



EPS

Escola Politècnica
Superior

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica

Títol: ESTUDI DEL CONDICIONAMENT D'UNA VIVENDA
PREFABRICADA AMB CRITERIS DE SOSTENIBILITAT I
D'AUTOSUFICIÈNCIA

Document: Memòria

Alumne: Jordi Cateura Sánchez

Director/Tutor: Emili Sagrera Busquets
Departament: Arquitectura i enginyeria de la construcció
Àrea: Construccions arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): Setembre 2014

INDEX

VOLUM I: MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ.....	1
1.1. Antecedents.....	1
1.2. Objecte del projecte.....	1
1.3. Abast del projecte.....	2
2. MEMÒRIA.....	4
2.1. Situació i emplaçament de l'edifici.....	4
2.2. Anàlisi dels voltants del solar.....	5
2.3. Compliment de la normativa urbanística.....	6
2.4. Descripció de l'edifici prefabricat escollit.....	6
2.4.1. Memòria de qualitats proposades pel fabricant.....	9
2.5. Modificacions respecte al projecte bàsic.....	16
2.6. Sistemes passius d'estalvi energètic.....	17
2.6.1. Descripció del microclima del municipi.....	17
2.6.2. Pèrdues calorífiques dels tancaments (aïllament tèrmic).....	18
2.6.3. Ubicació i orientació.....	19
2.6.4. Forma i volum.....	22
2.6.5. Il·luminació natural.....	22
2.6.6. Obertures i proteccions solars.....	24
2.7. Proposta de millora de l'eficiència energètica de la vivenda.....	25
2.7.1. Millora de l'envolupant de la vivenda.....	25
2.7.2. Comprovació del compliment del CTE DB HR – ACÚSTICA.....	37
2.7.3. Determinació de la ubicació i la orientació de la vivenda.....	38
2.7.4. Obertures i proteccions solars.....	39
2.7.5. Sistemes d'il·luminació natural.....	47
2.8. Definició i dimensionat de les instal·lacions.....	51
2.8.1. Instal·lació geotèrmica. Climatització i producció de ACS.....	51
2.8.1.1. Introducció.....	52
2.8.1.2. Funcionament d'una instal·lació geotèrmica.....	54
2.8.1.3. Funcionament de la bomba de calor geotèrmica.....	57
2.8.1.4. Avantatges d'incorporar energia geotèrmica a la vivenda.....	58
2.8.1.5. La climatització per terra radiant.....	59
2.8.1.6. La climatització per fan coils.....	61
2.8.1.7. Descripció de la solució adoptada al present projecte.....	62

2.8.1.8.	Càlculs de la instal·lació.....	66
2.8.1.9.	Equips i materials utilitzats en la instal·lació.....	74
2.8.2.	Instal·lació de ventilació.....	75
2.8.2.1.	Introducció.....	75
2.8.2.2.	El recuperador de calor.....	76
2.8.2.3.	El pou canadenc.....	77
2.8.2.4.	Descripció de la solució adoptada al present projecte.....	80
2.8.2.5.	Càlculs.....	82
2.8.2.6.	Equips i materials utilitzats en la instal·lació.....	83
2.8.3.	Instal·lació solar fotovoltaica.....	85
2.8.3.1.	Introducció.....	86
2.8.3.2.	Pros i contres de l'energia fotovoltaica.....	86
2.8.3.3.	Aplicacions de l'energia fotovoltaica	88
2.8.3.4.	Funcionament d'una placa fotovoltaica. L'efecte fotovoltaic.....	89
2.8.3.5.	L'assolellament.....	90
2.8.3.6.	Regulació de l'energia fotovoltaica a Espanya.....	91
2.8.3.7.	Instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica.....	92
2.8.3.8.	Instal·lacions autònomes.....	93
2.8.3.9.	Components d'una instal·lació fotovoltaica.....	94
2.8.3.10.	Situació del camp fotovoltaic	101
2.8.3.11.	Càlculs de la instal·lació.....	103
2.8.3.12.	Descripció de la solució adoptada al present projecte.....	124
2.8.3.13.	Recomanacions de muntatge, ús i manteniment.....	129
2.8.3.14.	Equips i materials utilitzats en la instal·lació.....	131
2.8.4.	Sistemes d'abastament d'aigua potable i de reutilització de les aigües.....	133
2.8.4.1.	Introducció.....	133
2.8.4.2.	Descripció de les necessitats de la vivenda.....	134
2.8.4.3.	Instal·lació d'abastament d'aigua potable.....	135
2.8.4.3.1.	Sistemes de depuració de l'aigua.....	135
2.8.4.3.2.	Descripció de la solució adoptada al projecte.....	137
2.8.4.3.3.	Construcció del pou.....	138
2.8.4.3.4.	Prescripcions d'utilització i manteniment de la instal·lació.....	140
2.8.4.3.5.	Càlculs de la instal·lació.....	140
2.8.4.3.6.	Equips i materials utilitzats en la instal·lació.....	141
2.8.4.4.	Sistema d'aprofitament d'aigües pluvials.....	142
2.8.4.4.1.	Elements que componen la instal·lació.....	143

2.8.4.4.2.	Descripció de la solució adoptada al projecte.....	147
2.8.4.4.3.	Previsió d'aprofitament d'aigua potable.....	150
2.8.4.4.4.	Càlculs de la instal·lació.....	150
2.8.4.4.5.	Equips i materials utilitzats en la instal·lació.....	153
2.8.4.4.6.	Prescripcions d'utilització i manteniment de la instal·lació.....	154
2.8.4.5.	Descripció de la xarxa de sanejament d'aigües negres.....	155
2.8.4.5.1.	Dimensionament de la instal·lació.....	155
3.	Amidaments i pressupost.....	157
3.1.	Amidament detallat.....	158
3.2.	Quadre de descompostos.....	181
3.3.	Resum de pressupost.....	193
4.	Estudi de viabilitat econòmica del projecte.....	194
4.1.	Comparació de costos d'execució.....	194
4.2.	Valoració de la millora de l'eficiència energètica de la vivenda.....	195
4.3.	Amortització de les instal·lacions.....	196
5.	Conclusions del treball.....	199
6.	Bibliografia	201

ANNEX 1. Certificat d'eficiència energètica de la vivenda.

ANNEX 2. Càlcul de condensacions intersticials als tancaments.

ANNEX 3. Selecció del diàmetre i del model dels conductes de llum solar.

ANNEX 4. Càlcul de les càrregues tèrmiques de la vivenda.

ANNEX 5. Càlcul de la instal·lació elèctrica.

ANNEX 6. Dimensionament de la xarxa d'aprofitament d'aigües pluvials.

ANNEX 7. Dimensionament de la xarxa de sanejament d'aigües negres.

ANNEX 8. Comparació de les càrregues tèrmiques de la vivenda proposada per a-cero respecte la vivenda millorada en el present PFG.

ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques.

ANNEX 10. Pressupostos lliurats per les empreses instal·ladores.

VOLUM II: DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

1. Emplaçament de la vivenda
2. Distribució planta baixa
3. Distribució planta pis
4. Distribució Planta Coberta

5. Alçats façana Sud i Est
6. Alçats façana Oest i Nord
7. Seccions
8. II·luminació natural i obertures PB
9. II·luminació natural i obertures PP
10. II·luminació natural i obertures PC
11. Circuit de captació geotèrmic
12. Sistema terra radiant PB
13. Sistema terra radiant PP
14. Disposició pou canadenc
15. Ventilació Planta Baixa
16. Ventilació Planta Pis
17. Electricitat Planta Baixa
18. Electricitat Planta Pis
19. Esquemes unifilars fotovoltaic i elèctric
20. Instal·lació fotovoltaica
21. Abastament d'aigua potable i fontaneria PB
22. Abastament d'aigua potable i fontaneria PP
23. Sistema de captació i aprofitament d'aigües pluvials
24. Aprofitament d'aigües pluvials i fontaneria Planta Baixa
25. Aprofitament d'aigües pluvials i fontaneria Planta Pis
26. Aprofitament d'aigües pluvials i fontaneria Planta Coberta
27. Xarxa de sanejament Planta Baixa
28. Xarxa de sanejament Planta Pis

1. INTRODUCCIÓ

1.1. ANTECEDENTS

A partir d'un projecte bàsic, es pretén projectar el condicionament d'una vivenda prefabricada, de l'estil als realitzats per l'estudi d'arquitectura A-cero, tenint en compte criteris d'autosuficiència i de sostenibilitat.

L'estudi d'arquitectura A-cero, es basa en la realització de projectes de vivendes modulars, basat en principis de construcció industrialitzada. És a dir, deixant de banda la construcció tradicional, es dediquen a fabricar vivendes totalment prefabricades (construïdes a taller amb tots els equipaments necessaris i fins a nivell d'acabats), a partir de la interconnexió de mòduls en forma de prismes regulars que, mitjançant la seva combinació, permeten crear una gran varietat de formes i usos, cobrint totes les necessitats dels usuaris en la vivenda. Aquests mòduls es transporten i es munten en el seu destí. Amb aquest sistema s'obté una millora de les qualitats i dels acabats obtinguts i s'aconsegueix disminuir el cost d'execució i els terminis d'entrega.

1.2. OBJECTE DEL PROJECTE

Partint del projecte bàsic escollit d'una vivenda unifamiliar aïllada, projectada amb sistema prefabricat, on hi ha definida l'arquitectura i de forma molt bàsica el sistema estructural, els tancaments, les instal·lacions i els acabats, es pretén realitzar un estudi que es basi en la millora de l'envoltant espacial i de les instal·lacions per tal d'aconseguir una vivenda energèticament més eficient respecte a la proposada inicialment.

Per tant, l'objectiu principal d'aquest projecte final de grau, és projectar el condicionament de l'envoltant, de totes les instal·lacions amb sistemes renovables i sostenibles necessàries en la vivenda i de diferents sistemes passius d'estalvi energètic de la vivenda prefabricada de l'estil descrit anteriorment, tenint presents criteris de sostenibilitat i autosuficiència, sense deixar de banda la condició estètica de la vivenda proposada en el projecte bàsic, de manera que aquesta es pugui autosubministrar la major part de l'energia i aigua que necessita, i complint sempre la normativa actual.

També es tindran en compte aspectes bioclimàtics, tals com ubicació, orientació, il·luminació natural, ventilació natural, pluja, etc., per tal d'adaptar-se a les condicions climàtiques i de l'entorn on està situada i permetre a l'edifici estalviar la major quantitat d'energia possible.

Tots aquests paràmetres es realitzaran complint sempre amb els aspectes definits en tota la normativa actual corresponent referent a aquest àmbit.

Concretament, aquest estudi es realitzarà partint del projecte bàsic d'una vivenda unifamiliar aïllada, del model tipus "CUBIC EVOLUTION", dissenyat pels arquitectes Joaquin Torres i Rafael Llamazares de l'estudi d'arquitectura A-Cero¹. Aquest model, presenta una superfície de 290,91m² útils i de 342,76m² construïts, distribuïts d'una manera molt raonable al seu ús.

1.3. ABAST DEL PROJECTE

Per tal de complir amb els objectius establerts en l'apartat anterior, els aspectes que es tractaran en el present estudi són els següents:

- ✓ Es modificaran els diferents sistemes proposats en el projecte bàsic que formen l'envoltant de la vivenda, definint i estudiant diferents alternatives, per tal que aquests proporcionin unes majors prestacions tèrmiques, tinguin unes transmitàncies tèrmiques reduïdes i es redueixi al màxim l'intercanvi de calor en l'envoltant, tenint en compte de que es tracta d'una vivenda prefabricada, s'ha de poder muntar a taller i per tant no es faran servir els sistemes constructius tradicionals.

- ✓ També, es definiran i dissenyaran totes les instal·lacions necessàries en la vivenda tenint presents criteris energètics renovables, que permetin al màxim la seva autosuficiència. Aquestes instal·lacions són les següents:
 - Instal·lació geotèrmica, per producció de ACS i per calefacció.
 - Instal·lació de ventilació amb intercanviador terra - aire.
 - Instal·lació solar fotovoltaica, per producció d'electricitat.
 - Instal·lació elèctrica.
 - Sistema d'abastament d'aigua potable.
 - Sistema d'aprofitament d'aigües pluvials.
 - Instal·lació de fontaneria: AFS i ACS.
 - Instal·lació de sanejament.

- ✓ A més, s'adaptarà l'edifici a les característiques de la zona, definint una orientació que permeti un major aprofitament de l'energia solar, que permeti aprofitar la llum natural, etc., i es projectaran diferents sistemes passius d'estalvi energètic.

¹ www.a-cero.com

- ✓ Finalment, es realitzarà un estudi comparatiu entre el cost de construcció d'aquesta vivenda sostenible respecte el d'una altra vivenda tradicional de característiques similars, i es valorarà l'estalvi energètic per tal de determinar si el cost que suposa la vivenda és amortitzable dins d'uns terminis raonables.

2. MEMÒRIA

2.1. SITUACIÓ I EMPLAÇAMENT DE L'EDIFICI

L'edifici objecte d'estudi s'emplaçarà en una parcel·la situada al municipi de Caldes de Malavella, a la comarca de Girona. Dita parcel·la es troba dins del nucli de la població i es situa en el carrer de Ramon Muntaner. Es tracta d'un terreny classificat com a sòl urbà i qualificat com a residencial en illa oberta en blocs de densitat alta, actualment sense edificar i de referència cadastral 3615412DG8331N0001AP.

La parcel·la té forma de trapezi irregular. La seva cara principal està orientada al nord-oest, donant al carrer de Ramon Muntaner, el lateral dret es troba orientat al sud-est, limitant amb una finca veïna on actualment hi ha edificada una vivenda unifamiliar, el lateral posterior orientat al sud-oest, limitant amb un terreny classificat com a rústic, i el lateral esquerra al nord, de forma semicircular, limitant amb un camí sense asfaltar davant el qual s'hi troba un altre terreny classificat com a urbanitzable, actualment sense urbanitzar. Té una superfície comprovada total de 1.387,77m², en disposició trapezoïdal, amb els laterals de mides:

- Lateral principal nord-oest: 48,90m
- Lateral sud-est: 38,70m
- Lateral sud-oest: 64,00m
- Lateral nord: 14,90m

El solar presenta una topografia planera, amb un desnivell de +0,60m respecte cota de via pública.

La parcel·la compta amb tots els serveis urbans corresponents: aigua, llum, telecomunicacions, clavegueram i enllumenat públic.



Imatge de la parcel·la d'emplaçament de la vivenda. Font: Google maps.

2.2. ANÀLISI DELS VOLTANTS DEL SOLAR

El nostre solar es troba en una zona d'expansió del municipi, on s'està començant a edificar. Especialment per la zona oest, es troba rodejat de solars i terrenys classificats actualment com a rústics, els quals són d'explotació agrícola. Les edificacions que ja hi ha edificades, principalment són vivendes unifamiliars aïllades i algunes aparellades o entre mitgeres.

Just davant del lateral principal del nostre solar, al l'altra banda del carrer de Ramon Muntaner, s'hi troba una altra parcel·la, de 1.835,00m² de superfície, de forma rectangular, dividida en tres solars segons cadastre. A la banda esquerra de dita parcel·la, hi ha un conjunt de cinc vivendes en filera, consistents en planta soterrani aparcament, planta baixa i planta pis, d'uns 207,00m² cadascun construïts i d'uns 8,00m d'alçada. A la seva banda dreta hi ha una vivenda unifamiliar consistent en planta baixa i planta pis, de 425,00m² construïts, majoritàriament edificada en planta baixa, sobre un solar de 1.726,00m².

Limitant pel lateral sud-est de la nostra parcel·la, s'hi troba una altra vivenda unifamiliar, edificada en planta baixa i planta pis, d'uns 7m d'alçada, de 360,00m² construïts, sobre una parcel·la de 1.508,00m².

Per tota la banda oest i nord, hi ha terrenys classificats actualment com a rústics, els quals es destinen a explotació agrícola. Una franja del terreny nord està classificada com a terreny urbanitzable, actualment sense urbanitzar i sense previsió de ser edificada.



Situació solar. Font: Google maps

2.3. COMPLIMENT DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA

El següent quadre justifica el compliment dels paràmetres establerts en la normativa urbanística (Article 177, Clau 4a₂ del POUM de Caldes de Malavella):

PARÀMETRE		PLA GENERAL	PROJECTE	COMPLEIX
Edificabilitat (0,75m ² sostre/m ² parcel·la)		1.040,83m ²	342,76m ²	Sí
Alçada reguladora màxima		7,00m	7,00m	Sí
Parcel·la mínima		400,00m ²	1.387,77m ²	Sí
Façana mínima		16,00m	31,00m	Sí
Ocupació màxima	35% edificació principal	238,68m ²	116,57m ²	Sí
	12% edificació auxiliar	81,83m ²	76,60m ²	Sí
Separació parcel·la	Lateral principal N-O	1,50m	2,25m	Sí
	Lateral S-E	1,50m	22,96m	Sí
	Lateral S-O	1,50m	4,90m	Sí
	Lateral fons N	1,50m	4,07m	Sí

Cuadre justificatiu compliment normativa urbanística.

2.4. DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI PREFABRICAT ESCOLLIT

Com ja s'ha introduït, per a la realització del present estudi, partirem d'una vivenda prefabricada, dissenyada pels arquitectes Joaquin Torres i Rafael Llamazares de l'estudi d'arquitectura *A-cero*, i fabricada per l'empresa *A-cero TECH* (pertanyent al mateix estudi). S'ha escollit el model tipus *CUBIC EVOLUTION*.



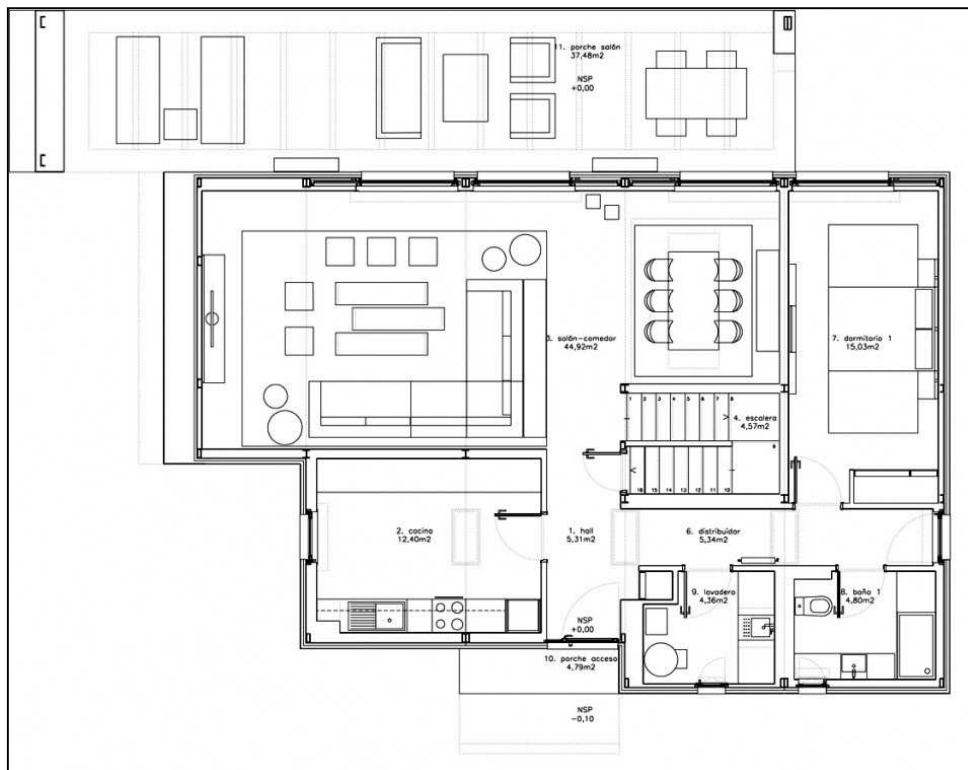
Render façana posterior vivenda. Font: www.a-cero.com



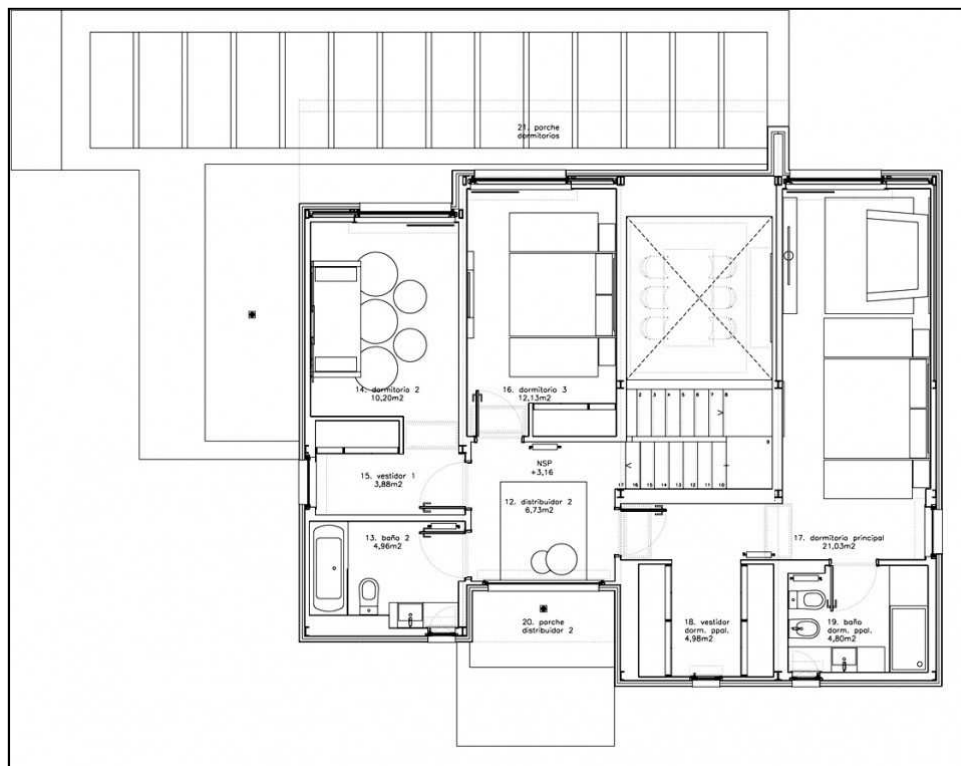
Render façana principal vivenda. Font: www.a-cero.com

Aquest model està format per planta baixa i planta pis, amb una superfície útil total de 290,91m² i una superfície construïda total de 342,76m².

La planta baixa està formada per un hall, un distribuïdor, cuina, sala estar-menjador, una sala de màquines, un bany, un dormitori, un traster, escales d'accés a la planta pis, una pèrgola exterior i un porxo per a l'estacionament dels vehicles. La planta pis està formada per un distribuïdor, tres dormitoris, un dels quals és el principal, que disposa de bany i vestuari propis i un altra que disposa de vestuari propi, un bany i dues terrasses, una de les quals dona a la zona de dormitoris i l'altra a la zona d'entrada a la vivenda.



Plànol distribució planta baixa model CUBIC EVOLUTION. Font: www.a-cero.com



Plànol distribució planta pis model CUBIC EVOLUTION. Font: www.a-cero.com

Les superfícies útils de cada estança són les següents:

QUADRE DE SUPERFÍCIES			
PLANTA BAIXA		PLANTA PIS	
Estança	Superfície útil	Estança	Superfície útil
Hall	5,31m ²	Distribuïdor	6,73m ²
Cuina	12,40m ²	Bany 2	4,96m ²
Sala estar – menjador	44,92m ²	Dormitori 2	10,20m ²
Escala	4,57m ²	Vestidor 1	3,88m ²
Traster	2,31m ²	Dormitori 3	12,13m ²
Distribuïdor	5,34m ²	Dormitori principal	21,03m ²
Dormitori 1	15,03m ²	Vestidor dormitori ppal.	4,80m ²
Bany 1	4,80m ²	Bany dormitori ppal.	4,98m ²
Rentador	4,36m ²	Escala	4,57m ²
Total útil	99,04m²	Terrassa dormitoris	40,75m ²
Total construïda	116,57m²	Terrassa davantera	6,09m ²
Porxos / pèrgoles		Total útil	120,12m²
Porxo accés	4,79m ²	Total construïda	149,59m²
Pèrgola saló - estar	37,48m ²		
Porxo aparcament	29,48m ²		
Total útil	71,75m²		
Total construïda	76,60m²		

QUADRE DE SUPERFÍCIES TOTALS	
Total superfície útil sense porxos	219,16m ²
Total superfície útil	290,91m ²
Total superfície construïda	342,76m ²

En la sala d'estar-menjador s'hi troba una zona en doble alçat, la qual comunica amb la coberta, amb el dormitori principal, amb el dormitori 3 i amb l'escala.

El traster està situat sota l'espai de les escales d'accés a la planta pis, permetent l'aprofitament d'aquest espai.

