maig de 2008 )
- ESAK. ( <http://www.esak.es>, 15 d'abril de 2008 ).
- GALDON, F. Curso del Instalador de Calefacción, Climatización y ACS. Madrid. Ed. El Instalador, 1996.
- GRUNDFOS. Catàleg i programa selecció bombes.  
( <http://net.grundfos.com/Appl/WebCAPS/custom?userid=BGE>, 15 de juliol de 2008 ).
- ISOVER. Manual Tècnic i Llista de Preus.( <http://www.isover.net/> , 28 de juliol de 2008 ).
- KARO. Manual Técnico. Climatización Tranquila. Las soluciones de Karo Systems. ([www.karo.com/](http://www.karo.com/), 28 d'abril de 2008 ).
- KOOLAIR. Manual Tècnic i Llista de Preus. ( <http://www.koolair.com/>, 29 de juliol de 2008 ).
- Manual Climatització. HIYASU ( <http://www.hiyasu.com/marcoscatalogo.htm>, 29 de juliol de 2008).
- Manuals i catàlegs instal·lacions hidràuliques i de ventilació.  
(<http://www.salvadorescoda.com/>, 28 de juliol de 2008).





- MOVINORD. (<http://www.movinord.com/>, 15 de juny de 2008)
- ORTEGA RODRIGUEZ, ANTONIO i ORTEGA RODRIGUEZ, MARIO. Calefacción y refrescamiento por superficies radiantes. Parainfo. Thomson Editores. Madrid. 2001.
- PLANTERM. Manuals, catàlegs, llistes de preus. COMERCIAL TECCA. Banyoles.
- REHAU. Manuals diversos sistemes radiant. ( [www.rehau.es/](http://www.rehau.es/), 5 de d'Abril de 2008 ).
- SANCHEZ QUINTANA, FERNANDO. Instalaciones de calefacción por suelo radiante. PROGNSA. Sevilla. 1992.
- SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA. Anuari de dades meteorològiques de 2003. ([http://www.meteocat.com/mediamb\\_xemec/servmet/marcs/marc\\_clima.html](http://www.meteocat.com/mediamb_xemec/servmet/marcs/marc_clima.html), 25 de Març 2008).
- UPONOR. Aplicaciones de calefacción y climatización. Manual Técnico. Sistema Uponor de refrigeración por techo, 2007. ( [www.uponor.es/](http://www.uponor.es/), 01 de juliol de 2008 ).