L'alçada entre forjats és de 2,82m i l'alçada lliure de cada planta és de 2,50m, quedant un espai de fals sostre de 0,32m.

La vivenda disposarà d'un forjat sanitari ventilat, de 30cm d'alçada, que evitarà el pas d'humitats provinents del terreny.

Es realitzarà un vorera perimetral a la vivenda, de 90cm d'amplada, per evitar el contacte directe dels tancaments amb el terreny exterior.

2.4.1. MEMÒRIA DE QUALITATS PROPOSADES PEL FABRICANT I EL SEU ANALISI TÈRMIC

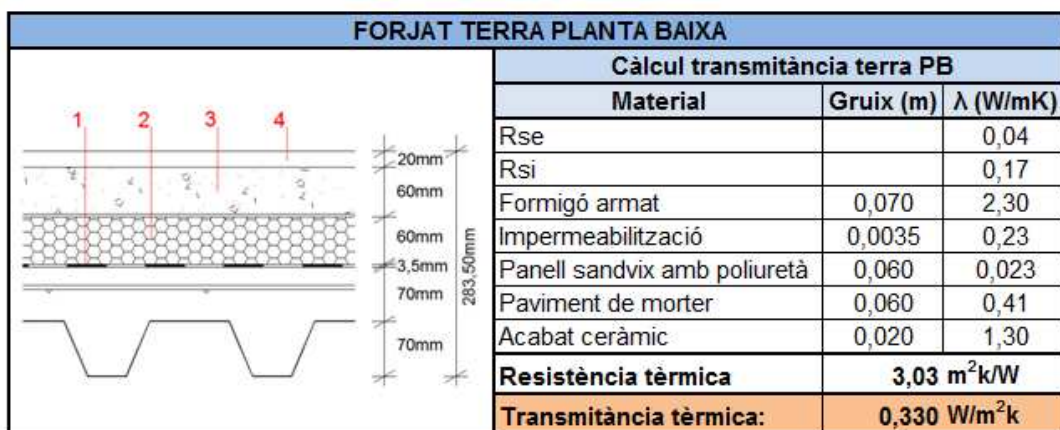
A continuació es descriuen els diferents sistemes i elements empleats en l'edificació segons les especificacions del model tipus que ens proposa el fabricant de la vivenda prefabricada. Posteriorment, es modificaran alguns dels elements per tal de fer la vivenda més eficient energèticament.

- **Fonamentació:** La fonamentació està formada per sabates aïllades, amb nans de formigó, sobre els quals es col·loquen les esperes on escomet la vivenda.
- **Sanejament:** El sanejament disposa de xarxa separativa, per a aigües negres i per a aigües pluvials. Aquesta xarxa està formada per tubs de PVC que desemboquen en la xarxa horitzontal formada per col·lectors de PVC, fins arribar a l'arqueta de connexió amb la xarxa general de clavegueram.

- **Estructura:** L'estructura de l'edifici es basa en mòduls fabricats en taller, constituïts per bigues i pilars metàl·lics d'acer conformat en calent, concretament per perfils IPE, UPN i perfils rectangulars foradats.

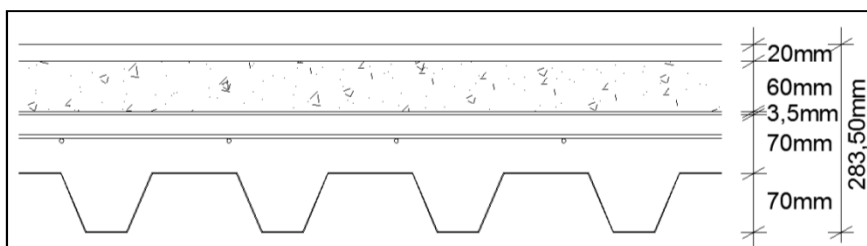
Els forjats són mixtes col·laborants de xapa grecada d'acer galvanitzat i formigó armat amb malla electrosoldada ME #20x20 Ø6-6 B500T, tant en planta baixa i primera com en la coberta, de 14cm de gruix total. A planta baixa hi ha un forjat sanitari ventilat de 30cm d'alçada.

La vivenda disposa de dos forjats: el terra de planta baixa i el terra de planta pis. El terra de planta baixa està compost per una làmina impermeabilitzant EPDM (1), aïllament tèrmic amb panell sandvitx d'acer de 60mm d'espessor amb ànima de poliuretà (2), sobre el qual s'estén una làmina separadora de poliestirè extrudit (fonpex), un paviment de morter de 60mm (3) i acabat superficial amb rajoles ceràmiques de 45x45x2cm tipus *Cicogres* o similar (4), per sobre del forjat col·laborant.



Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmissió tèrmica.

El terra de planta pis està format per un paviment de morter sobre una làmina de poliestirè extrudit (fonpex) que serveix d'element de separació amb el forjat, i acabat superficial amb rajoles ceràmiques de 45x45x2cm tipus *Cicogres* o similar.

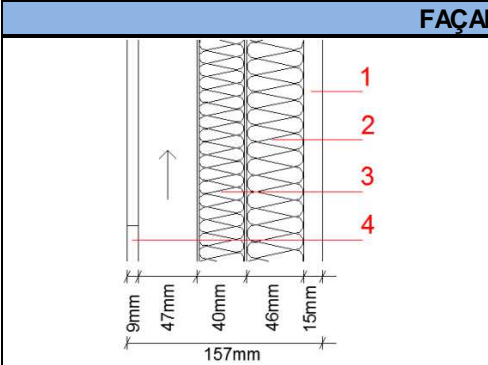


- Façanes:** Les façanes de la vivenda són ventilades, acabades interiorment amb una placa de cartró guix de 15mm de gruix (1), subjectat amb muntants metàl·lics verticals de 46mm de gruix, aprofitant l'espai per emplenar amb llana de roca de 46mm (2). Per l'exterior hi ha una capa de panell sandvitx d'acer galvanitzat de 40mm de gruix amb ànima de poliuretà (3) i acabat exterior amb plaques "Euronit" i "Werzalit" segons la zona (4). En l'acabat exterior de façana també s'ofereix la opció de realitzar-lo amb plaques "Euronit" i vidre negre.

L'acabat de façana exterior "Euronit" consisteix en uns panells prefabricats de ciment reforçat, de 1.250x2.500x12mm, podent-se tallar amb les mides desitjades, acabats en color "Blanc crema N°154" de textura llisa, que ofereixen molt bona resistència a la intempèrie, als impactes i al foc.

L'acabat exterior de façana "Werzalit" consisteix en uns perfils encadellats, de 155mm d'ample, 5.400mm d'allargada màxima i 9mm de gruix, podent-se tallar amb l'allargada necessària, fabricats amb materials derivats de la fusta, i acabats superficialment amb textures que imiten a la fusta natural, sent resistents a la intempèrie.

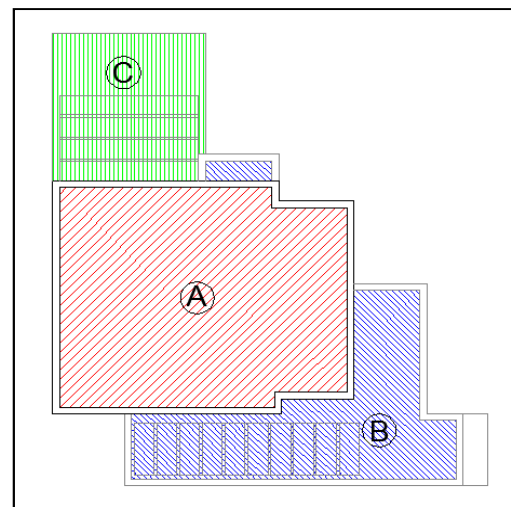
FAÇANA VENTILADA		
Càlcul transmitància façana		
Material	Gruix (m)	λ (W/mK) ³
Rse		0,04
Rsi		0,13
Panell sandvix amb poliuretà	0,040	0,023
Llana de roca	0,046	0,032
Placa de guix laminar (PYL)	0,015	0,25
Resistència tèrmica	3,407 m²k/W	
Transmitància tèrmica:	0,294 W/m²k	



El diagrama mostra una secció transversal de la façana ventilada amb les següents dimensions: 9mm (guix interior), 47mm (llana de roca), 40mm (panell sandvitx), 46mm (muntant metàl·lic) i 15mm (guix exterior). La mida total de la capa exterior és de 157mm. Les etiquetes 1, 2, 3 i 4 indiquen les diferents capes de la façana.

Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmitància tèrmica.

- Cobertes:** La vivenda presenta tres tipus de coberta diferents: la coberta principal de la vivenda que forma el sostre de la planta pis (A), el sostre format pel terra de la terrassa dels dormitoris exterior i el sostre de la pèrgola del menjador (B), i la coberta corresponent al porxo d'aparcament dels vehicles (C).



La coberta principal de la vivenda (**A**), corresponent al sostre de planta pis, és plana no transitable acabada amb capa de graves. Està formada per aïllament tèrmic amb panell sandvitx d'acer de 60mm d'espessor amb ànima de poliuretà (1) estès sobre el forjat col·laborant, làmina impermeabilitzant EPDM (2) i acabat amb grava de canto rodat de 5cm d'espessor (3), sobre una capa separadora de feltre sintètic (geotèxtil) i xapa de remat i impermeabilitzant perimetral.

COBERTA PLANA NO TRANSITABLE ACABADA AMB GRAVES			
	Càlcul transmissió coberta		
	Material	Gruix (m)	λ (W/mK)
Rse			0,04
Rsi			0,10
Formigó armat	0,070		2,30
Panell sandvix amb poliuretà	0,060		0,023
Impermeabilització	0,0035		0,25
Resistència tèrmica	2,793 m²k/W		
Transmissió tèrmica:	0,358 W/m²k		

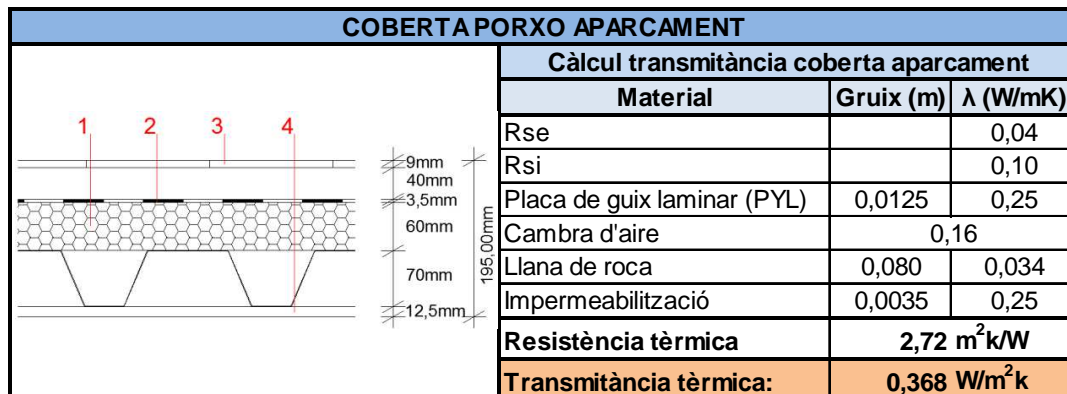
Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmissió tèrmica.

La coberta formada pel terra de la terrassa exterior i la del sostre de la pèrgola que dona a la zona del menjador i a l'hora que també forma el terra de la terrassa (**B**), està formada per un panell sandvitx d'acer de 60mm d'espessor sobre el forjat col·laborant (1), sobre el qual s'hi estén una làmina impermeabilitzant EPDM i una capa separadora de poliestirè extrudit (fonpex) (2). L'acabat està format per un paviment de morter de 60mm (3) i acabat superficial amb rajoles ceràmiques de 45x45x2cm tipus *Cicogres* o similar (4). El sostre de la pèrgola està acabat per la zona inferior amb fals sostre continu format per plaques laminades de ciment tipus *Aquapanel Outdoor* o similar.

FORJAT TERRASSA EXTERIOR I SOSTRE PÈRGOLA			
	Càlcul transmissió forjat terrassa		
	Material	Gruix (m)	λ (W/mK)
Rse			0,04
Rsi			0,10
Formigó armat	0,070		2,30
Panell sandvix amb poliuretà	0,060		0,023
Impermeabilització	0,0035		0,25
Paviment de morter	0,060		0,41
Acabat ceràmic	0,020		1,30
Resistència tèrmica	2,95 m²k/W		
Transmissió tèrmica:	0,338 W/m²k		

Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmissió tèrmica.

El sostre del porxo d'aparcament dels vehicles (**C**) està format per una coberta deck amb xapa grecada d'acer galvanitzat, aïllament amb llana de roca de 60mm (1), làmina impermeabilitzant EPDM (2) i el mateix acabat superficial amb els panells "Euronit" que a façana (3). Per la part interior, presenta un fals sostre continu format per plaques laminades de ciment tipus *Aquapanel Outdoor* o similar (4), pintat amb pintura plàstica antifongs de primera qualitat, de color blanc acabat mat.



Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmitància tèrmica.

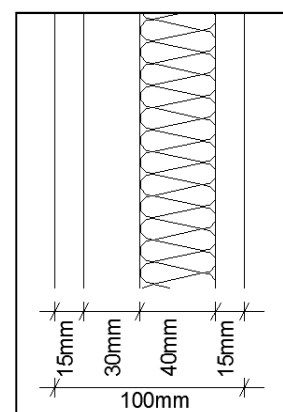
- **Fusteria exterior:** L'edifici disposa de finestres i balconeres, correderes i fixes, d'alumini acabat lacat en color negre, amb ruptura de pont tèrmic i amb farratges bicromats de penjar i de seguretat.

La fusteria disposa de doble vidre amb cambra d'aire intermèdia, tipus *Climalit 3+3/12/6* o similar, amb làmina PVB estàndard de 0,38mm a l'interior i vidre temperat colorejat de color gris a l'exterior. En les finestres i balconeres correderes de major tamany, el vidre serà 4+4/12/6 amb les mateixes característiques esmentades.

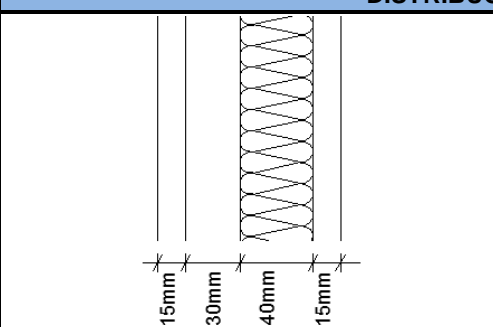
Les persianes són enrotllables motoritzades de lames mini de PVC de 34mm de gruix i caixó mini de PVC (alumini en correderes), tot en un.

Porta principal batent, llisa, amb part fixa, realitzada amb perfil d'alumini amb ruptura de pont tèrmic de poliuretà, lacada de color negre a l'interior i folrada amb vidre a l'exterior, xarneres de seguretat llargues i pany de seguretat de tres punts.

- **Divisions interiors:** Les distribucions de la vivenda estan realitzades amb envans de *PLADUR METALL 100/600 (70)N*, formats per placa de cartró guix de 15mm de gruix, un muntant



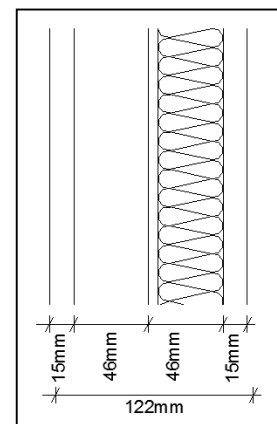
vertical de 70mm amb capa de llana de roca de 40mm i una altra placa de cartró guix de 15mm.

DISTRIBUCIONS INTERIORS			
	Càlcul transmitància distribucions interiors		
	Material	Gruix (m)	λ (W/mK)
	Rse		0,13
	Rsi		0,13
	Placa de guix laminar (PYL)	0,015	0,25
	Cambrà d'aire	0,030	0,17
	Llana de roca	0,040	0,032
	Placa de guix laminar (PYL)	0,015	0,25
	Resistència tèrmica	1,81 m²k/W	
	Transmitància tèrmica:	0,554 W/m²k	

Anàlisi tèrmic: valors de la resistència i transmitància tèrmica.

En zones humides els envans són de *PLADUR METALL 122/400(46+46)WA-WA*, formats per capa de cartró guix WA de 15mm de gruix, dos muntants verticals de 46mm amb capa de llana de roca de 40mm i una altra capa de cartró guix WA de 15mm.

Els fals sostres són continus de cartró guix, pintats amb pintura plàstica llisa color blanc mat, en tota la vivenda excepte en les zones humides, on el fals sostre continu de cartró guix serà hidròfug, pintat amb pintura plàstica antifongs de color blanc mat.



A l'exterior, el fals sostre continu està format per plaques laminades de ciment tipus *Aquapanel Outdoor* o similar, pintat amb pintura plàstica antifongs de primera qualitat, de color blanc acabat mat.

- **Paraments interiors:** Els paraments verticals i sostres interiors estan acabats amb pintura plàstica llisa de color blanc acabat mat.
Els banys estan enrajolats amb alumini lacat en color negre mat i vidre lacat en color negre.
- **Paviments:** Es proposen diferents tipus de paviment a escollir pel propietari:
 - Paviment ceràmic, realitzat amb peces de 45 x 45cm model *CORTEN* de la marca *Cicocres* o similar.
 - Paviment de parquet laminat, de la marca *Tarkett* o similar.
 - Paviment de linòleum.

- **Fusteria interior:** Les portes de pas són batents, de fusta laminada en blanc, amb tapajuntes llisos de DM acabades del mateix color.
Porta principal batent, llisa, amb part fixa, realitzada amb perfil d'alumini amb ruptura de pont tèrmic de poliuretà, lacada de color negre a l'interior i folrada amb vidre a l'exterior, xarneres de seguretat llargues i pany de seguretat de tres punts.
Fronts d'armari amb portes lacades en color blanc brillant, realitzades amb taulers de DM de 19mm de gruix.
- **Bany:** Lavabos de porcellana vitrificada, sobre taulell, en blanc model *JAM 460* de *NOKEN PORCELANOSA* o similar.
Banyera acrílica per encastar, amb disseny de doble esquena, desaigua centrat, model *SP ONE BASIC BB* de *SYSTEMPOOL PORCELANOSA* o similar, de dimensions 170x70cm, amb mampara.
Plat de dutxa acrílic extraplà (5,50cm d'alçada) model *ARQUITECT BASIC BB* de *SYSTEMPOOL PORCELANOSA* o similar, de dimensions 120x70cm, amb mampara.
Vàters de porcellana vitrificada en blanc, de tanc baix i bidet de porcellana vitrificada en blanc, model *BELA* de *NOKEN PORCELANOSA* o similar.
Taufells en fòrmica de color negre.
Griferia monocomandament model *ACRO N* de *PORCELANOSA* o similar.
Miralls de 6mm.
- **Cuina:** La cuina té mobiliari de melamina i taulells de fòrmica.
Electrodomèstics marca *Aspes* o similar: forn, vitroceràmica i campana extractora.
Aigüera de la marca *Teca* model *Universo* o similar.
Griferia monocomandament *BELA* de *NOKEN PORCELANOSA*.
- **Fontaneria i sanejament:** La distribució de AFS i ACS està realitzada amb canonades de polietilè reticulat, amb claus de pas a l'entrada a cada quarto humit i claus d'esquadra en cada aparell.
Els desaigües dels aparells estan realitzats amb canonades de PVC i els baixants estan realitzats amb canonades de PVC de doble paret, per tal de millorar l'aïllament acústic.
- **Calefacció i ACS:** La calefacció de la vivenda es realitza mitjançant radiadors elèctrics tipus *COINTRA* o similar. Amb panells solars a coberta o termoxemeneia per cobrir el percentatge exigít d'aigua calenta sanitària.

- **Ventilació:** S'instal·larà un sistema dinàmic d'extracció d'aire en les zones amb major producció d'olors (rentador, banys i cuina). El cabal extret és dirigit a coberta, des del qual s'expulsa l'aire mitjançant un conducte ubicat a favor del sentit del vent dominant.
La cuina disposa de campana extractora.
- **Electricitat:** Els mecanismes elèctrics són de la marca *Niessen* o similar en color gris antracita o blanc segons el color de la paret.
El quadre general elèctric amb elements de protecció de primera qualitat.
- **Il·luminació:** La il·luminació està realitzada mitjançant downlights empotrats model *Ring* de *Lamp* o similar en totes les estances de la vivenda.
- **Telefonia i TV:** Línia telefònica amb preses en totes les estances principals de la vivenda.
Doble canalització de TV, amb preses en totes les estances principals de la vivenda, una d'elles instal·lada amb cable coaxial i l'altra amb guia per instal·lació d'altres sistemes de TV per part del client.
Canalització de xarxa local amb preses en totes les estances principals de la vivenda.

2.5. MODIFICACIONS RESPECTE AL PROJECTE BÀSIC

Degut als canvis realitzats en l'envoltant de la vivenda i en les noves instal·lacions definides, per tal de fer la vivenda proposada més eficient energèticament (explicats en els apartats següents del treball), s'han de realitzar algunes modificacions respecte el projecte bàsic definit. Aquestes modificacions són les següents:

- Degut a que es realitzarà una coberta enjardinada i, a més, es col·locaran conductes solars en aquesta coberta, s'haurà de preveure un accés a aquesta per tal de poder realitzar el seu manteniment. Aquest accés s'obindrà mitjançant la col·locació d'una escala metàl·lica amb aros de protecció, col·locada arran de paret, en la terrassa que dona als dormitoris de la vivenda.
- A causa de la maquinària necessària per al correcte funcionament de les diverses instal·lacions renovables definides en els apartats següents del treball, es fa necessari disposar d'un espai interior per a albergar-les. Degut a que el model de vivenda prefabricada escollida no disposa d'una estança per a aquesta finalitat, s'ha decidit establir l'estança destinada a rentador com a sala de màquines.

2.6. SISTEMES PASSIUS D'ESTALVI ENERGÈTIC

Els sistemes passius d'una vivenda, són aquells que aprofiten les condicions climàtiques i de l'entorn de la zona on aquesta està ubicada, per tal d'aconseguir el major aprofitament possible d'aquests recursos i reduir al màxim el seu consum energètic.

El disseny passiu d'una vivenda suposa incorporar solucions arquitectòniques i constructives adequades al clima i l'ecosistema de la zona on s'ubicarà l'edifici, per tal d'aconseguir un confort interior per si sol, de forma gratuïta i reduint les aportacions que suposin consum energètic. Aquestes solucions depenen de les condicions de clima general de la zona i el microclima de l'entorn on està ubicat l'edifici, de les característiques físiques del solar (topografia del terreny, entorn on es troba la vivenda: natural o edificat, infraestructures, vegetació existent en la zona, aigua, ecosistema, etc.) i de la correcta implantació de l'habitatge, aprofitant les condicions beneficioses de l'ambient exterior i protegint-lo de les que no ho son.

Tenint present que les condicions de confort són diferents a l'hivern respecte a l'estiu, al igual que ho son per climes humits o climes secs, s'hauran d'adoptar estratègies que ens permetin aconseguir el confort adaptant-se a les condicions de cada estació i clima. Per controlar les necessitats energètiques, a l'hivern es tracta de limitar les pèrdues de calor, mitjançant un bon aïllament i promoure els guanys tèrmics, mitjançant una bona orientació de la vivenda o dissenyant-la per tal que aquesta tingui inèrcia tèrmica, en canvi, a l'estiu es tracta d'aconseguir el contrari, és a dir, limitar els guanys tèrmics, realitzant proteccions i un control solar, i facilitar les pèrdues, a través d'una bona ventilació de la vivenda.

Cal destacar que el consum principal dels edificis residencials prové de la xarxa de climatització, seguit de la producció d'aigua calenta sanitària, dels electrodomèstics i finalment de la il·luminació.

Darrerament, cal dir que per tal d'aconseguir un consum energètic reduït cal que, a més de la incorporació dels sistemes passius, els usuaris de la vivenda facin un consum responsable de l'energia que utilitzen.

En aquest apartat es descriuen diferents aspectes passius que cal considerar per tal d'aconseguir un major estalvi energètic i construir una vivenda que sigui més eficient energèticament.

2.6.1. DESCRIPCIÓ DEL MICROCLIMA DEL MUNICIPI

La temperatura mitjana de Caldes de Malavella, és de 8°C a l'hivern, de 23°C a l'estiu, i de 15°C a la primavera i a la tardor.

L'època de l'any en que es produeixen més precipitacions és en els mesos de tardor i hivern amb una mitja de 15mm/m².

La humitat relativa a l'hivern és del 74,50% i a l'estiu és del 67,60%.

La direcció predominant del vent és de sud-est cap al nord-oest, i aquest sol tenir una velocitat mitjana de 16,00Km/h.

La població es troba a 84m sobre el nivell del mar.

2.6.2. PÈRDUES CALORÍFIQUES DELS TANCAMENTS (AÏLLAMENT TÈRMIC)

Un edifici amb un aïllament insuficient necessita més energia per mantenir la temperatura del seu interior i es refreda més ràpidament quan se'n va la font de calor. D'aquí radica la importància de dissenyar una envoltant de la vivenda de manera que es produeixin poques pèrdues calorífiques i es mantingui la calor en l'interior, és a dir, cal dissenyar uns tancament amb una transmitància tèrmica quant més baixa millor i sempre per sota dels límits establerts en la normativa vigent (actualment el CTE-DB-HE1, versió del 2013), així com cal vigilar amb els ponts tèrmics que es puguin presentar, per tal de mantenir una temperatura interior de confort.

Un aïllament col·locat de manera deficient genera ponts tèrmics i pot provocar l'aparició de condensacions en l'interior de la vivenda i altres patologies derivades. Per evitar aquestes situacions, la millor solució és donar continuïtat a l'aïllament en les trobades entre forjat i façanes i en altres llocs conflictius que es puguin donar en el nostre edifici. La col·locació de barreres de vapor a la cara calenta del tancament, protegeix de les condensacions intersticials. És important aïllar els forjats exteriors, que en la seva part superior, tenen un espai interior habitable (forjats o soleres en contacte directe amb el terreny o en cambres sanitàries).

Cal tenir present que, l'estalvi energètic aconseguit en la vivenda augmenta en funció del gruix de l'aïllament tèrmic (quant més gruix, més estalvi), però aquest ho fa d'una manera decreixent. És a dir, el primer centímetre d'aïllament té una repercussió major que el segon, el segon major que el tercer i així consecutivament. Per un tancament determinat, en una localitat i orientació fixades, hi ha un espessor òptim d'aïllament a partir del qual un augment del seu espessor comporta un estalvi d'energia que no justifica l'augment de cost lligat a aquest augment d'aïllament.

Als tancaments on el problema és el sobreescalfament a l'estiu, principalment a les façanes est i oest i a les cobertes, degut a la situació del sol en aquesta època de l'any, el més eficient és col·locar cambres d'aire ventilades en les façanes, ja que aquestes milloren la transmissió tèrmica

i faciliten el control energètic. Per aconseguir els efectes de refredament a dins de la cambra d'aire, és important que aquesta estigui realment ventilada per tal d'assegurar el tiratge tèrmic.

Un altra sistema per aconseguir un confort tèrmic interior, és dissenyar l'edifici amb inèrcia tèrmica, de manera que la pròpia construcció actuï com a regulador tèrmic, és a dir, que acumuli calor a l'hivern i la dissipï a l'estiu. Això és possible si els elements constructius tenen inèrcia tèrmica (capacitat d'un material per acumular i cedir calor). En principi, contra més massa tingui el mur, més poder d'acumulació de calor tindrà, però no sempre uns murs excessivament gruixuts funcionaran més bé, ja que especialment en climes freds i a l'hivern, pot no arribar a escalfar-se interiorment tot ell i, per tant, pot agafar la calor que ha acumulat per escalfar-se ell mateix abans de cedir-la a l'ambient. Els elements amb inèrcia tèrmica fan de dissipadors de la radiació calorífica directa, emmagatzemant l'energia i evitant sobreescalfaments, per tal d'alliberar-la cap a l'interior quan la temperatura ambient sigui baixa.

Cal tenir molt presents les finestres i altres obertures amb l'exterior que pugui presentar l'edifici, ja que, a més de tenir una funció estètica, com permetre tenir visió de l'exterior o el pas de la llum natural, són elements, a través dels quals, es perd o es guanya grans quantitats de calor, al presentar un coeficient global de transmissió del calor molt elevat i, conseqüentment, permetre el pas de la calor a través seu d'una manera molt més fàcil que la resta de tancament, pel que s'hauran d'escollir solucions que ens permetin reduir aquests intercanvis de calor entre l'interior i l'exterior de la vivenda. Per tal de reduir els guanys solars a través de les obertures, es recomana utilitzar vidres dobles amb cambra d'aire i que aquests siguin de baixa emissivitat i col·locar persianes o porticons, preferiblement col·locades per la part exterior, per tal de controlar la radiació lumínica i aconseguir un ambient immediat més confortable. També cal tenir present l'estanquitat d'aquests elements, ja que la infiltració a través seu de grans quantitats d'aire també comporta pèrdues calorífiques interiors.

Finalment també cal considerar el color i la rugositat de l'acabat exterior de façana. Els colors foscos absorbeixen més la radiació solar que els colors clars i per tant, permetran una major transmissió de la calor a l'interior. Els colors clars permeten aprofitar més la il·luminació incident.

2.6.3. UBICACIÓ I ORIENTACIÓ

Abans de construir en un solar, s'han de conèixer les característiques ambientals de l'entorn, per tal de tenir-les presents en la definició arquitectònica i constructiva de la vivenda, i permetre que aquesta pugui aprofitar al màxim les condicions naturals que suposin un millor comportament energètic i mediambiental.

La ubicació i la orientació en que es disposi la vivenda afectarà principalment a la radiació solar i als fluxos de vent que podem rebre. Els aspectes més importants a considerar a l'hora d'emplaçar un edifici són l'altitud relativa, la pendent de la zona, el vent (per la seva capacitat d'infiltrar-se i provocar pèrdues tèrmiques o de refredar la superfície exterior dels tancaments), el clima (vents, precipitacions, temperatures, radiació solar, humitat relativa, etc.), la proximitat de vegetació, la proximitat d'una massa d'aigua o l'emplaçament en una ciutat (forma dels carrers, presència d'edificacions veïnes, posició dels edificis adjacents, etc.). Aquests aspectes influeixen principalment sobre la humitat i la temperatura de la zona.

S'ha de tenir en compte la orientació geogràfica en que es disposarà la vivenda i les condicions climàtiques de la zona, per tal d'obtenir un aprofitament màxim, ja que segons com orientem l'edifici, ens variarà la radiació solar i l'exposició al vent que podem rebre, i això, alhora, ens afectarà a la temperatura i humitat que podem obtenir.

Cadascuna de les orientacions geogràfiques presenta unes condicions de radiació solar i d'exposició al vent diferents que afecten a la temperatura i humitat ambiental. Una bona orientació augmenta els guanys solars a l'hivern i els disminueix a l'estiu. Les característiques de cada orientació són les següents:

- La zona que més radiació solar rep a l'hivern és la façana sud, i a l'estiu és la coberta. Això es deu a que el sol surt per l'est i es pon per l'oest, realitzant la seva trajectòria per la orientació sud a l'hivern. A l'estiu la seva trajectòria és més elevada, degut a la inclinació de la terra.
- La façana sud rep aproximadament tres vegades més radiació a l'hivern que a l'estiu i la coberta rep aproximadament quatre vegades i mitja més radiació a l'estiu respecte a l'hivern.
- Les façanes orientades a l'est i a l'oest reben dues vegades i mitja més radiació a l'estiu que a l'hivern, per tant caldrà tenir presents les proteccions solars en aquestes orientacions. L'est rep el sol del matí i l'oest el de la tarda.
- Les façanes orientades cap al sud-est i cap al sud-oest reben una radiació solar similar al llarg de tot l'any.
- La façana nord, és la orientació que menys radiació directa rep, i aquesta només es produeix a l'estiu.

Un cop coneguts els aspectes de cada orientació, podem concloure que la orientació més favorable és cap al sud, ja que és la orientació que ens proporcionarà més guanys solars a l'hivern, i a l'estiu ens podrem protegir d'aquests mitjançant sistemes tals com ràfecs o lames horitzontals. També és necessari la col·locació de proteccions en les obertures de les façanes est i

oest, per tal de protegir-se de la radiació solar a l'estiu. Finalment, caldrà controlar les obertures directes amb la coberta (claraboies, lluernaris, etc.), ja que a l'estiu faciliten els guanys tèrmics.

A més de la orientació, hi ha altres aspectes que ens influeixen en la radiació solar que podem rebre, com la presència d'edificacions veïnes o l'altitud a la qual es troba l'edifici. L'existència d'edificacions veïnes en alçada provocarà la projecció d'ombres i conseqüentment ens disminuirà la radiació solar i la llum directa rebudes.

A part de la radiació solar, un terreny ben ubicat, ens permetrà una bona ventilació de l'interior de la vivenda, evitant patologies tals com condensacions o l'aparició de fongs, i produint una sensació de temperatura agradable, ja que la ventilació natural fa disminuir la sensació del calor en les persones degut a l'efecte evaporatiu que produeix sobre la nostra pell.

El vent és un altra paràmetre important a l'hora de quantificar els consums energètics de l'edifici degut a la capacitat que té d'infiltrar-se a l'interior i de refredar les superfícies exteriors dels tancaments de l'edifici. La ventilació va molt lligada amb la refrigeració natural.

La presència d'aigua i/o vegetació afavoreix la formació de fluxos de vent, pel que un edifici proper a la costa o a un riu tindrà més bona circulació d'aire, en canvi, una zona amb alta densitat edificatòria o una topografia del terreny molt irregular fan disminuir l'efecte del vent.

L'existència d'obertures en façanes oposades en la vivenda produeix corrents d'aire que afavoreixen la ventilació natural d'aquesta, especialment en les orientacions nord i sud, ja que són les que presenten més diferència de temperatura i per tant, generen més moviment de l'aire per diferència de pressió i temperatura. La distribució interior de l'edifici i les seves fusteries, han de permetre la circulació de les corrents d'aire entre les diferents estances.

Ens els espais exteriors, és recomanable utilitzar vegetació autòctona adequada a les condicions climàtiques de la zona i resistent a la manca d'aigua. La vegetació utilitzada es pot combinar amb espècies de fulla caduca i de fulla perenne de forma que es creïn ombres durant l'estiu o durant tot l'any, segons l'efecte que interressi obtenir. Utilitzar la vegetació adient ofereix més protecció solar i permet dirigir els fluxos de vent, atenent a les característiques que es vulguin aconseguir.

Amb la incorporació d'alguns tipus de vegetació (gespes) o d'elements d'aigua (estancs), cal tenir present que, per una banda, milloren el microclima de l'entorn de l'edificació al absorbir grans quantitats de radiació, reduint la temperatura de l'aire i del sòl gràcies a l'evaporació contínua que mantenen, però per l'altra banda, poden generar un consum d'aigua molt elevat i elevar la humitat relativa de l'ambient.

2.6.4. FORMA I VOLUM

Cadascuna de les tipologies edificatòries (edifici aïllat o entre mitgeres, en alçada o en extensió, etc.) té una superfície d'exposició de tancaments amb l'ambient exterior i un comportament tèrmic diferent. La forma de l'edifici ha de ser el resultat de considerar les variables del clima i del microclima de la zona on el volem ubicar.

La forma de l'edifici determina la superfície de tancament que està en contacte directe amb l'ambient exterior i, per tant, que es veu directament afectada per la radiació solar i per l'exposició al vent, sent un indicador de les pèrdues o guanys que es produeixen entre l'interior i l'exterior. Quanta més superfície hi hagi en contacte amb l'exterior, més intercanvis tèrmics hi hauran.

La forma de l'edifici dependrà del clima de la regió i del microclima derivat de la ubicació de l'edifici. En climes càlids, interessa que els edificis siguin compactes i amb gran inèrcia tèrmica i en climes freds precisen d'un bon aïllament i control de les infiltracions d'aire.

2.6.5. IL·LUMINACIÓ NATURAL

Un altra paràmetre de confort en les vivendes és el confort lumínic. Una vivenda ben il·luminada i amb una llum de qualitat permetrà que els seus usuaris puguin gaudir d'aquesta i realitzar les diferents activitats que s'hi realitzen d'una manera més confortable.

La qualitat i la quantitat de llum que entra per les obertures varia en funció de l'accés a la llum (obstacles com edificacions veïnes provoquen ombres projectades i eviten rebre una il·luminació solar directa), de les dimensions, la disposició i la forma d'aquestes obertures (incideix sobre el repartiment de la llum a l'interior) i de la seva orientació. La façana sud rep llum directa blanca la majoria del temps mentre que la façana nord rep llum indirecta i estable. En les façanes est i oest hi ha molta diferència en la llum que reben en funció de l'hora del dia: a l'est la llum és directa les primeres hores del dia i a l'oest les darreres, vermellosa i direccional, i la resta del dia la llum és indirecta, estable i blavosa. La coberta rep llum directa pràcticament durant tot el dia.

La quantitat i la qualitat de llum que ens entra a la vivenda, com és evident, també depèn de les condicions climàtiques que hi hagi: en un dia ennuvolat hi haurà menys il·luminació natural que en un dia totalment assolellat.

Existeixen diferents solucions i sistemes per captar la llum natural sense haver d'augmentar la superfície d'envidrament de la vivenda, com són:

- Les safates de llum: pantalles horitzontals reflectants, col·locades a l'exterior, sota les obertures, per reflectir la llum cap a l'interior.
- Els conductes de llum: són conductes amb un recobriment interior altament reflectant, que capten la llum natural a la coberta de l'edifici i, mitjançant reflexions interiors, la condueixen cap a zones interiors de la vivenda que reben poca il·luminació.



Conductes de llum solar. Font: Catàleg tècnic "Espacio Solar"

- Lluernaris i claraboies: obertures realitzades a la coberta.



Pati interior a l'esquerra, lluernari a la dreta i sistema d'heliòstats a sota. Font: www.fondarquitectura.com i Catàleg tècnic "Espacio Solar".

- Patis interiors: la quantitat de llum que capten depèn de les dimensions d'aquest i de la col·locació o no de sistemes que permetin augmentar la llum que arriba (com els heliòstats).



Segons la Norma Tècnica de l'Edificació NTE-QLC/1973, el nivell d'il·luminació dels espais d'una vivenda és de 100LUX en els vestíbuls, passadissos, banys, garatges i magatzems, i de 200LUX en les escales, cuines, dormitoris i sales d'estar.

2.6.6. OBERTURES I PROTECCIONS SOLARS

En un edifici, les finestres i altres obertures amb l'exterior, com les claraboies en les cobertes, són elements de gran afectació en el seu funcionament tèrmic i al confort lumínic del seu interior. Són elements de captació solar directa, de ventilació natural i d'entrada de llum natural. Ofereixen una major facilitat a l'hora de deixar passar la calor, pel que les pèrdues calorífiques són sempre més importants que a la part opaca del tancament. Formen una discontinuïtat del tancament i, per tant, un pont tèrmic important en aquest, pel que caldrà controlar la seva superfície, forma i situació i el seu coeficient global de transmissió de calor (del conjunt vidre + marc).

Una obertura ha de conservar el calor a l'hivern i el fred a l'estiu per tal de permetre un estalvi en la climatització de la vivenda. És per aquest motiu que les fusteries de les finestres metàl·liques que s'instal·lin en una vivenda han d'incorporar ruptura de pont tèrmic, sistema mitjançant el qual s'evita el contacte entre la cara interna i l'externa de la fusteria. Una finestra amb tall de pont tèrmic també evita la formació de condensacions en la seva superfície, al elevar la temperatura del perfil interior. A més de la fusteria, també és convenient utilitzar un vidre que ens redueixi les pèrdues de calor i que deixi passar la llum natural. És recomanable utilitzar vidres dobles amb cambra d'aire interna i que aquests siguin de baixa emissivitat.

La situació de finestres en façanes d'orientació sud ($\pm 15^\circ$) és l'òptima per a la captació directa de la radiació solar, garantint assolellament durant la major part del dia. A l'estiu caldran proteccions solars per evitar sobreescalfaments. En les façanes d'orientació nord les obertures han de ser petites, per evitar les pèrdues de calor interiors. A les façanes est i oest cal tenir molta cura de les proteccions solars, especialment a l'estiu per tal d'evitar un excés de calor, a l'est les primeres hores del dia i a l'oest a les últimes. A la coberta s'han d'evitar les claraboies i lluernaris sense protegir, ja que és un dels tancaments que més radiació solar rep i consegüentment que ens proporcionarà més guanys.

A l'hora de projectar les obertures d'una vivenda, caldrà preveure sistemes, tals com persianes, vidres foscos o reflectants, tendals, etc., per tal de controlar les pèrdues tèrmiques a l'hivern, el sobreescalfament a l'estiu i la ventilació. En les obertures exposades al fred cal controlar les dimensions, han de tenir aïllaments mòbils (per exemple persianes) i han d'evitar les infiltracions d'aire. En les obertures exposades al sol cal la col·locació de proteccions solars contra la radiació directa (ràfecs, porxos, etc.) i respecte la radiació difosa i reflectida mitjançant persianes o altres elements que realitzin la mateixa funció. Les solucions de murs i cobertes transparents i de porxos i galeries exteriors als tancaments de la vivenda que realitzin la funció d'hivernacle, són recomanables en climes freds, no en climes temperats (com és el nostre cas) a on es poden produir sobreescalfaments a l'estiu.

Una bona estanquitat dels habitatges a les infiltracions d'aire exterior és un criteri fonamental per aconseguir un estalvi energètic, ja que, a l'hivern, aquest s'emporta la calor interior, pel que haurà de ser aportada de nou pel sistema de calefacció de la vivenda, i a l'estiu, per una banda aporta l'aire calent de l'exterior, fet que volem evitar per mantenir una temperatura confortable interior, però per l'altra banda ens aporta ventilació creant una sensació de temperatura agradable. Aproximadament, les pèrdues de calefacció per ventilació d'un habitatge ben aïllat està entre el 30% i el 40%, sigui per ventilació voluntària, de renovació natural de l'aire o per infiltracions de les obertures. Una estanquitat excessiva limita les renovacions d'aire i perjudica la qualitat de l'aire interior, s'acumula la quantitat de CO₂ provinent de la respiració humana, la humitat interior, afavorint a les condensacions, i augmenta la concentració de partícules i compostos volàtils. És recomanable utilitzar fusteries de classe A-2 o A-3.

La col·locació de proteccions solars en les obertures de la vivenda facilita el control de la captació de la radiació solar durant tot l'any, especialment a l'estiu evitant el sobreescalfament. Aquestes proteccions poden ser fixes o mòbils, la seva utilització dependrà de la ubicació de l'obertura i dels efectes que ens interessa obtenir. Elements externs a l'edifici com la vegetació externa milloren el microclima exterior.

En els climes temperats, com és el nostre cas, en els quals les condicions climàtiques varien molt al llarg de l'any, és bo la incorporació a les façanes dels elements necessaris per adaptar-se al grau d'assolellament, ventilació o aïllament desitjats. A l'hivern es busca la protecció dels efectes de la llum i no del calor, pel que és adequat col·locar els elements de control solar a la cara interior del vidre, al contrari que passa a l'estiu, quan es busca la protecció de la calor i per tant, s'han de col·locar a la cara exterior del vidre, i millor separat, per tenir un entorn immediat més fresc.

És convenient la combinació adequada d'elements de protecció solar fixes i mòbils. Les proteccions fixes, tipus voladissos i porxos, són adequades en orientacions sud. Les proteccions mòbils exteriors, tals com tendals, persianes, porticons o umbracles, són adequades en orientacions sud i en orientacions est i oest són més adequades les proteccions verticals tipus pantalles (persianes amb lames orientables verticals).

2.7. PROPOSTA DE MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LA VIVENDA

Considerant els aspectes d'estalvi energètic descrits per tal d'aconseguir una vivenda més eficient energèticament, a continuació s'especifiquen diferents solucions i modificacions que s'incorporaran i es realitzaran a la vivenda objecte d'estudi per tal de poder aconseguir una millora de les seves prestacions tèrmiques i de confort.

2.7.1. MILLORA DE L'ENVOLVENT DE LA VIVENDA

Amb l'objectiu de millorar els tancaments proposats en el projecte bàsic de la vivenda prefabricada (descrits a l'apartat 2.4.1. *Memòria de qualitats proposades*) i tenint presents els principis descrits en l'apartat 2.6, s'han estudiat diferents composicions de façana, coberta, forjats i divisions interiors, així com els materials empleats en aquests, per tal d'obtenir una millora en les seves prestacions tèrmiques i acústiques, obtenint així una reducció de les pèrdues calorífiques i consegüentment reduint el consum energètic de la vivenda.

Es milloraran els tancaments de façana, coberta principal, forjat terrassa exterior, forjat terra planta baixa i forjat terra planta pis, ja que són els tancaments que han de mantenir les condicions tèrmiques de l'interior de la vivenda. La coberta del porxo d'aparcament i les distribucions interiors es deixaran tal com planteja el projecte bàsic.

El projecte bàsic dona a escollir altres materials d'acabat no previstos en aquest estudi, ja que s'han seleccionat els mes oportuns per tal de realitzar-lo. Es proposen altres materials d'acabat com vidre negre per a la façana, paviments a base de parquet o linòleum, etc. que es podrien substituir pels proposats en el treball respectant sempre la distribució donada.

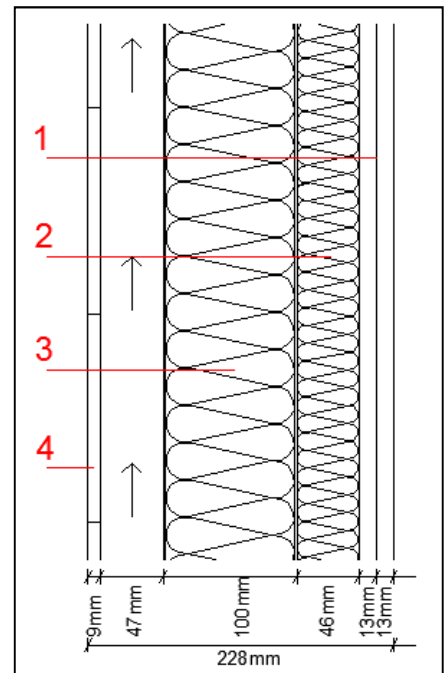
Les solucions adoptades, millorades respecte al projecte bàsic, es descriuen a continuació:

➤ FAÇANA:

La façana és ventilada i està formada per: (Veure detalls muntatge façana a Plànol 2: Distribució planta baixa i Plànol 3: Distribució planta pis)

- 1) Fulla interior formada per dues plaques de guix laminar de 13mm de gruix del tipus *PLADUR N* o similar, subjectades a una estructura de muntants metàl·lics d'acer galvanitzat de 46mm de gruix del tipus *PLADUR* o similar, subjectats entre forjats,
- 2) L'espai que queda entre els muntants, comprès entre el panell sandvitx i les plaques de guix, s'emplenarà amb 46mm de llana de roca de tipus *ISOVER ECO 032* o similar,

- 3) Fulla principal formada per un panell sandvitx d'acer galvanitzat amb ànima de poliuretà de 100mm d'espessor del tipus *PANEL PE PIR* de *POLIURETANOS* o similar, subjectada a l'estructura de muntants metàl·lics d'acer galvanitzat,
- 4) Per la cara exterior, hi anirà el mateix acabat amb plaques del tipus *EURONIT* i *WERZALIT* o similar, previstos en el projecte bàsic, segons zona de façana descrita a plànols, subjectats mitjançant muntants d'acer galvanitzat, formant una cambra d'aire de 47mm.



L'acabat de façana exterior "*EURONIT EQUITONE NATURA*" consisteix en uns panells prefabricats de ciment reforçat, de 1.250x2.500x12mm, podent-se tallar amb les mides desitjades, acabats en color "Blanc crema N°154" de textura llisa, que ofereixen resistència a la intempèrie, als impactes i al foc.

L'acabat exterior de façana "*WERZALIT*" consisteix en uns perfils encadellats, de 155mm d'ample, 5.400mm d'allargada màxima i 9mm de gruix, podent-se tallar a l'allargada necessària, fabricats amb materials derivats de la fusta i acabats superficialment amb textures que imiten a la fusta natural, sent resistents a la intempèrie.

El gruix total de façana és de 331,00mm amb els panells "*EURONIT*" i de 328,00mm amb els panells "*WERZALIT*".

S'ha escollit l'acabat de façana de color blanc per tal de que aquest transmeti millor la llum natural rebuda i, considerant la condició estètica de la vivenda, hi hagi una sensació de bona il·luminació.

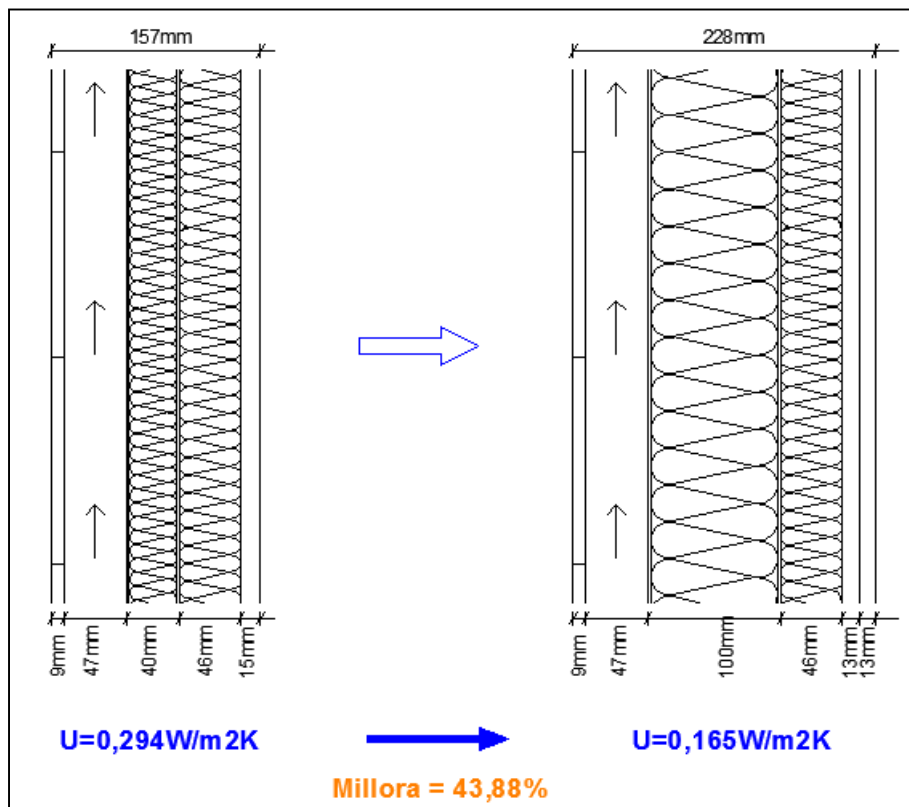
- **Càlcul transmissió:**

FAÇANA VENTILADA		
Càlcul transmissió façana		
Material	Gruix (m)	λ^* (W/mK)
Rse		0,04
Rsi		0,13
Panell sandvitx amb poliuretà	0,100	0,023
Llana de roca	0,046	0,032
Placa de guix laminar (PYL)	0,026	0,25
Resistència tèrmica	6,059 m²k/W	
Transmissió tèrmica:	0,165 W/m²k	
<i>Transmissió proj. bàsic:</i>	<i>0,294 W/m²k</i>	

* Valors de conductivitat tèrmica (λ) extrets de la documentació tècnica del fabricant.

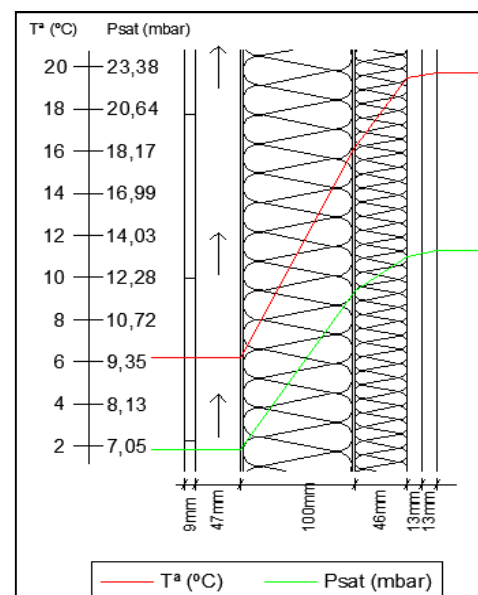
Anàlisi de la millora tèrmica: valors de resistència i transmissió tèrmica.

Com es pot observar, es manté el tipus de façana i la seva composició. La millora l'obtenim en augmentar els gruixos de l'aïllament i en doblar la placa de guix laminar: passem de tenir un panell sandvitx amb ànima de poliuretà de 40mm a tenir-ne un de 100mm i de tenir una placa de guix laminat de 15mm a tenir-ne dues de 13mm (millora acústica). Per tant, gràcies a la millora de les seves característiques tèrmiques, passem de tenir una façana amb una transmitància de $0,294\text{W/m}^2\text{K}$ a tenir-ne una amb una transmitància de $0,165\text{W/m}^2\text{K}$, aconseguint una millora de $0,129\text{W/m}^2\text{K}$, el que representa una disminució de les pèrdues de calor i, conseqüentment, un estalvi energètic, del 43,88% respecte al sistema de façana proposat al projecte bàsic.



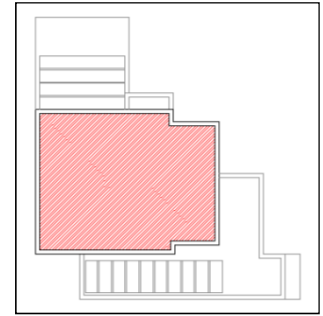
▪ **Comprovació de condensacions:**

Al realitzar el càlcul de condensacions intersticials, segons les especificacions del CTE DB HE 1, comprovem que en la façana no se'ns produeixen condensacions, al no tenir cap punt de la gràfica de pressions per sobre de la gràfica de temperatures (veure càlculs a ANNEX 2. Càlcul de condensacions intersticials als tancaments):



➤ **COBERTA PRINCIPAL:**

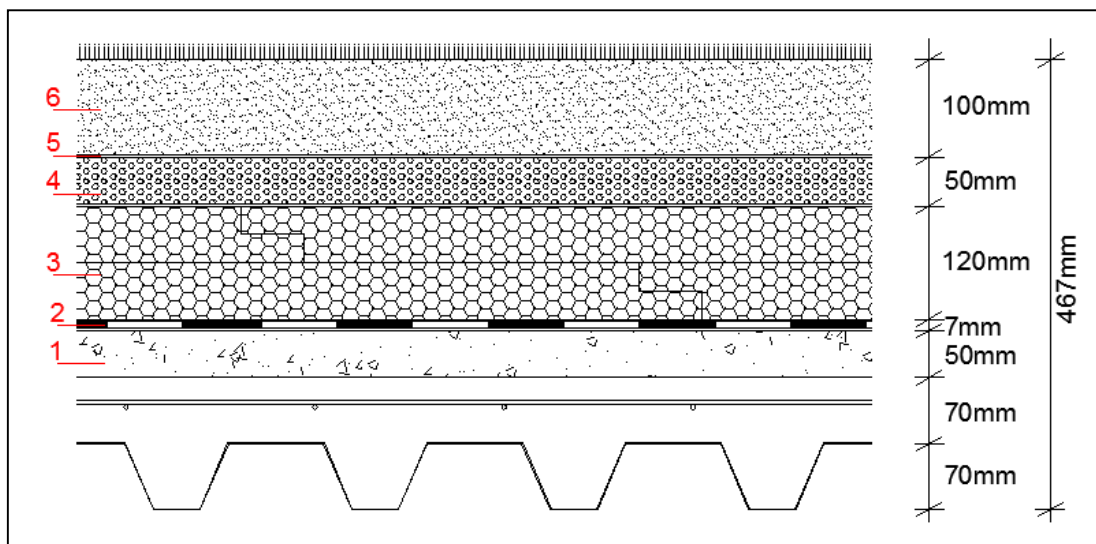
La coberta principal de la vivenda es tracta d'una coberta plana invertida transitable acabada enjardinada. La coberta tindrà com element estructural el forjat col·laborant de xapa grecada d'acer galvanitzat i formigó armat. Aquesta coberta està composta per:



- 1) Formació de pendents realitzada amb morter d'àrids lleugers, utilitzant com a àrid perlita, amb una pendent màxima d'un 3%,
- 2) Doble làmina impermeabilitzant de betum modificat amb elastòmers no protegida LBM(SBS)-30-FP, de 3,5mm de gruix, del tipus *MORTERPLAS SBS FP* de *TEXSA* o similar, estesa entre dues làmines geotèxtils de fibres de polièster model tipus *ROOFTEX* de *TEXSA* o similar,
- 3) Aïllament tèrmic format per dues capes de plaques de polièstirè extrudit (XPS) de 60mm de gruix, formant un gruix total d'aïllament de 120mm, del tipus *ROOFMATE* de *TEXSA* o similar, sobre el qual s'hi estén una altra làmina geotèxtil de separació i de protecció antiarrels, de les mateixes característiques que les anteriors,
- 4) Capa de graves de canto rodat, de 5cm, que realitza la funció de capa drenant,
- 5) Làmina filtrant del tipus *DRENTEX IMPACT GARDEN* de *TEXSA* o similar, i
- 6) Capa de terra vegetal de 10cm de gruix.

En els remats perimetrals de la coberta amb la façana, s'utilitzarà una làmina impermeable autoprotegida amb acabat mineral superficial, del tipus *MORTERPLAS SBS FPV 4kg MIN* de *TEXSA* o similar.

L'enjardinament de la coberta permet millorar l'aïllament tèrmic d'aquesta i protegir la vivenda de la radiació solar directa, evitant sobreescalfaments, especialment a l'estiu.



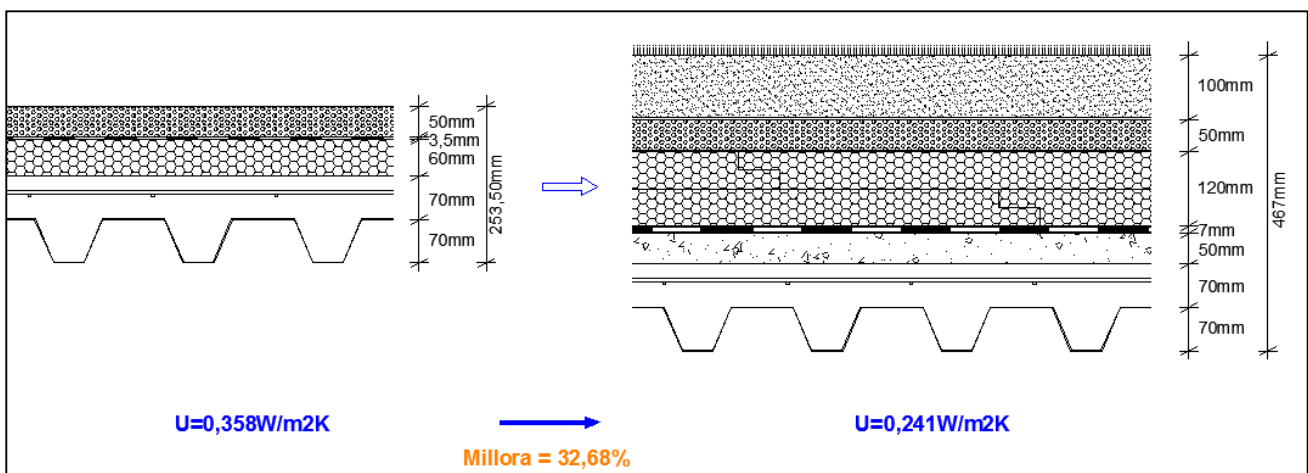
▪ **Càlcul transmissió:**

COBERTA PLANA INVERTIDA ENJARDINADA			
	Càlcul transmissió coberta		
	Material	Gruix (m)	λ^* (W/mK)
	Rse		0,04
	Rsi		0,10
	Formigó armat	0,070	2,30
	Formació pendents	0,050	0,29
	Impermeabilització	0,007	0,23
	Polistirè extrudit	0,120	0,035
	Capa de graves	0,16	
	Terra vegetal	0,100	0,52
	Resistència tèrmica	4,154 m²k/W	
	Transmissió tèrmica:	0,241 W/m²k	
<i>Transmissió proj. bàsic:</i>	<i>0,358 W/m²k</i>		

* Valors de conductivitat tèrmica (λ) extrets de la documentació tècnica del fabricant.

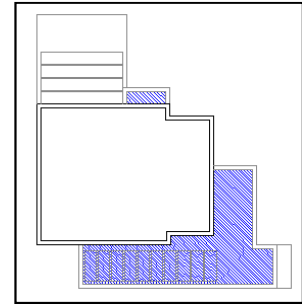
Anàlisi de la millora tèrmica: valors de resistència i transmissió tèrmica.

En aquest cas, es canvia el tipus i la composició de la coberta: passem de tenir una coberta plana convencional amb acabat de graves a tenir una coberta plana invertida enjardinada. La làmina impermeable es dobla i es canvia el tipus i gruix d'aïllament tèrmic: passem d'un panell sandvitx de poliuretà de 60mm a una doble placa de poliestirè extrudit XPS de 60mm (aconseguint un gruix total de 120mm). L'acabat superior consisteix en una capa de graves de 5cm i una capa de terra vegetal de 10cm. Per tant, gràcies a la millora de les característiques tèrmiques d'aquesta coberta, passem de tenir una transmissió de 0,358W/m²K a una de 0,241W/m²K, aconseguint una millora de 0,117W/m²K, el que representa una disminució de les pèrdues de calor i, conseqüentment, un estalvi energètic del 32,68% respecte al sistema de coberta inicial proposat al projecte bàsic.

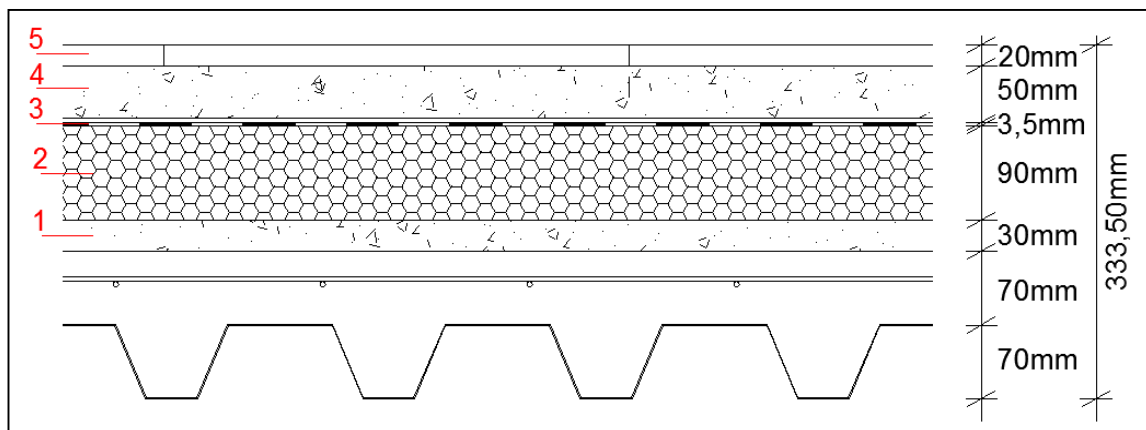


➤ **FORJAT TERRASSA EXTERIOR:**

Donat que una zona de la terrassa de planta pis també forma el sostre d'una part de la sala d'estar-menjador, també l'hem de tenir en compte a l'hora de millorar el seu comportament tèrmic. Aquest forjat tindrà com element estructural el forjat col·laborant de xapa grecada d'acer galvanitzat i formigó armat, i està composta per:



- 1) Formació de pendents realitzada amb morter d'àrids lleugers, utilitzant com a àrid perlita, amb una pendent d'un 1% cap a l'exterior,
- 2) Aïllament tèrmic format per un panell sandvitx d'acer galvanitzat amb ànima de poliuretà de 90mm d'espessor del tipus *PANEL PE PUR* de *POLIURETANOS* o similar,
- 3) Làmina impermeabilitzant de betum modificat amb elastòmers no protegida LBM(SBS)-30-FP, de 3,5mm de gruix, del tipus *MORTERPLAS SBS FP* de *TEXSA* o similar,
- 4) Paviment de morter d'àrids lleugers, utilitzant com a àrid perlita, de 50mm de gruix, estès sobre una làmina separadora de poliestirè extrudit (Fonpex),
- 5) Acabat superficial de peces ceràmiques de 45x45x2cm del tipus *CICOGRES* o similar.



En la zona de sostre del porxo, es realitzarà un fals sostre continu format per plaques laminades de ciment tipus *AQUAPANEL OUTDOOR* o similar, pintat amb pintura plàstica antifongs de primera qualitat, de color blanc acabat mat, per tal de deixar-ho acabat i amagar la xapa grecada d'acer. També, per tal d'evitar la formació d'ombres projectades sobre les obertures i permetre el pas de la llum natural a les estances interiors, es realitzarà una zona del forjat amb vidre del tipus *SGG STADIP PROTECT* de *SAINT GOBAIN GLASS* o similar. Aquest, és un vidre laminat de seguretat, cinc vegades més resistent que un vidre comú, i que protegeix contra el risc de precipitació al buit.

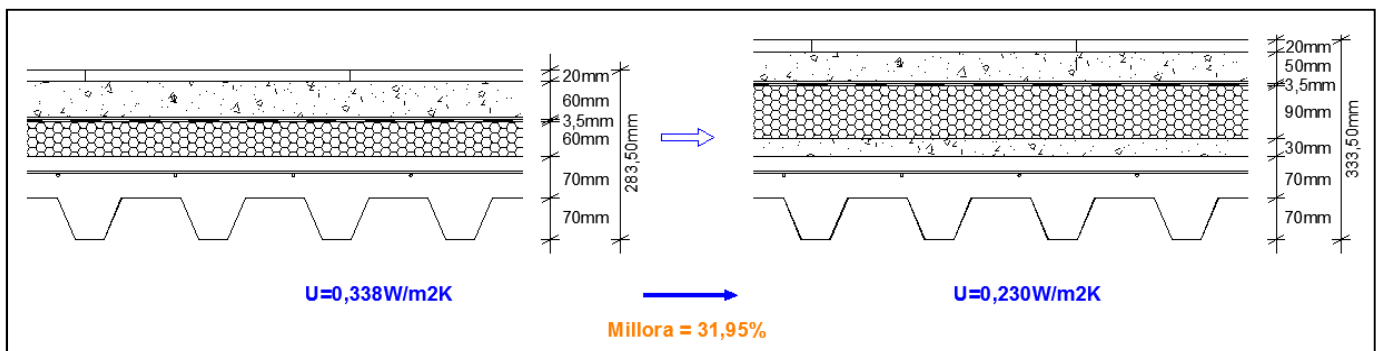
▪ **Càlcul transmitància:**

FORJAT TERRASSA EXTERIOR I SOSTRE PÈRGOLA			
	Càlcul transmitància forjat terrassa		
	Material	Gruix (m)	λ^* (W/mK)
	Rse		0,04
	Rsi		0,10
	Formigó armat	0,070	2,30
	Formació pendents	0,030	0,29
	Panell sandvix amb poliuretà	0,090	0,023
	Impermeabilització	0,0035	0,23
	Paviment de morter	0,050	0,41
	Acabat ceràmic	0,020	1,30
Resistència tèrmica	4,34 m²k/W		
Transmitància tèrmica:	0,230 W/m²k		
<i>Transmitància proj. bàsic:</i>	<i>0,338 W/m²k</i>		

* Valors de conductivitat tèrmica (λ) extrets de la documentació tècnica del fabricant.

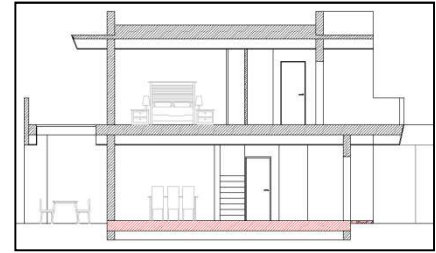
Anàlisi de la millora tèrmica: valors de resistència i transmitància tèrmica.

En aquest cas, igual que en la façana, es manté la composició del forjat. La millora s'obté d'augmentar el gruix al panell sandvitx de poliuretà que forma l'aïllament tèrmic: el projecte bàsic preveu un gruix de 60mm, que s'augmenta a 90mm, passant d'una transmitància total del tancament de 0,338W/m²K a 0,230W/m²K, aconseguint una millora de 0,108W/m²K, el que representa una disminució de les pèrdues de calor i, consegüentment, un estalvi energètic del 31,95% respecte al forjat proposat al projecte bàsic.

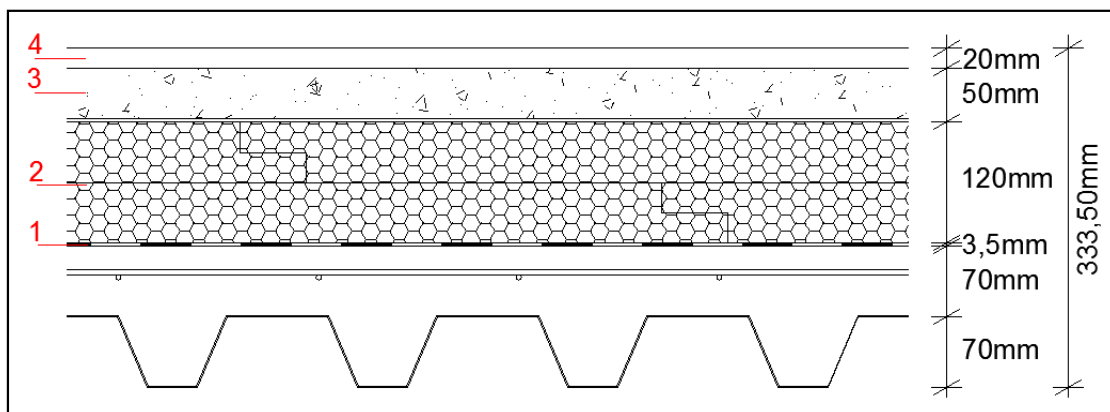


➤ **FORJAT TERRA PLANTA BAIXA:**

En la present vivenda, hi ha un forjat sanitari ventilat de 30cm d'alçada. Cal tenir present que en els paviments interiors hi anirà un sistema de climatització per terra radiant. El terra de planta baixa està format per les següents capes:



- 1) Làmina impermeabilitzant de betum modificat amb elastòmers no protegida LBM(SBS)-30-FP de 3,5mm de gruix del tipus *MORTERPLAS SBS FP* de *TEXSA* o similar,
- 2) Aïllament tèrmic format per dues capes de plaques de poliestirè extrudit (XPS) de 60mm de gruix, formant un gruix total d'aïllament de 120mm, del tipus *ROOFMATE* de *TEXSA* o similar, sobre el qual s'hi estén una làmina geotèxtil de separació del tipus *ROOFTEX* de *TEXSA* o similar,
- 3) Paviment de morter de 50mm de gruix, estès sobre una làmina separadora de poliestirè extrudit (Fonpex),
- 4) Acabat superficial de peces ceràmiques de 45x45x2cm del tipus *CICOGRES* o similar.



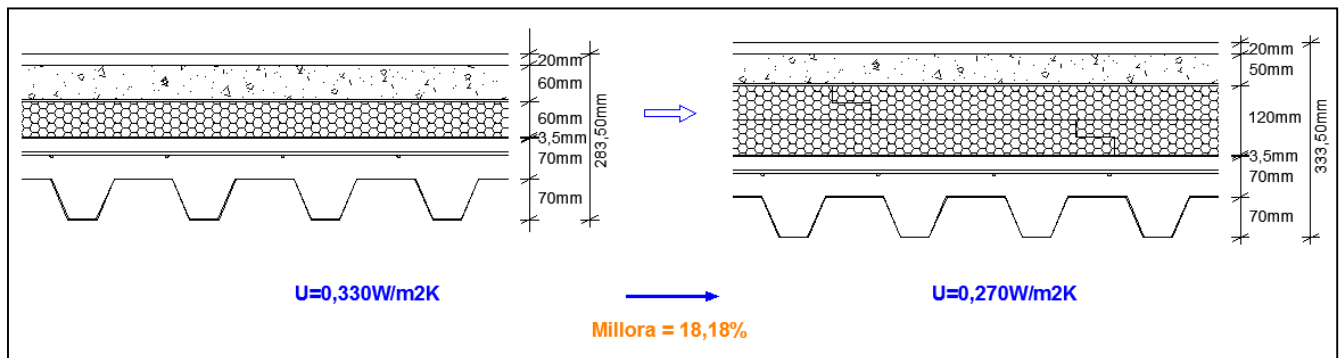
▪ **Càlcul transmissió:**

FORJAT TERRA PLANTA BAIXA			
	Càlcul transmissió terra PB		
	Material	Gruix (m)	λ^* (W/mK)
	Rse		0,04
	Rsi		0,17
	Formigó armat	0,070	2,30
	Impermeabilització	0,0035	0,23
	Polistirè extrudit	0,120	0,035
	Paviment de morter	0,050	0,41
	Acabat ceràmic	0,020	1,30
	Resistència tèrmica	3,82 m²k/W	
Transmissió tèrmica²:	0,270 W/m²k		
<i>Transmissió proj. bàsic:</i>	<i>0,330 W/m²k</i>		

* Valors de conductivitat tèrmica (λ) extrets de la documentació tècnica del fabricant.

Anàlisi de la millora tèrmica: valors de resistència i transmissió tèrmica.

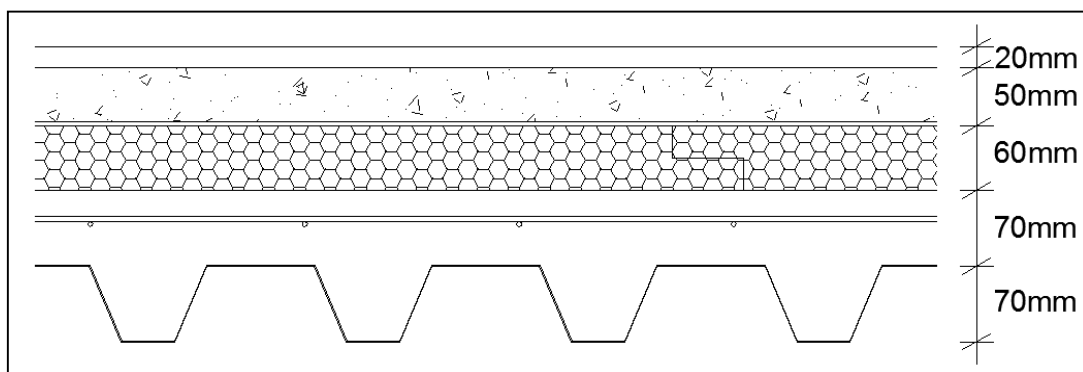
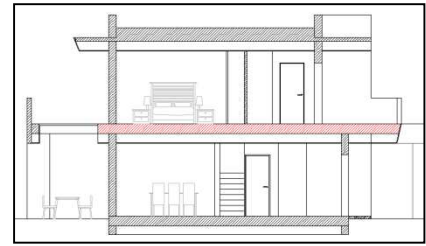
En aquest cas també es manté la composició del forjat. El que ens permet obtenir la millora de les característiques és augmentar el gruix d'aïllament tèrmic i de canviar el material: passem de tenir un panell sandvitx de poliuretà de 60mm de gruix a tenir dues plaques de poliestirè extrudit de 60mm de gruix, aconseguint un gruix total de 120mm. Amb aquesta millora, passem de tenir una transmissió de 0,330W/m²K a una de 0,270W/m²K, aconseguint una millora de 0,060W/m²K, el que representa una disminució de les pèrdues de calor i, consegüentment, un estalvi energètic del 18,18% respecte el forjat proposat al projecte bàsic.



² Valor de transmissió tèrmica calculat segons la **Tabla 9. Transmissió tèrmica U_s de suelos en contacto con cámaras sanitarias ventiladas**, del CTE DB HE1.

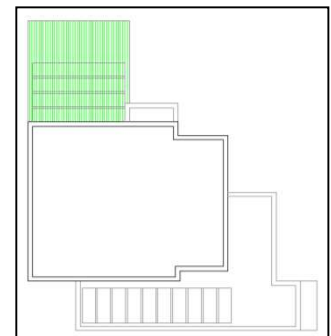
➤ **FORJAT TERRA PLANTA PIS:**

Tot i que en el terra de planta pis no cal millorar-li les prestacions tèrmiques, ja que es tracta d'un element de separació horitzontal interior, li col·loquem una capa d'aïllament de poliestirè extrudit (XPS) format per una planxa de 60mm. Amb la col·locació d'aquest aïllament el que es pretén és, per una banda, evitar que el calor produït pel terra radiant en la planta inferior passi a les estances de la planta pis, i per l'altra, evitar que el calor produït en el sistema radiant de la planta pis s'escapi cap a la planta inferior, aconseguint una instal·lació més eficaç.

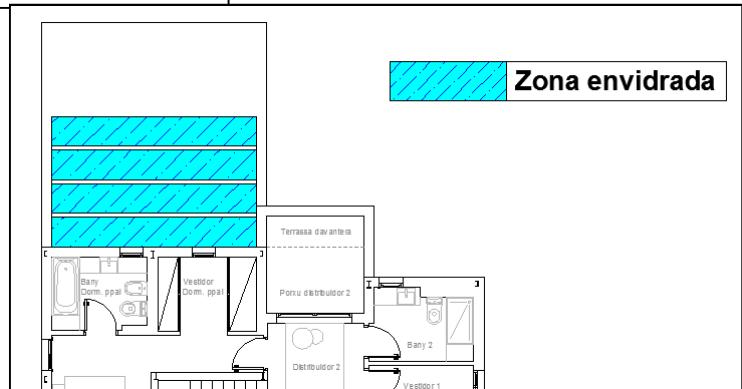
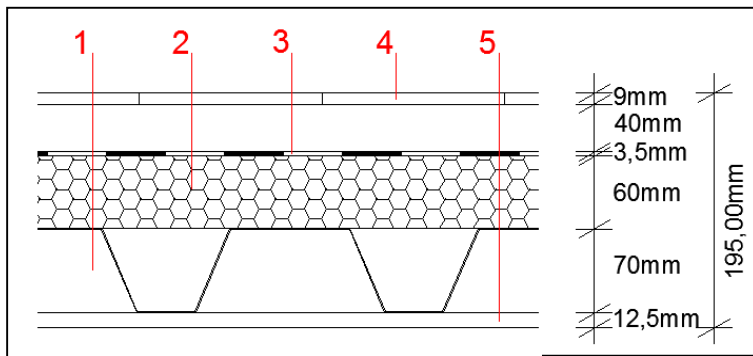


➤ **COBERTA PORXO APARCAMENT**

Les característiques del sostre del porxo de l'aparcament es mantenen respecte al previst al projecte bàsic. La modificació que es realitzarà, serà col·locar una zona amb vidres per tal de permetre el pas de la llum natural a les estances interiors. Aquesta està formada per:



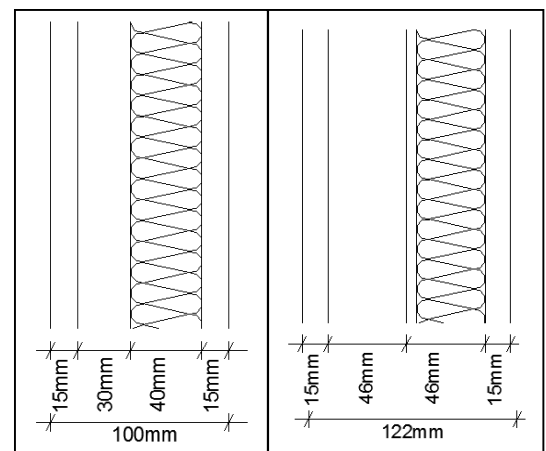
- 1) Coberta deck amb xapa grecada d'acer galvanitzat,
- 2) Aïllament amb llana de roca de 60mm, del tipus *ISOVER ECO 032* o similar,
- 3) Làmina impermeabilitzant de betum modificat amb elastòmers no protegida LBM(SBS)-30-FP de 3,5mm de gruix del tipus *MORTERPLAS SBS FP* de *TEXSA* o similar,
- 4) Acabat superficial mitjançant panells "*Euronit*", subjectats a una subestructura metàl·lica,
- 5) Fals sostre continu format per plaques laminades de ciment tipus *Aquapanel Outdoor* o similar, pintat amb pintura plàstica antifongs de primera qualitat, de color blanc acabat mat.



➤ **DIVISIONS INTERIORS:**

Els envans de separació interior no es modifiquen respecte al projecte bàsic.

Les distribucions de la vivenda estan realitzades amb envans de *PLADUR METALL 100/600 (70)N*, formats per placa de cartró guix de 15mm de gruix, un muntant vertical de 70mm amb capa de llana de roca de 40mm i una altra placa de cartró guix de 15mm. En zones humides els envans són de *PLADUR METALL 122/400(46+46)WA-WA*, formats per capa de cartró guix WA de 15mm de gruix, dos muntants verticals de 46mm amb capa de llana de roca de 40mm i una altra capa de cartró guix WA de 15mm.



DISTRIBUCIONS INTERIORS		
Càlcul transmissió distribucions interiors		
Material	Gruix (m)	λ (W/mK)
Rse		0,13
Rsi		0,13
Placa de guix laminar (PYL)	0,015	0,25
Cambrà d'aire	0,030	0,17
Llana de roca	0,040	0,032
Placa de guix laminar (PYL)	0,015	0,25
Resistència tèrmica	1,81 m²k/W	
Transmissió tèrmica:	0,554 W/m²k	

Anàlisi de la millora tèrmica: valors de resistència i transmissió tèrmica.

2.7.2. COMPROVACIÓ DEL COMPLIMENT DEL CTE DB HR – ACÚSTICA

Per tal de complir les restriccions acústiques que estableix el CTE DB HR, hem de tenir presents els següents factors en els envans i façanes de la vivenda:

- Els envans de distribució interior han de tenir un índex de reducció acústica mínim R_A de 43dBA i una massa de 26Kg/m².

En el nostre cas, l'envà presenta una massa de 28,50Kg/m² i, segons el Catàleg d'elements constructius del CTE, l'índex de reducció acústica és de 43dBA, pel que es compleixen els requisits.

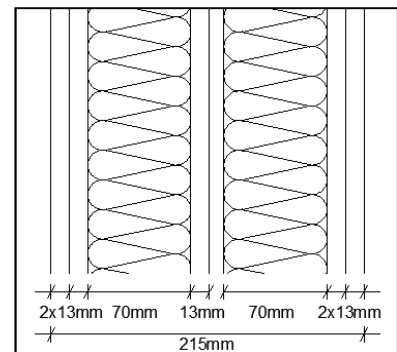
- La fulla interior de la façana ventilada de la vivenda haurà de presentar un índex de reducció acústica R_A mínim de 43dBA i una massa mínima de 26Kg/m².

En el nostre cas aquests requisits es superen, obtenint una massa de 27Kg/m² i un índex de reducció acústica de 52dBA.

- Degut a que, segons el CTE DB HR, hem de considerar la sala de màquines com a recinte d'instal·lacions, diferent a la resta d'habitatge (considerat com a recinte habitable, protegit o no), a causa del soroll que poden produir les diferents màquines que hi ha, els tancaments d'aquesta estança es consideren elements de separació vertical (ESV), amb uns requisits de reducció acústica mínim R_A de 64dBA i una massa mínima de 52Kg/m².

En aquest cas, els envans definits no compleixen els requisits (28,50Kg/m² i 43dBA), de tal manera que s'ha de definir una nova tipologia d'envà per tal de que aquests es compleixin.

La tipologia de ESV que tindrà aquesta estança, està format per 5 plaques de guix de 13mm de gruix del tipus *PLADUR N* o similar (2 plaques a cada cara i una placa intermèdia), un gruix de la perfilaria metàl·lica i del corresponent aïllament de 70mm i l'aïllament que compona l'envà serà de llana mineral del tipus *ISOVER ECO 032* o similar. Amb aquesta tipologia de ESV aconseguim un índex de reducció acústica R_A de 65dBA i una massa de 55Kg/m².



A l'hora d'executar l'ESV, cal tenir en compte que aquest ha de ser continu fins al forjat, de tal manera que sigui el fals sostre el que quedi tallat, s'ha d'interposar una banda d'estanqueïtat en la trobada de la perfilaria de l'ESV amb el forjat, els pilars i la fulla principal de la façana, de forma que s'aconsegueixi l'estanqueïtat. Els envans que enllacin amb un ESV s'han d'interrompre, de tal forma que aquest sigui continu. En cap cas els envans han de connectar amb les fulles de l'ESV ni interrompre la càmera.

2.7.3. DETERMINACIÓ DE LA UBICACIÓ I LA ORIENTACIÓ DE LA VIVENDA

Tenint presents les característiques de radiació solar i de fluxos de vent que ens proporciona cada orientació geogràfica, descrites en l'apartat *2.6.3.Ubicació i orientació*, i obtenir un aprofitament màxim d'aquests factors, s'adoptaran els següents criteris a l'hora d'orientar i ubicar la nostra edificació en el solar.

S'orientarà la zona de la vivenda objecte d'estudi que més ús comporta durant el dia, cap al sud, ja que és la orientació que ens permetrà més aprofitar la llum i la calor del sol. Les zones de la vivenda que més ens interessa que rebin l'energia del sol, i per tant que estiguin orientades cap al sud, sud-est o sud-oest, són la sala d'estar-menjador i els dormitoris. Podran acumular l'energia solar durant el dia a l'hivern, reduint les necessitats de calefacció i a l'estiu es podrà controlar l'entrada de la radiació mitjançant proteccions solars passives. Per aquest motiu s'ha escollit un model de vivenda prefabricada en la qual la sala d'estar-menjador i tots els dormitoris donen a la mateixa façana, la qual és la que s'orientarà en direcció sud.

Considerant les característiques de la vivenda i la seva distribució i orientació establertes, s'ha localitzat un solar on l'entrada principal doni accés directe a carrer.

A més en aquest terreny on s'establirà la vivenda no hi ha elements tals com una densitat edificatòria elevada, edificacions properes en alçada o arbres frondosos, que donin ombra a la nostra vivenda, tal com s'especifica a l'apartat *2.2.Anàlisi dels voltants del solar*: tenim una edificació veïna, limitant per la zona sud-est de la nostra parcel·la, consistent en planta baixa més planta pis, d'uns set metres d'alçada, a una distància de 23,00m; per la part davantera del nostre terreny, a l'altra banda del carrer, s'hi troba un solar de 1.835,00m²; per la zona nord, hi ha una gran zona destinada a terreny agrícola, i per la zona sud-oest hi ha un altra terreny rústic, fent que la nostra parcel·la quedi lliure d'elements que ens treguin la radiació solar i que ens evitin una bona circulació de l'aire al no tenir una gran intensitat edificatòria en la zona que ens disminueixi l'efecte del vent.

En el disseny de la vivenda, també es pot observar que la majoria d'obertures a l'exterior, estan en façanes oposades, corresponents, segons la orientació de l'edifici descrit anteriorment, a les orientacions sud i nord, permetent la creació de corrents d'aire que ens permetin obtenir una ventilació natural de l'interior.

2.7.4. OBERTURES I PROTECCIONS SOLARS

Degut a que, habitualment, les majors pèrdues de calor d'una vivenda es produeixen a través de les obertures en els tancaments, caldrà tenir molt presents les característiques de les fusteries i vidres de les finestres que es col·loquin, així com la seva orientació i les proteccions enfront la radiació solar desitjades. A l'hora d'escollir una finestra, s'ha de controlar que el coeficient de transmissió tèrmica del conjunt vidre + marc, sigui quant més baix millor. Igual passa amb el coeficient d'ombra, quant més baix sigui aquest, es transmet una menor quantitat de calor.

Donat que cada orientació geogràfica té unes característiques de radiació solar i de ventilació diferents, en la nostra vivenda, la façana sud serà la que presentarà un major nombre d'obertures, la majoria d'elles balconeres de 2,10m d'alçada, ja que és la orientació que més radiació solar directa rep durant la major part del dia, aportant guanys tèrmics a l'hivern i llum natural, i a l'estiu es podrà protegir de la radiació col·locant les proteccions adequades. En la façana nord passa totalment el contrari, és la orientació que rep menys radiació i il·luminació solar directes, pel que les finestres que donin a aquesta façana seran de dimensió petita i el seu nombre serà més reduït, per tal d'evitar pèrdues de calor interiors. Les façanes est i oest, a l'hivern poden aportar guanys tèrmics a les primeres hores del dia, en el primer cas, i en les últimes hores del dia en el segon, però a l'estiu poden suposar sobreescalfaments, pel que caldrà controlar-ho mitjançant les proteccions oportunes. En el nostre cas, en aquestes façanes no hi tenim moltes finestres i la dimensió d'aquestes no és gaire gran. Darrerament, tenint en compte que la coberta és el tancament que més radiació solar rep durant l'estiu, no es realitzarà cap obertura que doni a aquest tancament, a excepció dels conductes de llum solar.

➤ FUSTERIES

En la present vivenda s'instal·laran finestres i balconeres correderes de dos fulles amb dos rails i amb tall de pont tèrmic, del tipus *SOLEAL CORREDERA 55 VISTA* de *TECHNAL* o similar. Aquestes finestres presenten perfilaries realitzades per extrusió en aleació d'alumini, de 55mm de gruix, amb tall de pont tèrmic de 20mm, obtingut mitjançant una o dues barretes, simples o multicameres, realitzades en poliamida reforçada amb fibra de vidre, embegudes en els perfils d'alumini. A més, mantenen l'estètica de la vivenda, ja que la perfilaria presenta un disseny de línies minimalista i el drenatge es troba ocult.

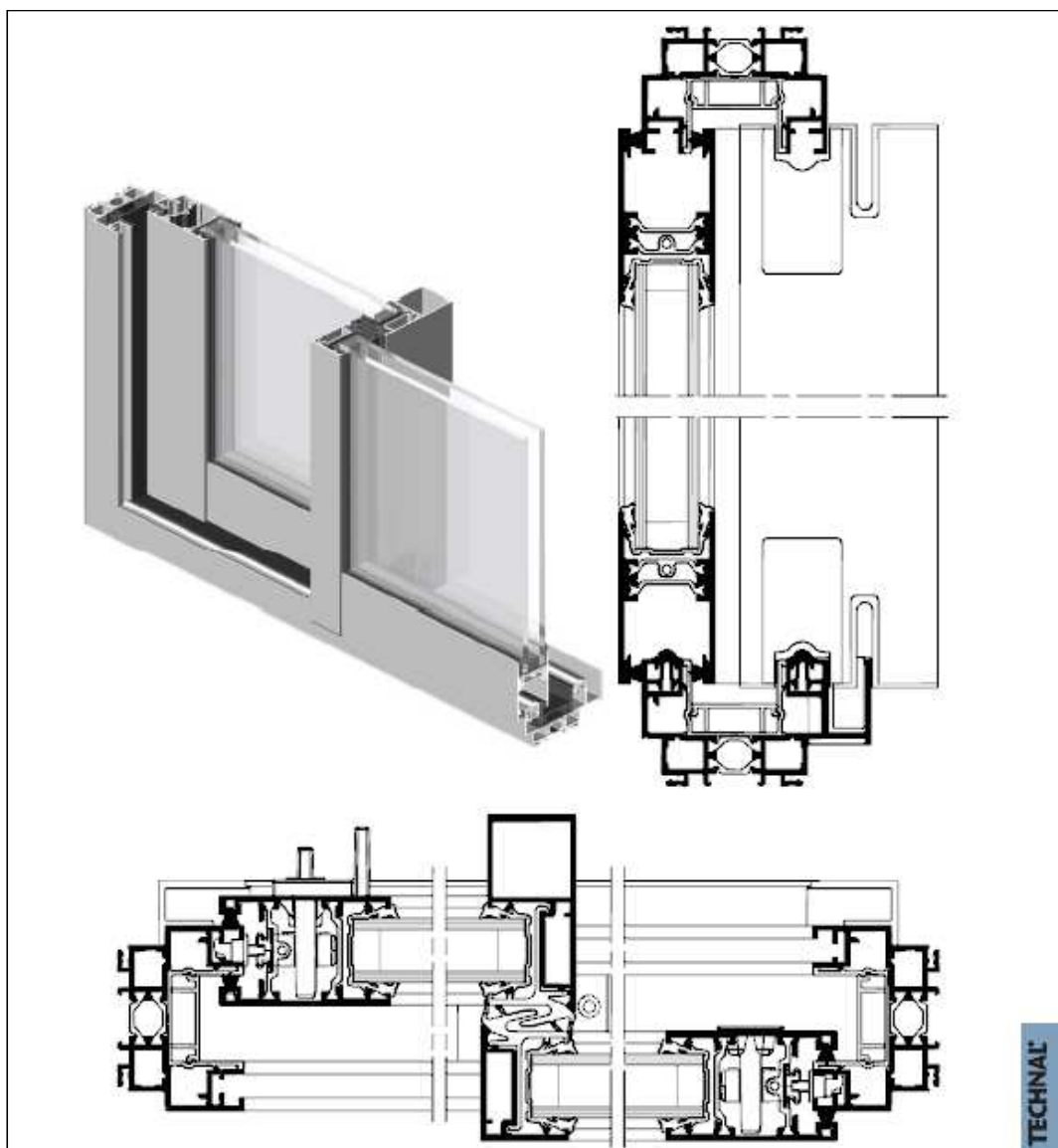


Imatge finestres model "SOLEAL". Font: www.technal.es

El color de les fusteries serà gris fosc (Gris sombra RAL 7022 mate, segons fabricant), per tal de que absorbeixi més radiació solar i augmenti la seva temperatura, ja que els colors foscos absorbeixen més la radiació que els colors clars. Al presentar les fusteries un coeficient de transmissió tèrmica molt més elevat que la resta de tancament, aquest fet ajudarà a disminuir les pèrdues en aquestes zones.

Les característiques d'aquesta perfilaria són les següents:

- Transmissió finestra: $U_f = 3,10\text{W/m}^2\text{K}$
- Factor solar: $F_s = 0,50\%$
- Prestacions acústiques: $R_w = 33\text{dB}$; $RA = 32\text{dB}$; $RA_{TR} = 30\text{dB}$.
- Prestacions d'estanqueïtat: Aire = 4; Aigua = 6A i Vent = B2.



Perspectiva i seccions finestra balconera de dues fulles amb dos rails, tipus SOLEAL de TECHNAL. Font: Fitxa tècnica "SOLEAL" de "TECHNAL".

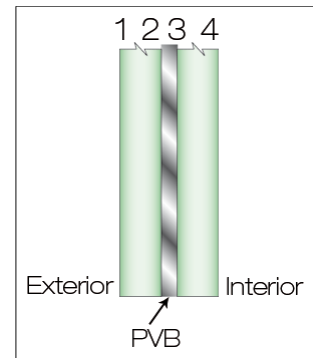
➤ VIDRE

Abans de res, cal remarcar, que les obertures en els tancaments d'una estança, sempre representen més pèrdues en el seu condicionament que la resta de tancament, ja que un vidre sol tenir un coeficient de transmissió tèrmica entre quatre i cinc vegades més gran que la resta de tancament. Degut a aquest fet és molt importat tenir presents les característiques dels vidres que col·loquem i escollir un vidre les característiques del qual permetin aconseguir un estalvi energètic. També cal "jugar" amb la orientació de les obertures, per permetre possibles guanys tèrmics solars en condicions d'hivern i evitar-los en condicions d'estiu.

Existeixen diferents tipus de vidre utilitzats en construcció. Els més habituals són els descrits a continuació:

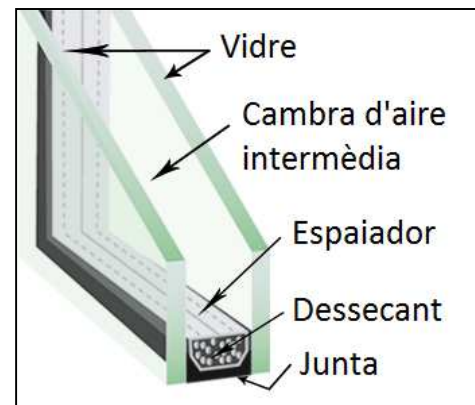
- El vidre recuit, és aquell vidre que ha estat sotmès a un tractament de recuit (aproximadament a 600°C) amb un refredament controlat, al final del seu procés de fabricació, per tal de disminuir les seves tensions internes. Aquest tipus de vidre es pot tallar, mecanitzar, foradar, bisellar i polir sense cap problema.
- El vidre termoendurit, es sotmet a un cicle d'escalfament i refredament que li aporta el doble de resistència que un vidre recuit de les mateixes característiques. Està destinat per a aquells casos que no precisen un producte de seguretat. És utilitzat en finestres que estan sotmeses a pressions degudes al vent, ja que, a diferència del vidre recuit que suporta millor els esforços de compressió, aquest suporta millor els esforços de tracció. Aquest tipus de vidre no es pot tallar, mecanitzar, foradar, bisellar ni polir un cop s'ha realitzat el procés de termoendurit, ja que es podria debilitar i trencar.
- El vidre temperat (vidre de seguretat segons el CTE), és aproximadament quatre vegades més resistent que el vidre recuit. La producció d'aquest vidre consisteix en, després de la seva fabricació, escalfar-lo a més de 600°C i a continuació, refredar-lo ràpidament, de manera que es genera un estat de compressió en la superfície del vidre i de tracció en el centre. Aquest tipus de vidre és utilitzat en envidraments en general i de seguretat, com portes corredisses, entrades d'edificis, mampares de dutxa i altres usos que requereixen de certa resistència i seguretat. Aquest tipus de vidre tampoc es pot tallar, mecanitzar, foradar, bisellar ni polir un cop s'ha realitzat el procés de temperat, ja que es podria debilitar i trencar.

- El vidre laminat, consisteix en la unió permanent de dues o més fulles de vidre amb una o vàries capes intermèdies de polivinil de butiral (PVB) mitjançant l'aplicació de pressió i calor. L'espessor estàndard del PVB és de 0,38mm, tot i que si es desitja obtenir millors prestacions, aquest gruix augmenta. Aquest vidre és utilitzat quan es desitja millorar les condicions acústiques i/o de seguretat d'un recinte. A més, la membrana de PVB actua com a filtre dels rajos ultraviolats. Aquest tipus de vidre es pot trencar, però quan ho fa, els fragments de vidre queden adherits a la làmina de PVB, molt més resistent, el que redueix el risc de lesions i augmenta la seguretat enfront robatoris, ja que calen eines més sofisticades i més temps per trencar-lo.



Composició vidre laminat.
Font: www.sunguardglass.es

- Els dobles envidraments, o també coneguts com unitats de vidre aïllant (UVA). És a dir, dos o més vidres segellats perimetralment formant una cambra d'aire intermèdia. En aquest vidre se'l coneix com a vidre aïllant degut a que, gràcies a la cambra d'aire, ofereix més bones prestacions tèrmiques. Al segellat perimetral de la UVA se'l coneix per espaiador i està compost per un perfil d'alumini o acer inoxidable omplert amb material assecant, que absorbeix la possible humitat que es pugui formar dins del vidre per condensació, i una junta a tot el perímetre de silicona. L'espessor, tant dels vidres com de la cambra d'aire, així com les seves característiques i configuracions, poden variar, dins d'uns marges³, depenent de les característiques que es vulguin obtenir.



Composició Unitat de Vidre Aïllant (UVA).
Font: www.sunguardglass.es

L'espaiador està format per un material bon conductor tèrmic, pel que es genera, en el punt de contacte entre aquest i el vidre, una diferència de temperatures respecte el centre del vidre, el que pot originar condensacions i conseqüentment, reduir l'aïllament tèrmic d'aquest. Per aquest motiu s'han desenvolupat els espaiadors de canto calent, que estan formats a base de resines, material mal conductor tèrmic, que poden reduir de forma considerable la conducció de calor en comparació amb els espaiadors convencionals.

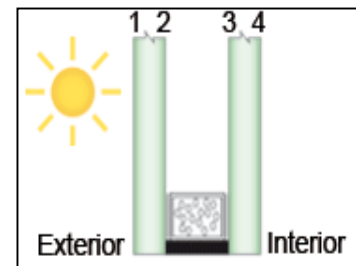
A una unitat de vidre aïllant (UVA), se li poden millorar les seves característiques tèrmiques, acústiques, solars i enfront a la seguretat que poden oferir.

³ Segons l'espessor total de vidre que admeti la fusteria escollida. Pot variar en funció del model o de la casa comercial.

La millora tèrmica s'aconsegueix en augmentar la cambra d'aire i en variar el gas que aquesta conté. A major espessor de la cambra d'aire, menor serà la transmitància tèrmica del conjunt del vidre. Si en aquesta s'incorpora gas argó, el coeficient de transmissió de calor es pot reduir fins en un $0,4W/m^2k$ respecte a si incorpora aire normal.

La millora acústica s'aconsegueix d'una banda a través del gruix dels vidres que incorpora la Unitat de Vidre Aïllant, i per l'altra banda, mitjançant la incorporació de vidre laminat en la seva cara externa. Mitjançant la incorporació d'un vidre laminar també augmentem la seguretat interior, ja que aquest costa molt més de trencar, el que fa que també sigui un vidre antirobatori.

El control solar s'aconsegueix a través de la incorporació d'una capa de control solar i baixa emissivitat en una de les cares internes de la Unitat de Vidre Aïllant. Aquesta capa es forma mitjançant la sedimentació de diferents minerals sobre una de les cares interiors del vidre, que evita la transmissió de la radiació solar en forma de calor, permetent el pas de la llum natural. Si la capa de control solar es col·loca a la cara "2" (veure imatge), el vidre sol presentar un

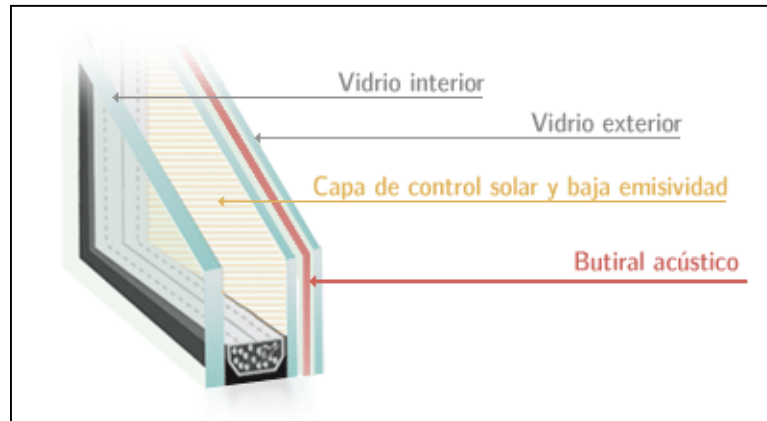


Numeració cares de una UVA.
Font: www.sunguardglass.es

aspecte platejat brillant, si es col·loca en la cara "3", sol presentar també una tonalitat platejada, però menys intensa i brillant. Els vidres amb control solar produeixen "efecte mirall", el qual impedeix la visió cap al costat menys il·luminat. Durant el dia no és possible veure des de l'exterior cap a l'interior i durant la nit, amb les llums interiors enceses, no és possible veure cap a l'exterior

En la present vivenda, s'incorporarà un vidre 6+6/16/4, del tipus *SunGuard Super Neutral 62/34* de *GUARDIAN SUN* o similar, ja que és un vidre que ofereix bones prestacions tèrmiques, permet el pas de la llum solar, es comporta bé acústicament i és un vidre de seguretat. Tal com s'indica en la designació del vidre, aquest està format per un vidre laminat a la cara externa, format per dues fulles de vidre de 6mm de gruix amb una làmina de polivinil de butiral intermèdia, una cambra d'aire, amb un 90% de gas argó, de 16mm, i un vidre interior de 4mm.

Els vidres fabricats per aquesta casa comercial incorporen una làmina de control solar, formada per la sedimentació sobre una de les cares interiors del vidre de diferents minerals, que evita la transmissió de la radiació solar en forma de calor, permetent el pas d'un alt percentatge de la llum natural. La cambra d'aire incorpora un 90% de gas argó, el que permet millorar el valor de la transmitància del vidre fins en un $0,40W/m^2K$, respecte a si la cambra no incorporés aquest gas. A més, per millorar el comportament acústic, la cara externa incorpora un vidre laminat amb un polivinil de butiral entremig. Un vidre d'aquestes característiques, com ja s'ha descrit, ofereix molt bones prestacions tèrmiques, acústiques i antirobatori, el que fa que sigui un vidre idoni per a qualsevol vivenda.



Esquema composició del vidre. Font: www.guardiansun.es

Les característiques d'aquest vidre són les següents:

Luz visible				Energía solar			Factor solar EN 410 [%]	Valor U (EN 673)	
Transmisión [%]	Reflexión externa [%]	Reflexión interna [%]	Índice de rendimiento cromático	Transmisión directa [%]	Reflexión externa [%]	Absorción [%]		Aire [W/m²K]	Argón 90% [W/m²K]
62	15	17	95	32	37	31	34	1,3	1,0

Taula característiques Unitat de Vidre Aïllant (UVA) 6/16/4 amb SunGuard a la cara #2. Font: Fitxa tècnica "SunGuard SN 62/34".

➤ PROTECCIONS SOLARS

Existeixen diferents elements destinats a reduir la radiació solar que entra a través de les obertures d'una vivenda. Entre els quals, els més comuns són les persianes, les mallorquines, els panells d'ocultació, voladissos sobre finestres, cortines, tendals, etc.

Donat que a l'estiu es busca la protecció de la calor, caldrà col·locar els sistemes de protecció de la radiació solar a la cara externa del vidre, per tal de crear un entorn immediat més fresc i evitar que el vidre s'escalfi i transmeti la calor a l'interior.

En aquest cas, també s'han tingut en compte les característiques de cada orientació per tal de col·locar les proteccions més adequades a les obertures de cadascuna d'elles.

En la façana sud, les balconeres corresponents en planta baixa amb la sala d'estar-menjador (B1, B2 i B3 segons plànols), tenen el sostre de la pèrgola que els hi proporciona ombra. Com que una zona d'aquest sostre es troba realitzat amb vidre, es col·locarà horitzontalment per la part de sota d'aquest, un sistema de lames orientables, del tipus SUNEAL



Sistema de lames orientables sota paviment de vidre. Font: Catàleg tècnic "TECHNAL".

de *TECHNAL* o similar, que permeti prohibir el pas de la radiació solar quan es desitgi (principalment en èpoques d'estiu). Les balconeres corresponents en planta pis amb el dormitori 2 i el 3 (B5 i B6 segons plànols), tenen un voladís en la seva part superior que els hi proporciona ombra.

En la finestra d'orientació sud del dormitori principal (F1 segons plànols), com que no té cap element de voladís en la seva part superior, es col·locarà un sistema de lames orientables del tipus *SUNEAL* de *TECHNAL* o similar, col·locat horitzontalment mitjançant una estructura auxiliar independent, en la part superior de l'obertura, sobresortint 1,30m respecte façana. Aquest sistema, al tenir les lames orientables, permet deixar passar la llum en època d'hivern, deixant les lames obertes, i prohibir-la en època d'estiu, tancant-les.



Sistema de lames orientables col·locades sobre obertures. Font: Catàleg tècnic "TECHNAL".

En la balconera del dormitori 1 d'orientació sud, que tampoc presenta voladís en la seva part superior, i en totes les finestres col·locades en les orientacions est i oest (B4, B7, B9 i B10 segons plànols), degut a que a l'estiu reben molta més radiació solar que a l'hivern, per evitar sobreescalfaments, o quan es desitgi evitar el pas de la radiació solar però sense quedar-se totalment a les fosques, es col·locarà, a cada obertura, per la part exterior de façana, un sistema de panells d'ocultació, amb guies correderes, de lames rectangulars orientades a 42°, del tipus *NOTEAL* de *TECHNAL* o similar. Aquest sistema deixa passar la llum parcialment i permet la ventilació natural gràcies a que les lames no es tanquen totalment.



Panells d'ocultació. Font: Catàleg tècnic "TECHNAL".

Degut a que un dels objectius del present projecte és mantenir la condició estètica de la vivenda, no es col·locaran persianes ja que el gruix del mur és insuficient per tal d'encabir-hi la caixa de

persiana, pel que s'hauria de realitzar una caixa sobresortint per la part interior del tancament, creant un element visible i alterant l'estètica interior de la vivenda.

A falta de persianes, també es col·locaran panells d'ocultació a la finestra d'orientació nord B11 segons plànols, i a les finestres B1, B2, B3, B5, B6 i F1, per tal d'impedir el pas de la llum en cas que es desitgi.

Per protegir-se de la llum solar a l'hivern, si es desitja, i permetre els guanys tèrmics, deixant entrar la calor, es col·locaran cortines per la part interior de les obertures.

Mitjançant les fusteries i els envidraments, així com els elements de protecció col·locats a les diferents obertures de la vivenda, obtenim els següents coeficients de transmitància i de factor solar per a cada obertura (els números entre parèntesi corresponen a la indicació de l'obertura en el Plànol 8: Il·luminació natural i obertures PB i en el Plànol 9: Il·luminació natural i obertures PP):

Balconeres PB estar-menjador (B1, B2, B3)			
Balconeres de 1,60 x 2,10m		Façana Sud	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,15	F_s:	0,39
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,32 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,12

Balconera PB dormitori 1 (B4)			
Balconera de 1,60 x 2,10m		Façana Sud	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,15	F_s:	0,32
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,32 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,10

Balconera PP dormitori 2 i 3 (B5 i B6)			
Balconeres de 1,60 x 2,10m		Façana Sud	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,15	F_s:	0,50
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,32 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,15

Finestra PP dormitori principal (F1)			
Finestra de 1,60 x 1,20m		Façana Sud	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,19	F_s:	0,28
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,39 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,08

Balconera PB cuina (B7)			
Balconera de 1,00 x 2,10m		Façana Est	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,21	F_s:	0,34
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,44 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,10

Balconera PP vestidor 1 (B9)			
Balconera de 0,80 x 2,10m		Façana Est	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,18	F_s:	0,34
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,38 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,10

Finestres PB i PP dist. i dor. ppal. (B8 i B10)			
Finestra de 0,8 x 2,10m		Façana Oest	
Marc de 55mm de guix			
FM:	0,18	F_s:	0,34
U_{H,v}:	1,00 W/m ² K	g:	0,34
U_{H,m}:	3,10 W/m ² K	α:	0,96
Transmitància obertura (U_H)			1,38 W/m²K
Factor solar modificat (F):			0,10

Anàlisi de les obertures: valors de transmitància i factor solar modificat.

2.7.5. SISTEMES D'IL·LUMINACIÓ NATURAL

En el nostre cas, la vivenda disposa d'obertures amb l'exterior gairebé a totes les estances, permetent en general una bona il·luminació natural. A més aquestes es troben majoritàriament en la façana sud, que és la façana que més llum directa rep durant el dia juntament amb la coberta.

Per evitar que els elements sortints de la façana, és a dir, el porxo per a l'aparcament del cotxe i la pèrgola de la sala d'estar-menjador, disminueixin l'entrada de llum, part del seu paviment està realitzat amb vidre (tal com està descrit en l'apartat 2.7.1. *Millora de l'envoltant de la vivenda*), permetent l'entrada de la llum a la vivenda.

Tenint en compte aquests dos aspectes de la nostra vivenda, les estances que més il·luminació natural reben són:

- En la planta baixa: la sala d'estar-menjador i el dormitori 1, ja que disposen de grans obertures orientades cap al sud, que és la que més llum directa rep.
- En la planta pis: el dormitori principal, el dormitori 2 i el dormitori 3, ja que són les estances que es troben en orientació sud, que és la que més llum directa rep, disposant de grans obertures.

Les estances que menys il·luminació natural reben són:

- En la planta baixa: el bany 1, la sala de màquines, la cuina i el hall - distribuïdor. El bany 1 i el rentador, disposen de finestres petites i en orientació nord, que és la orientació que menys il·luminació directa rep, i la cuina disposa d'una finestra en orientació est, pel que estarà ben il·luminada les primeres hores del dia, rebent llum directa, però cap a la tarda la llum serà més pobre. El hall - distribuïdor disposa d'una finestra en orientació oest, pel que li passarà el contrari que a la cuina, rebrà més il·luminació a les últimes hores del dia, a més, al ser allargat, serà necessari disposar de més llum, ja que aquesta no serà suficient per a tota la seva volumetria.
- En la planta pis: el bany 2, el bany del dormitori principal, el vestidor del dormitori principal i l'escala. El bany 2, el bany del dormitori principal i el vestidor del dormitori principal disposen de finestres petites i en direcció nord, que és la orientació que menys il·luminació directa rep. L'escala és totalment interior, no disposa d'obertures amb l'exterior.

Degut a la diferent situació d'aquestes estances dins la vivenda, principalment pel motiu que unes es troben en planta baixa i les altres en planta pis, s'adoptaran diferents solucions per a augmentar l'entrada de llum natural durant el dia i per tal d'estalviar llum elèctrica.

Tenint en compte que la coberta és un dels tancaments que més llum solar directa rep, juntament amb la façana sud, en diverses estances i zones de la planta pis, degut a que la coberta és el seu tancament superior, s'instal·laran conductes de llum solar, per tal de que rebin més il·luminació. Aquests conductes seran del model *DEPLOSUN* amb la cúpula model *GLASS·TOP REDONDA GTR* i amb un difusor de llum interior *ESTANDARD* de la casa comercial *ESPACIO SOLAR* o similar. (Veure *ANNEX 3. Selecció del diàmetre i del model dels conductes de llum solar*)

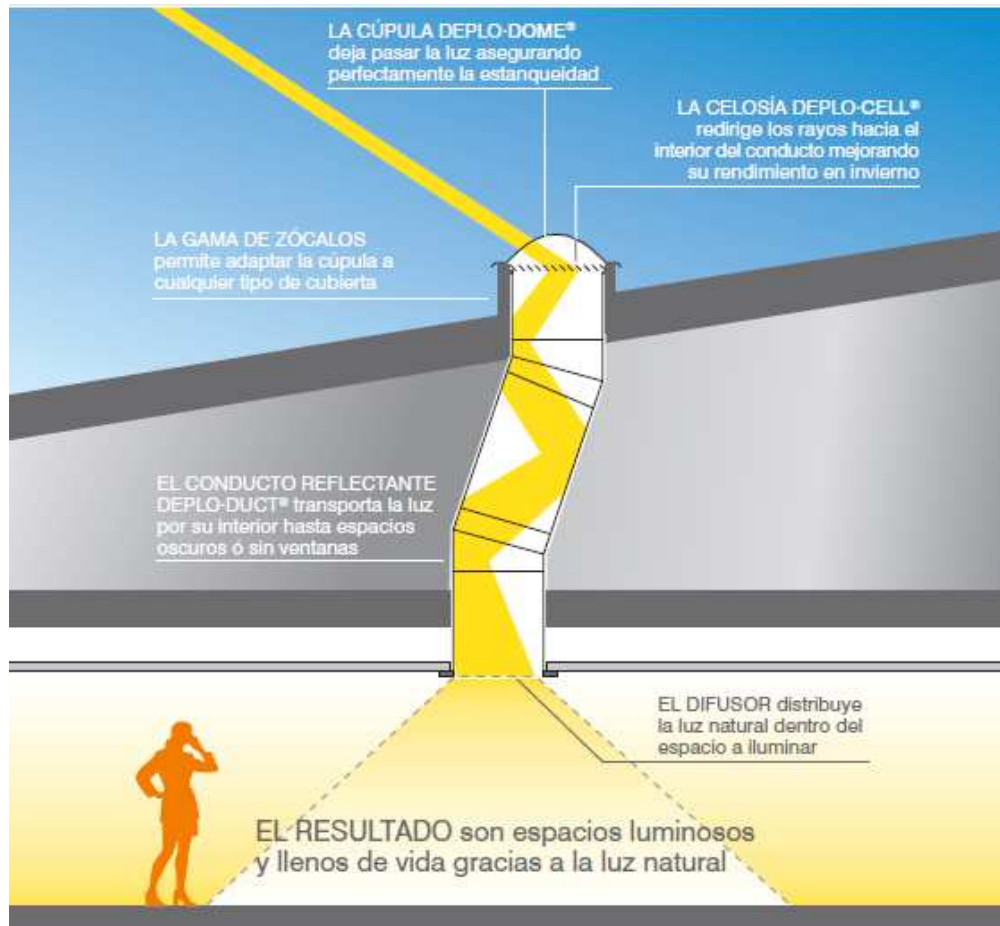
En el bany 2, el bany del dormitori principal i el vestidor del dormitori principal s'instal·larà un tub solar en el sostre de cada estança. En l'escala se n'instal·laran dos, un a cada tram. Aquests seran d'un diàmetre nominal de 300mm.

Aprofitant el doble alçat que hi ha en una zona de la sala d'estar-menjador, es realitzarà una entrada de llum en la coberta mitjançant la col·locació de dos conductes solars més en aquesta zona. Aquests permetran augmentar la il·luminació d'aquesta zona, a més del dormitori principal i del primer tram d'escala, mitjançant la col·locació de finestres interiors en aquestes dos estances que donin a aquest doble espai. En les finestres interiors es podrà evitar el pas de la llum tancant una cortina. Els conductes solars d'aquesta zona seran d'un diàmetre nominal de 400mm. (Veure Plànol 9: Il·luminació natural i obertures PP)

El funcionament d'aquests conductes de llum solar és molt simple: a partir d'unes cúpules situades en la coberta de la vivenda, es capta la llum solar que dona a aquesta, transportant-la al llarg del seu conducte, realitzat amb alumini i un tractament superficial amb plata altament reflectant, fins a un difusor interior, que és el que proporciona la llum a l'interior a les estances. Els conductes poden recórrer una distància de fins a 25m, permetent il·luminar espais foscos i sense finestres, però s'ha de tenir present que quant més llarg sigui el conducte, més difosa arribarà la llum a l'interior. A més, si es desitja, l'entrada de llum es pot tancar mitjançant l'accionament d'una vàlvula que es tanca al pulsar un interruptor, al igual com si es tractés d'encendre o apagar un llum elèctric convencional.

Aquest sistema permet aprofitar fins a un 98% de la llum que entra a través de la cúpula superior del conducte solar, presenta un bon aïllament tèrmic, proporcionant una transmitància de $U=1,90W/m^2K$, i permet estalviar llum elèctrica durant les hores de sol del dia, ja que s'il·luminen les estances i zones interiors la il·luminació de les quals es faria mitjançant llum elèctrica, el que representa un estalvi de fins a un 40% en il·luminació elèctrica.

La màxima quantitat de llum s'obté en els mesos de primavera i estiu, quan el sol és alt i entra de forma molt vertical en el conducte. A la tardor i a l'hivern, l'alçada del sol és menor, el que implica un major nombre de reflexions dins el conducte, perdent intensitat lumínica.



Esquema funcionament conducte de llum. Font: Catàleg "Espacio Solar".

Els conductes solars es poden instal·lar en qualsevol espai en el que es pugui fer arribar el conducte des de la coberta. És important que la cúpula es situï en una zona ben il·luminada durant la major part del dia, de forma que no tingui ombres d'arbres o edificis veïns.

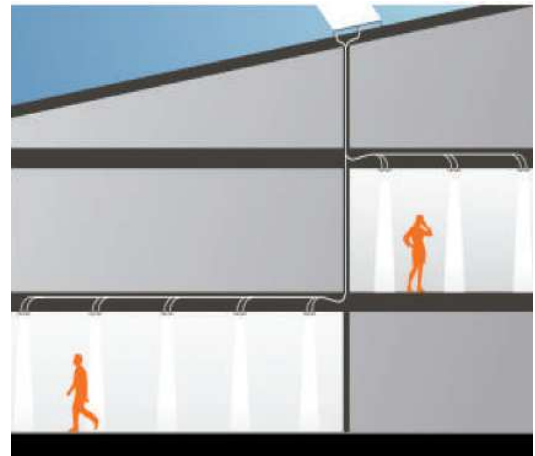
També, les cases comercials disposen de diferents tipus de claraboies i difusors per tal d'escollir la solució que millor s'adapti a cada cas i mantenir l'estètica de la vivenda.



Imatges que mostren la diferència entre una estança amb conducte de llum solar i una sense. Font pròpia.

En les estances que es troben a planta baixa, degut a que no podem travessar tota una planta amb un tub solar, s'instal·larà un altra sistema, consistent en transportar la llum a través de cables de fibra òptica.

Aquest sistema consisteix en la col·locació d'uns panells de captació de la llum solar a coberta, de 1,00 x 1,00m, que contenen petites lents que segueixen la trajectòria del sol durant el dia, captant la llum natural. Darrera de cada lent hi ha un capil·lar de fibra òptica que recull la llum i la transporta fins a l'interior. Aquest cable transporta la llum fins a uns difusors interiors, i és capaç de transportar la llum fins a una distància de 20m.



Esquema del funcionament de la fibra òptica solar.
Font Catàleg "Espacio Solar".



Panells captació de la llum a coberta. Font: Catàleg "Espacio Solar".



Difusors interiors model "PARANS L1". Font: Catàleg "Espacio Solar".

En el nostre cas col·locarem dos punts de llum al bany 1 i a la sala de màquines. A la cuina i al hall - distribuïdor col·locarem quatre punts de llum. El sistema de captació i distribució solar serà del tipus *PARANS* de la casa comercial *ESPACIO SOLAR* o similar, els panells de captació seran del model *PARANS SP2.1* i les lluminàries interiors del model *PARANS L1 SMALL* o similar.

2.8. DEFINICIÓ I DIMENSIONAT DE LES INSTAL·LACIONS

En aquest apartat es definiran i es dimensionaran les diferents instal·lacions renovables que es pretenen estudiar per a la vivenda tractada, descrivint la instal·lació com a tal, el seu funcionament i els diferents elements que la componen, atenent a diverses alternatives que permeti la instal·lació i realitzant els càlculs necessaris per tal de trobar els equips més adients a les nostres necessitats. Les instal·lacions que es tractaran són les següents:

- Instal·lació geotèrmica. Aquesta instal·lació ens servirà per el condicionament de la vivenda i per a la producció de ACS.
- Instal·lació de ventilació.
- Instal·lació solar fotovoltaica, per a la producció d'electricitat.
- Sistema d'abastament d'aigua potable.
- Sistema d'aprofitament d'aigües pluvials (blanques).
- Instal·lació de sanejament.

Mitjançant la incorporació d'aquests sistemes en la vivenda tractada, juntament amb les característiques passives d'estalvi energètic aportades a la vivenda, es pretén aconseguir una vivenda totalment autosuficient, la qual pugui autoabastir-se dels recursos que necessita sense necessitat d'estar connectada a les diferents xarxes de subministrament públiques.

2.8.1. INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA. CLIMATITZACIÓ I PRODUCCIÓ DE ACS

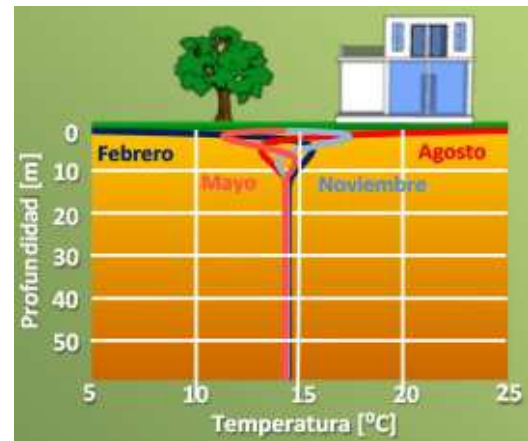
En el present estudi, s'ha escollit realitzar una instal·lació geotèrmica degut a que s'ha considerat que és un tipus d'energia renovable interessant, ja que presenta un bon rendiment, de la qual no se n'ha parlat durant la realització del grau i a Espanya no és gaire habitual trobar vivendes que utilitzin aquesta font d'energia.

Principalment, el motiu pel qual no se'n parla gaire d'aquesta font d'energia és perquè en el nostre país és un recurs pràcticament desconegut, ja que prové d'altres zones, com Islàndia o Suècia, on el subsòl presenta una temperatura més elevada.

Es diu que presenta un bon rendiment ja que, a diferència d'altres sistemes de climatització renovables, un mateix sistema permet ser utilitzat per a la calefacció de la vivenda, per a la seva refrigeració i per a l'obtenció d'aigua calenta sanitària, a través de la incorporació en la instal·lació d'una bomba de calor geotèrmica, el consum de les quals és reduït, poden presentar fins a 5COP, el que les fa una de les màquines més eficients que existeixen.

2.8.1.1. INTRODUCCIÓ

El subsòl de la terra, a partir dels dos metres de profunditat, presenta la capacitat de mantenir-se a una temperatura més o menys constant al llarg de tot l'any, independentment de les condicions meteorològiques de l'exterior. A mesura que augmenta la profunditat, la temperatura cada cop és més constant. Aquest fet es pot aprofitar per augmentar la temperatura d'una estança a l'hivern, ja que en aquesta època de l'any la temperatura del subsòl és superior a la temperatura exterior, i disminuir-la a l'estiu, ja que en aquest període la temperatura del subsòl és inferior a la exterior.



Esquema de distribució de temperatures en el subsòl de la terra. Font: www.ecoforest.es

En el gràfic adjunt es pot observar com, independentment de l'època de l'any, a mesura que augmenta la profunditat del subsòl la temperatura cada cop és més constant i, a partir dels 15m de profunditat, la temperatura es manté a 14°C (gràfic corresponent a la zona de Galícia).

El subsòl també presenta un desfasament respecte a la temperatura externa de l'aire, és a dir, al finalitzar els dies de calor i quan comencen els dies de fred, el subsòl guardarà una major quantitat de calor que l'aire. De la mateixa forma, quan finalitzen els dies de fred i comencen els dies calorosos, la temperatura del subsòl es manté més baixa que l'exterior. Això es deu a que degut a la gran quantitat de massa que té el subsòl, aquest presenta inèrcia tèrmica, trigant més temps en escalfar-se/refredar-se que l'aire.

L'energia geotèrmica aprofita aquesta capacitat del subsòl de mantenir-se a una temperatura aproximadament constant al llarg de l'any, tant per la climatització de l'edifici, com per a la producció d'aigua calenta sanitària. A més, aquesta font d'energia també es pot utilitzar per generar electricitat, tot i que aquest ús està limitat a determinades zones del planeta.

L'aprofitament d'aquest recurs totalment renovable, es realitza principalment de tres formes: en centrals geotèrmiques, en aplicacions d'ús directe i en bombes de calor geotèrmiques.

Les centrals geotèrmiques generen electricitat a partir de l'aprofitament i l'explotació de dipòsits subterranis d'aigua calenta o de vapor d'aigua, que es troben en determinades zones del planeta, mitjançant la perforació de pous a gran profunditat ($\geq 1\text{Km}$). Hi ha tres tipus de centrals que aprofiten aquests dipòsits subterranis: les centrals de vapor sec, les centrals de transmissió de vapor i les centrals de cicle binari. Malgrat tot, aquestes centrals només poden ser instal·lades en

zones volcàniques o en zones amb abundància de geisers, ja que és en aquestes zones on es pot aprofitar l'elevada temperatura del subsòl (de fins a 450°C).

Les aplicacions d'ús directe són les que utilitzen directament l'energia generada en el subsòl, com a calefacció o per a la producció d'aigua calenta per a usos industrials, agrícoles o residencials. El líquid que hi ha en el sistema de captació és el mateix que circula pel circuit d'emissió, per tal d'escalfar les estances interiors o generar ACS. En el cas d'Islàndia, aquesta és la segona font d'energia del país, que arriba a escalfar el 85% dels edificis.

Les bombes de calor geotèrmiques utilitzen l'energia de sòls poc profunds per escalfar i refrigerar els espais interiors d'una vivenda i/o per produir aigua calenta sanitària. Una instal·lació d'aquest tipus consisteix en un sistema de tubs soterrats en el terreny, a poca profunditat (entre els 3 i els 10 metres), que permetin l'intercanvi de calor amb el subsòl, un intercanviador de calor i un sistema de conductes a l'interior de l'edifici.

La idea bàsica, consisteix en el fet d'obtenir energia calorífica del subsòl i transmetre-la a l'edifici a través dels sistemes adequats. El mateix principi es pot utilitzar de manera inversa per tal de refredar les estances interiors, és a dir, traslladant la calor innecessària de l'interior de l'edifici al subsòl. La temperatura constant del sòl, entre 10 i 16°C, a deu metres de profunditat, ofereix les condicions òptimes per fer funcionar, de forma íntegra, el sistema de calefacció i aire condicionat d'un edifici.

El principi de la geotèrmia, consisteix en utilitzar l'energia calorífica continguda en l'escorça terrestre a profunditats de fins als 100 metres, mitjançant sistemes de pous o conductes, una unitat geotèrmica d'intercanvi i una bomba de calor. Es transfereix l'energia d'aquesta font estable (d'uns 15°C) a una altra de major temperatura (d'uns 50°C) que permeti la seva posterior utilització per climatitzar els espais interiors, així com per obtenir aigua calenta sanitària. Les bombes de calor són reversibles, el que permet que a l'estiu puguin absorbir la calor de l'interior de l'habitatge i lliurar-lo al subsòl, i que aquestes es puguin utilitzar com a sistema de climatització integral de la vivenda.

Aquest sistema presenta una gran eficiència energètica: aproximadament d'un 400% escalfant i d'un 500% refredant; és a dir, l'energia proporcionada pot arribar a ser 5 vegades l'energia consumida, o el que és el mateix, per cada unitat d'energia que consumeix, en pot arribar a generar cinc. Això és possible gràcies a que la major part de l'energia només es transmet d'una font a una altra. També és un sistema altament ecològic, ja que al no existir cap tipus de combustió, no es genera CO₂, fet que el converteix en un sistema no contaminant.

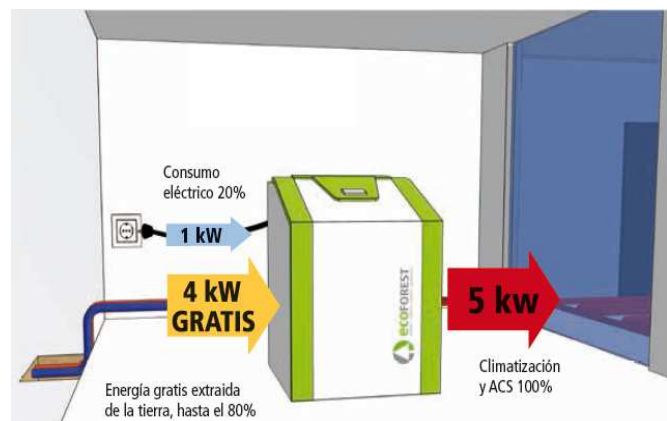
Comparant aquesta font d'energia amb un sistema de captació solar mitjançant panells per a la producció de ACS, presenta l'avantatge de que no són necessaris sistemes d'acumulació ni sistemes de suport procedents d'energies fòssils per compensar les hores en què no hi ha radiació solar. La massa de la terra és el que actua com a acumulador, i que fa que disposem d'una font d'energia a temperatura constant, que en l'àmbit d'aquesta aplicació, es comporta com infinita.

La tecnologia utilitzada a Catalunya en aquest tipus d'instal·lacions prové majoritàriament de l'estranger, ja que en altres països d'arreu del món es va començar a instal·lar aquest sistema molt abans que en el nostre (Suècia és el país capdavanter d'aquesta font renovable ja que disposa d'entre un 80% i un 90% de vivendes unifamiliars amb energia geotèrmica).

2.8.1.2. FUNCIONAMENT D'UNA INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA

Com ja s'ha mencionat en l'apartat anterior, una instal·lació geotèrmica consisteix en aprofitar la temperatura més o menys constant del subsòl per tal d'escalfar o refrigerar l'interior de la vivenda. Per aconseguir-ho, és necessari un element fonamental en la instal·lació que permeti l'intercanvi de temperatures entre el terreny i l'interior de l'habitatge. Aquest element és la bomba de calor geotèrmica.

L'electricitat que consumeix una bomba de calor, ja sigui per a ús geotèrmic com per a ús convencional, no és utilitzada per produir calor directament, si no que s'utilitza per transferir el calor d'un lloc a un altre. Això la converteix en una de les màquines més eficients que existeixen, ja que per cada unitat d'energia consumida en pot produir fins a cinc. L'eficiència d'un aparell és mesurada mitjançant el denominat COP



Esquema eficiència energètica de la bomba geotèrmica. Font: catàleg tècnic "geotèrmia" de "Ecoforest".

(Coefficient of Performance). 1 COP significa que per cada unitat d'energia utilitzada, es produeix una altra unitat d'energia. Una bomba de calor pot tenir fins a 5 COP, és a dir, que produeix fins a cinc vegades més energia de la que consumeix.

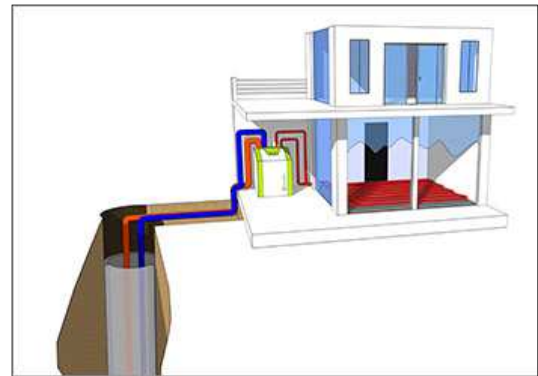
Aquestes bombes poden ser reversibles o no, és a dir, que poden generar calor a l'hivern i fred a l'estiu invertint el sentit del fluid del circuit frigorífic que conté la bomba de calor.

A diferència de les bombes de climatització convencionals, el funcionament de les quals consisteix en captar el calor de l'aire exterior i transmetre'l a l'interior (transmissió aire-aire), a través d'un gas que és comprimit i alliberat per tal d'augmentar l'eficiència de la instal·lació, en una bomba de calor geotèrmica l'intercanvi de calor es produeix amb el subsòl (transmissió terra-aire), mitjançant un sistema de tubs soterrats que contenen un líquid que permet aquest intercanvi amb el terreny.

Una bomba de calor geotèrmica, que estigui produint calefacció, pot extreure calor de l'exterior encara que la temperatura sigui de 0°C o inferior, per escalfar un edifici la temperatura interior del qual sigui de 20°C. Això és degut a que el líquid que es troba en l'interior del circuit de la bomba es troba a diversos graus sota zero, pel que és capaç d'absorbir calor d'un entorn que està a una temperatura més elevada que ell, tot i que aquesta temperatura continuï sent sota zero o reduïda.

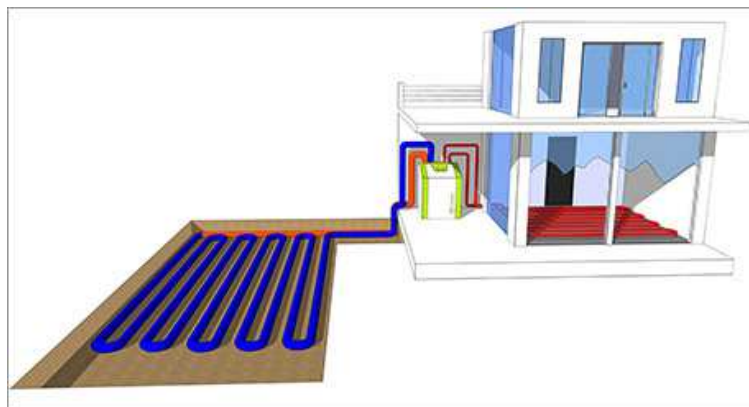
Existeixen tres formes diferents de realitzar l'intercanvi de calor amb el terreny:

- Mitjançant **captació vertical**, consistent en una o varies perforacions verticals en el terreny, fins a una profunditat entre els 80 i 150m, on s'hi introdueixen els tubs de captació.
Consisteix en una instal·lació simple i econòmica, ja que requereix de poca superfície disponible i la seva eficàcia és molt elevada.



Sistema de captació vertical. Font: www.ecoforest.es

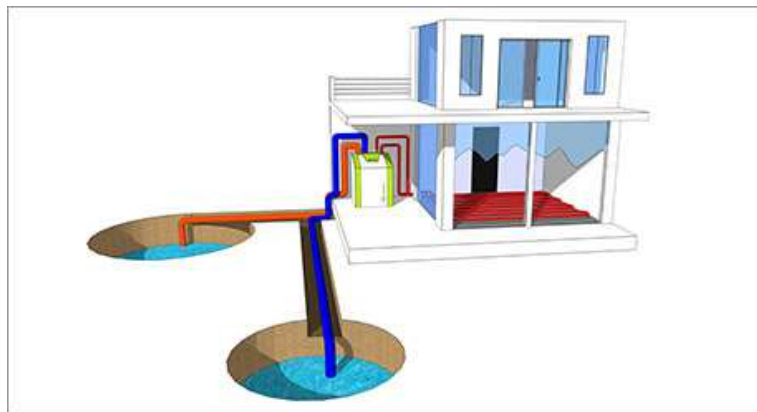
- Mitjançant **captació horitzontal**, en la qual el sistema de tubs captadors de la calor estan disposats horitzontalment, formant una mena de circuit, enterrats a una profunditat que pot variar entre 1m i els 10m de profunditat.
Es tracta també d'una instal·lació bastant simple, tot i que requereix de més superfície de terreny disponible que en el sistema anterior.



Sistema de captació horitzontal. Font: www.ecoforest.es

- Mitjançant **captació freàtica**. En aquest cas, l'aigua freàtica és bombejada des de un pou de captació fins a la bomba de calor, on cedeix la seva energia i és retornada al terreny a través d'un pou d'injecció.

Aquesta opció de captació pot ser considerada quan existeix un pou o una font d'aigua subterrània properes a l'edificació on es desitja realitzar la instal·lació. Dels tres sistemes descrits, aquest és el que presenta un major rendiment.



Sistema de captació freàtica. Font: www.ecoforest.es

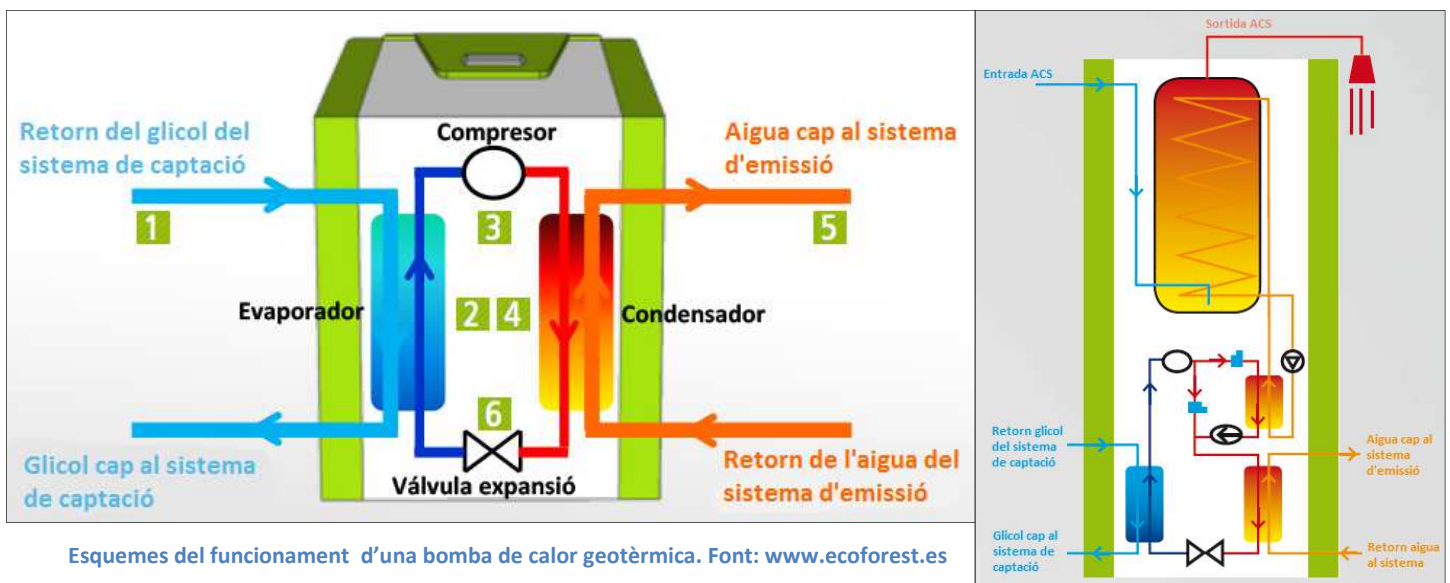
Com a sistema de transmissió de la calefacció i la refrigeració es poden utilitzar diversos sistemes, com els fan coils o els radiadors, tot i que és molt més recomanable utilitzar terra radiant. El gran avantatge que ofereix el terra radiant enfront als altres sistemes, juntament amb la instal·lació geotèrmica és doble: d'una banda és un sistema molt eficient que treballa a temperatures molt similars a les de la geotèrmia (sempre costarà menys energia escalfar aigua als 35°C que necessita el terra radiant, que als 70°C que necessiten els radiadors), d'altra banda, tant la geotèrmia com el terra radiant, permeten ser utilitzats per refrigerar a l'estiu, el que evita haver d'instal·lar un sistema de refrigeració en la vivenda.

El fluid que recorre l'interior del sistema de tubs enterrats, normalment és aigua amb anticongelant. A mesura que va recorreguent la xarxa exterior de canonades, intercanvia calor amb el subsòl. Si el que es desitja és escalfar l'habitatge a l'hivern, el fluid sortirà més fred que el terra, ja que la temperatura interior és més freda que la del subsòl, i s'anirà escalfant a mesura que el recorre, absorbint la calor emmagatzemada en el terra i lliurant-la a la bomba de calor. Si el que es desitja és refrigerar l'habitatge a l'estiu, el líquid sortirà amb la calor absorbida al seu interior i s'anirà refredant, cedint la calor al subsòl i retornant més fred, refrigerant l'interior de la vivenda.

2.8.1.3. FUNCIONAMENT D'UNA BOMBA DE CALOR GEOTÈRMICA

El funcionament d'una bomba de calor d'una instal·lació geotèrmica és molt similar al d'una bomba de calor convencional, només canvia el sistema d'intercanvi de la calor. Aquest, es pot resumir en els següents passos:

- 1- Es fa circular un líquid, generalment glicol⁴, pel sistema de captació enterrat en el subsòl, mitjançant una bomba, a una temperatura inferior a la del terreny. Aquesta diferència de temperatures causa la transferència d'energia en forma de calor del terreny a aquest líquid.
- 2- En l'evaporador de la bomba de calor, el glicol cedeix l'energia captada del terreny al refrigerant que circula pel seu circuit frigorífic, provocant la seva ebullició.
- 3- El refrigerant, que ara es troba en forma de vapor, és aspirat pel compressor, que augmenta la seva pressió i consegüentment la seva temperatura.
- 4- Seguidament, el refrigerant, que es troba a alta pressió i temperatura, passa al condensador de la bomba de calor, on es refreda i condensa, cedint la seva calor a l'aigua del sistema d'emissió (el circuit de l'interior de la vivenda).
- 5- L'aigua calenta es distribueix a través del sistema d'emissió (ja sigui una instal·lació de terra radiant, de fan coils, etc.) augmentant la temperatura de les estances interiors de la vivenda.
- 6- Finalment, el refrigerant, condensat, s'introdueix a la vàlvula d'expansió, on el refrigerant s'expandeix i disminueix la seva pressió i temperatura, de forma que torna a estar en condicions d'absorbir, en l'evaporador, la calor captada pel glicol del circuit de captació, tancant-se així el cicle i iniciant-se, de la mateixa manera, un de nou.



⁴ El glicol és una mescla d'aigua amb propilenglicol (producte anticongelant a base d'alcohols), caracteritzat pel seu baix punt de fusió (al voltant dels -10°C), el que el permet romandre en estat líquid a temperatures inferiors als 0°C , utilitzat habitualment en instal·lacions d'aquesta mena.

Si en aquest sistema s'hi afegeix un altra circuit d'emissió i s'enllaça amb un acumulador d'aigua, el mateix equip pot proporcionar ACS, funcionant de la mateixa manera, el canvi està en que el calor passa a l'aigua en comptes que a l'aire i la temperatura d'emissió ha de ser una mica més elevada (entre 50°C i 70°C).

2.8.1.4. AVANTATGES D'INCORPORAR ENERGIA GEOTÈRMICA A LA VIVENDA

Un sistema geotèrmic presenta molt bones prestacions mediambientals, el que fa que, tot i ser encara a dia d'avui un sistema d'energia minoritari en el nostre país, cada cop es tingui més en compte la seva instal·lació en vivendes, per tal de reduir el seu consum energètic i fer-les més eficients energèticament. Les seves principals prestacions són:

- ✓ És un sistema totalment ecològic, ja que es basa en una energia renovable i, al no intervenir-hi cap tipus de combustió en el procés, no genera emissions de CO₂.
- ✓ Permet un estalvi important, tant econòmicament (fins a un 75%) com energèticament, ja que és el sistema de climatització que menys energia consumeix (com ja s'ha dit per cada unitat d'energia que consumeix en pot arribar a produir cinc).
- ✓ És una instal·lació integral, és a dir, la mateixa instal·lació es pot utilitzar per produir calefacció a l'hivern, aire condicionat a l'estiu i aigua calenta durant tot l'any, a diferència d'altres sistemes de climatització renovables.
- ✓ És una instal·lació segura. Al no necessitar gas ni altres substàncies combustibles, fa desaparèixer el risc d'intoxicacions, males olors, contaminació i el risc d'explosions per possibles fugues.
- ✓ Aquesta font d'energia no necessita sistemes d'acumulació ni sistemes de suport procedents d'energies fòssils, a diferència de les instal·lacions solars, per compensar les hores en que no hi ha radiació solar.
- ✓ És un sistema totalment silenciós, no genera cap tipus de soroll.
- ✓ No són necessàries instal·lacions fora de l'edifici, tot es troba enterrat o dins de l'edifici, el que permet mantenir la seva estètica i arquitectura.
- ✓ Presenta un mínim manteniment i una llarga vida útil.
- ✓ Al prescindir de sistemes de refrigeració, no hi ha possibilitat de contraure la bactèria de la legionel·la.
- ✓ Mitjançant aquest sistema, es pot realitzar de forma individual la climatització d'un edifici, ja que no són necessàries instal·lacions complexes ni grans inversions.

2.8.1.5. LA CLIMATITZACIÓ PER TERRA RADIANT

La climatització per terra radiant consisteix en un sistema de conductes, estesos i distribuïts uniformement sota el paviment de les diferents estances de la vivenda, que distribueixen aigua calenta a baixa temperatura (entre 30°C i 45°C) o freda, proporcionant calor o fred d'una forma uniforme, segons si es desitja calefactar la vivenda o refredar-la.

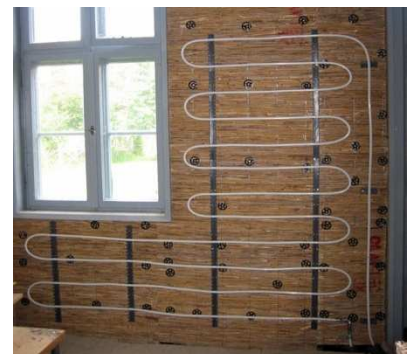


Col·locació sistema de tubs terra radiant. Font: imatges Google.

Aquest sistema permet mantenir una temperatura estable dins de les estances calefactades, a més de reduir el consum d'energia considerablement respecte a un sistema convencional de gas o elèctric, ja que no és necessari escalfar l'aigua a temperatures gaire elevades (entre 30°C i 45°C), a diferència dels sistemes de radiadors que necessiten escalfar l'aigua entre 70°C i 90°C.

Degut a que el calor es distribueix pel paviment, s'aconsegueix un gradient de temperatures en les estances agradable per al confort de les persones, mantenint la zona dels peus calenta i la del cap temperada, sentint-ne més els efectes i evitant gastar energia per escalfar les zones elevades de les estances, a diferència del que passa amb els sistemes de calefacció habituals, on l'aire calent tendeix a acumular-se a les zones properes al sostre, quan la necessitat d'escalfor es troba en les zones baixes de les estances.

Existeix una variant del sistema, anomenada paret radiant, que consisteix en col·locar el sistema de tubs emissors de la calor a través de les parets de la vivenda, tot i que aquest sistema no és tant efectiu, ja que l'aire calent ascendeix, i si l'estança a calefactar presenta una gran superfície, pot ser que no s'escalfi tota per igual, quedant la part cèntrica de l'estança amb una temperatura inferior a la perimetral.



Sistema de paret radiant. Font: es.wikipedia.org

La mateixa instal·lació pot ser utilitzada per escalfar a l'hivern i per refredar a l'estiu. Per aconseguir aquesta característica, és necessari que la instal·lació disposi d'una bomba de calor, ja que aquestes poden invertir el circuit del refrigerant que contenen i són capaces de produir aquest requisit. Si es disposa d'una instal·lació geotèrmica amb bomba de calor geotèrmica, aquest requisit ja està present en la instal·lació.

El muntatge d'un terra radiant consisteix en col·locar, primerament, una capa d'aïllament o material reflectant, de 4cm com a mínim, que eviti la pèrdua de calor cap a sota del paviment. Sobre d'aquesta capa, s'estén el circuit de tubs pels que circula l'aigua de calefacció. A continuació, aquests es cobreixen amb el paviment de morter, per finalment col·locar el paviment d'acabat. Aquest paviment es veu afectat a dilatacions degudes a la temperatura d'aquest terra, pel que és necessari col·locar juntes perimetrals i bandes elàstiques per tal d'absorbir aquestes dilatacions. Aquestes juntes hauran de permetre dilatacions de 5mm com a mínim. També s'haurà d'aïllar tot el perímetre del paviment. En quant al material d'acabat, és preferible col·locar rajoles de gres o terratzo, ja que presenten una major conductivitat tèrmica respecte altres materials. La col·locació de paviments de parquet o moquetes és desaconsellable, ja que la fusta pot cedir degut als canvis de temperatura i la moqueta actua com a aïllant.

A l'hora de la disposició de les juntes de dilatació, cal tenir present que:

- Superfície màxima sense juntes: 25m²
- Longitud màxima sense juntes: 8m
- S'han de disposar juntes quan la relació entre els costats sigui menor que ½.
- S'han de disposar juntes sobre les juntes de dilatació de l'edifici.
- S'han de disposar juntes en zones susceptibles d'esquerda.

Segons la normativa europea UNE EN 1264-2, la temperatura del paviment no pot superar els 29°C, pel que és necessari una correcta regulació de la instal·lació radiant per tal de garantir que aquesta temperatura no es superi. D'aquesta manera s'eviten possibles problemes circulatoris deguts a una temperatura excessiva del terra.

Alguns dels avantatges que presenta aquest sistema respecte a altres sistemes de calefacció o refrigeració tradicionals són:

- Tota l'estança presenta una temperatura homogènia.
- No precisa d'elements visibles, tals com radiadors o fan coils, tot es troba amagat sota el paviment.
- Consumeix menys energia que altres sistemes, al ser una instal·lació molt eficient i al utilitzar aigua a baixes temperatures, 45°C com a màxim, a diferència del sistema de radiadors, que necessiten aigua a 70°C com a mínim.
- Al treballar a temperatures baixes, no reseca l'ambient ni, consegüentment, les mucoses nasals de les persones, i al no generar corrents d'aire no aixeca la pols ni els microorganismes de l'ambient.
- El seu manteniment és mínim.

Per contra, alguns dels inconvenients del sistema són:

- La col·locació de determinats paviments no són compatibles amb el terra radiant. La fusta es dilata a causa de la calor i provoca inflaments i desnivells en el terra; la moqueta actua com aïllant dificultant la transmissió de la calor a l'ambient, etc.
- Es precisa d'una quantitat major de juntes de dilatació en el paviment degut a les dilatacions que es produeixen a causa de la calor que genera.
- L'escalfament o refredament de les estances amb aquest sistema no és immediat, és a dir, el sistema ha d'estar en funcionament durant un o dos dies per tal de que es sentin els efectes.
- Si la seva col·locació no està prevista en el projecte o es desitja instal·lar-lo en una vivenda existent, el seu cost s'eleva considerablement degut a que s'ha d'instal·lar sota paviment, el que comporta un seguit de treballs de més que s'han de realitzar.
- En el cas de vivendes mal aïllades el seu rendiment és molt baix, ja que el sistema no és capaç d'aportar la calor suficient per compensar les pèrdues per infiltració a través dels tancaments.

2.8.1.6. LA CLIMATITZACIÓ PER FAN COILS

La climatització mitjançant fan coils consisteix en la instal·lació, en les diferents estances de la vivenda que es desitgin climatitzar, d'un dispositiu que permet l'intercanvi de calor entre, generalment, un gas o un líquid (segons el sistema de captació que hi hagi en la vivenda) i l'aire d'una estança. El fan coil rep el líquid prèviament escalfat o refredat i transmet la seva temperatura a l'aire de l'estança mitjançant un ventilador que difon la temperatura a través de l'aire.

Es poden trobar diferents versions d'aquests dispositius. Hi ha models de distribució horitzontal per ser instal·lats penjats en el fals sostre, n'hi ha de distribució vertical per ser instal·lats en el terra i n'hi ha d'altres per ser instal·lats conjuntament amb un sistema de conductes, que passen a través del fals sostre, que reparteixen l'aire a través de les estances.



Fan coils d'instal·lació en el terra i d'instal·lació penjat en el sostre. Font: www.ecoforest.es

Aquest sistema presenta un inconvenient que fa que sigui un sistema que desagrada als usuaris. Aquest inconvenient consisteix en que, al presentar un ventilador que difon la temperatura a l'estança, fa que l'aire es noti, produint una sensació desconfortable per a les persones, a diferència d'altres sistemes, com la calefacció per radiadors o per terra radiant, els quals no generen corrents d'aire, el calor es transmet per convecció i, per tant, resulten més confortables. A més, el ventilador genera soroll, el que resta un altra punt al sistema. A raó d'aquests inconvenients, s'ha desestimat la opció d'optar per un sistema de fan coils en la vivenda tractada.

Depenent de la diferència de temperatures i humitats entre l'interior i l'exterior, es poden formar condensacions en els aparells, les quals s'han d'evacuar a través de la xarxa de sanejament.

2.8.1.7. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA AL PRESENT PROJECTE

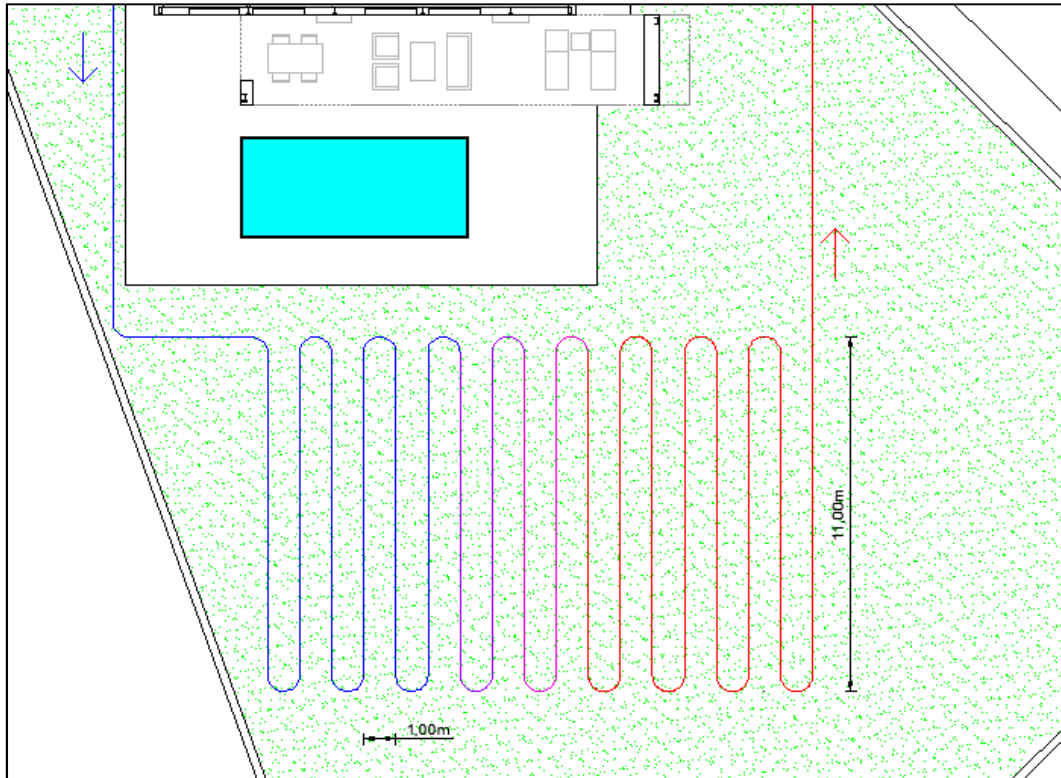
Per a la present vivenda objecte d'estudi, s'ha escollit instal·lar un sistema geotèrmic de captació horitzontal, degut a que, després de consultar-ho amb l'empresa *SoliClima*, s'ha considerat que, tot i no ser el sistema de captació amb més rendiment⁵, és el sistema més ràpid i econòmic de realitzar, presentant un bon rendiment. A més, es disposa d'una gran superfície de terreny en la parcel·la, la qual podem aprofitar.

Aquesta instal·lació s'ha dimensionat per tal de cobrir les necessitats de calefacció i de refrigeració de la vivenda, així com per a la producció d'aigua calenta sanitària (veure apartat 2.8.1.8. *Càlculs de la instal·lació*). Tot i que aquest sistema resulta efectiu, tant per a la calefacció de la vivenda com per a la producció de ACS, cal dir que per a la seva refrigeració (mitjançant refrigeració passiva⁶), no s'obtenen els mateixos resultats que amb un sistema d'aire condicionat habitual, encara que pot resultar força eficient, gràcies a les característiques d'estalvi energètic aportades a la vivenda i degut a que en la nostra zona no s'arriba a temperatures gaire elevades durant l'estiu.

La instal·lació de captació geotèrmica, consisteix en un seguit de conductes de polietilè, d'un diàmetre interior de 40mm i una longitud aproximada de 250m, disposats en forma de serpenti i enterrats en la zona posterior del jardí de la vivenda a una profunditat de 3,50 metres, pels quals hi circularà el glicol, líquid anticongelant que realitza la funció de captació o d'alliberació de la calor amb el subsòl (veure definició en l'apartat 2.8.1.3. *Funcionament de la bomba de calor geotèrmica*).

⁵ Dels tres sistemes de captació geotèrmica descrits a l'apartat 2.8.1.2. *Funcionament d'una instal·lació geotèrmica*, el que presenta un major rendiment és el sistema de captació freàtica.

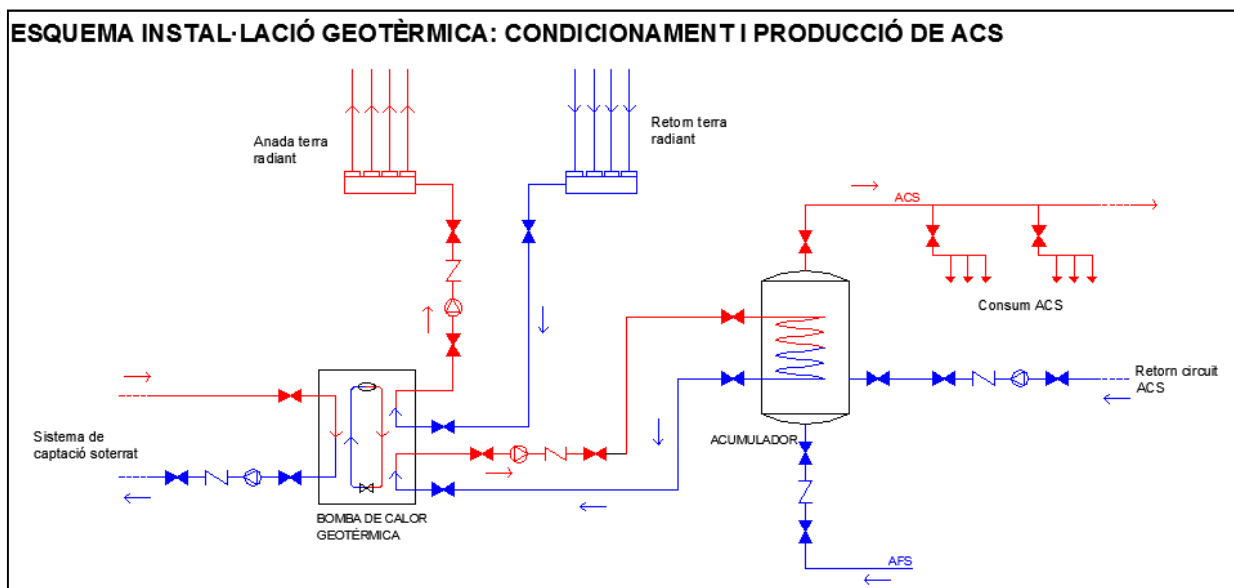
⁶ Un sistema de refrigeració passiva consisteix en, a través del mateix circuit de conductes utilitzat per al terra radiant, captar la calor de l'interior d'una estança i transmetre-la al terreny, refredant el líquid emissor i abaixant la temperatura interior de les estances.



Disposició del circuit de captació geotèrmic al jardí de la vivenda. Font propia.

El calor captat pel glicol, serà intercanviat a l'aigua del circuit interior a través d'una bomba de calor geotèrmica. Aquesta bomba serà del tipus ECO GEO C2 de ECOFOREST o similar, i estarà situada en la sala de màquines. La bomba és reversible, és a dir, que permet generar calor a l'hivern i fred a l'estiu, i porta incorporat un acumulador per a ACS de 170 litres de capacitat.

La bomba de calor geotèrmica distribuirà l'aigua calenta cap al circuit de calefacció i escalfarà l'aigua de l'acumulador per a l'obtenció d'aigua calenta sanitària. L'esquema de la instal·lació és el següent:



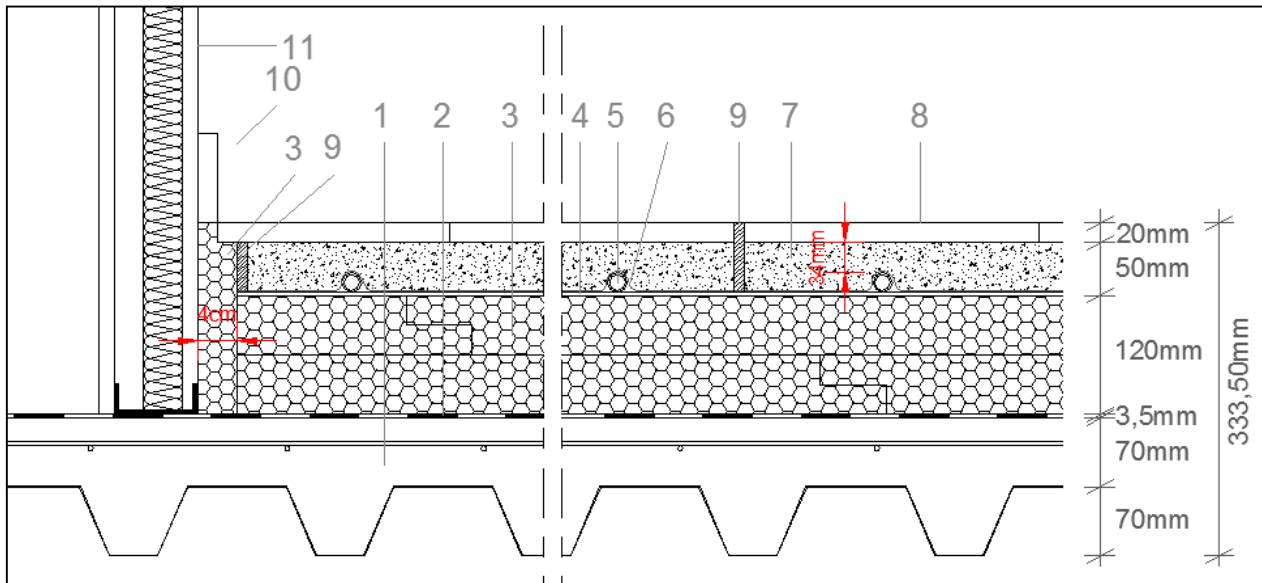
Esquema de la instal·lació geotèrmica de la vivenda. Condicionament de la vivenda i producció de ACS. Font propia.

En la vivenda s'instal·larà un sistema de terra radiant per a la seva calefacció i refrigeració. S'ha escollit aquest sistema ja que treballa a temperatures baixes, a diferència d'altres sistemes de calefacció, treballant a temperatures similars a les del sistema geotèrmic i estalviant energia al no haver d'escalfar l'aigua a temperatures gaire elevades (el sistema funcionarà a una temperatura mitja de l'aigua de 40°C), a més, aquest climatitza majoritàriament les zones baixes de les estances, permetent un major aprofitament i confort per part de les persones i evitant el consum d'energia innecessària escalfant les zones elevades de les estances.

El sistema consisteix en la disposició de conductes de polietilè de 16mm de diàmetre, en forma d'espiral bitubular, en el paviment de totes les estances de la vivenda, a excepció de la zona del traster, la sala de màquines i l'escala. Els conductes aniran subjectats sobre un mallatzo estès sobre de l'aïllament. La separació entre conductes serà de 25cm en totes les estances i de 15cm en els banys (veure apartat 2.8.1.8. *Càlculs de la instal·lació*). Des de la bomba de calor geotèrmica sortirà una canonada amb l'aigua calenta fins a un col·lector, des de on es distribuirà un conducte per a cada estança a condicionar. Un cop l'aigua hagi recorregut tot el circuit, i hagi transmès la seva temperatura a l'ambient, tornarà fins a un col·lector de retorn el qual conduirà de nou l'aigua a la bomba de calor geotèrmica i es tornarà a escalfar, tancant així el cicle de l'aigua del circuit emissor.

Per tal d'evitar pèrdues de calor cap a sota del paviment, cal col·locar els conductes del sistema sobre d'una capa d'aïllament (preferiblement poliestirè extrudit o expandit) de, com a mínim, 40mm d'espessor. En el nostre cas, degut a les característiques passives donades per a l'estalvi energètic de la vivenda, tenim un gruix d'aïllament (XPS) de 120mm a planta baixa i de 60mm a planta pis, pel que les pèrdues cap a la part de sota del paviment seran pràcticament nul·les. També cal aïllar el paviment perimetralment. En el nostre cas aquest serà d'un gruix de 40mm.

Per tal d'evitar possibles trencaments o fractures del paviment a causa de poc gruix i per la dilatació que aquest presenta, cal que aquest tingui un gruix mínim de 30mm des de la cota superior dels tubs del terra radiant. En el nostre cas, com que el gruix previst per al paviment de morter és de 50mm, tenim un gruix des de sobre els conductes de 34mm.

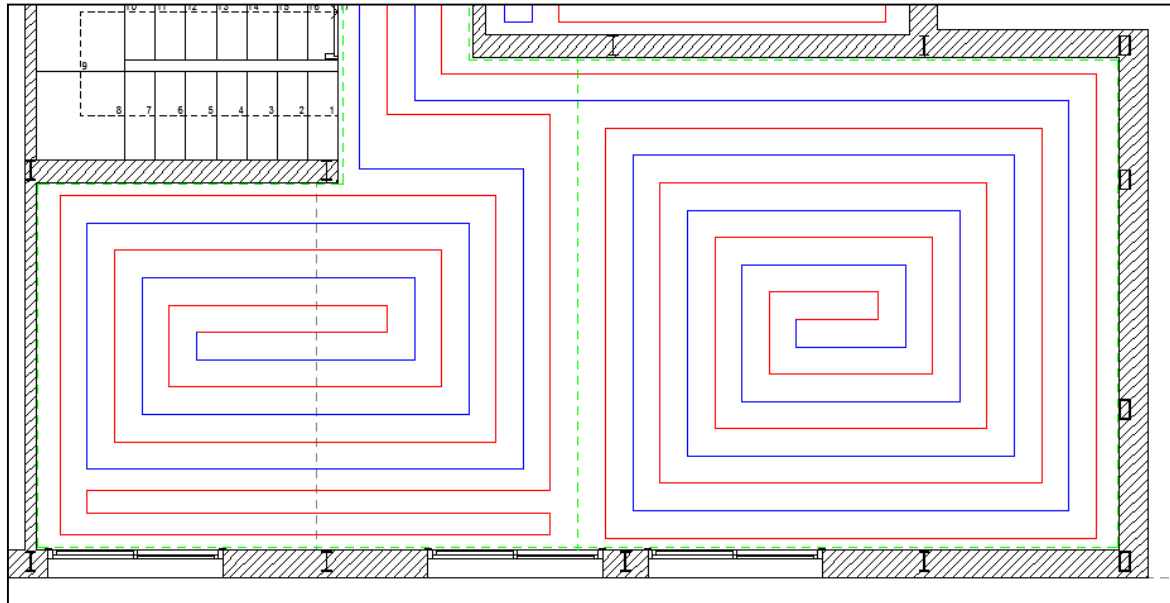


Detall secció paviment PB, col·locació sistema de terra radiant i formació de juntes de dilatació. Font propia.

LLEGENDA DETALL

1	Forjat col·laborant de xapa gracada + formigó armat.
2	Impermeabilització tipus LBM(SBS)-30-FP.
3	Aïllament tèrmic de XPS.
4	Làmina separadora "fonpex".
5	Canonada del terra radiant de PE Ø=16mm
6	Làmina recobrint sistema radiant.
7	Paviment de morter de 50cm d'espessor.
8	Acabat de paviment amb rajoles ceràmiques.
9	Junta dilatació de 1cm de gruix omplerta amb neoprè.
10	Sòcol perimetral.
11	Envà de separació de cartró guix.

Darrerament, a causa de les dilatacions en el paviment que es generen, cal la disposició de juntes. Hi haurà una junta perimetral en totes les estances i, complint amb els requisits de la disposició de juntes de l'apartat 2.8.1.5. *La climatització per terra radiant* (superfície màxima sense juntes: 25m², longitud màxima sense juntes: 8m, s'han de disposar juntes quan la relació entre els costats sigui menor que ½, s'han de disposar juntes sobre les juntes de dilatació de l'edifici, s'han de disposar juntes en zones susceptibles d'esquerda), es realitzarà una junta de dilatació en la sala d'estar – menjador, dividint l'estança en dues zones de superfície similar, ja que la superfície d'aquesta estança és de 45m², superiors als 25m² de superfície màxima permesa sense juntes, a més que un dels seus laterals té una longitud de gairebé 10m, superiors als 8m permesos sense junta. Es realitzarà una altra junta de dilatació en el dormitori principal ja que la relació entre els seus costats és inferior a ½. Les juntes seran de 1cm de gruix i estaran omplertes amb una banda elàstica de neoprè. Aquestes juntes han de permetre una dilatació de 5mm com a mínim.



Disposició dels conductes del terra radiant i les juntes de dilatació en la sala d'estar – menjador. Font propia.

Com s'ha mencionat anteriorment, la instal·lació geotèrmica també subministrarà ACS. La bomba de calor geotèrmica porta incorporat un acumulador d'aigua de 170l, el qual estarà connectat al sistema d'abastament d'aigua mitjançant el pou i escalfarà l'aigua necessària per tal de cobrir les necessitats de la vivenda.

2.8.1.8. CÀLCULS DE LA INSTAL·LACIÓ

➤ CÀLCUL DELS GUANYS TÈRMICS I PÈRDUES DE CALOR

Primerament, per tal de conèixer la quantitat de calor / fred que hem d'incorporar a la present vivenda, hem de calcular les pèrdues i els guanys tèrmics de les diferents estances d'aquesta. Per tal de calcular-les agafem com a dades de referència les següents:

- Per calcular els guanys tèrmics en condicions d'estiu considerem:
 - Condicions ambientals:
 - Temperatura exterior: 35°C
 - Temperatura interior: 25°C
 - Humitat relativa exterior: 65%
 - Humitat relativa interior: 50%
 - Temperatura dels locals no climatitzats: 28°C
 - Temperatura de les sales contigües sense climatitzar: 26°C
 - Temperatura del forjat sanitari ventilat: 31°C

- Degut a que tenim un forjat sanitari ventilat, hem de tenir present que la variació de temperatura entre l'interior i el forjat sanitari no serà la mateixa que entre l'interior i l'exterior de la vivenda.
 - Com que tenim vidres amb protecció solar, agafem un coeficient de 0,5 a l'hora de calcular els guanys solars per radiació de vidre.
 - A l'hora de calcular el calor sensible de l'aire exterior hem de tenir en compte que hem instal·lat un recuperador de calor i, per tant, la diferència de temperatura entre l'aire extret i l'introduït serà inferior a la diferència entre la temperatura de l'aire interior i l'exterior (es considera una diferència de 3°C a diferència dels 10°C reals).
 - L'escala, el traster i la sala de màquines no es climatitzaran.
-
- Per calcular les pèrdues de calor en condicions d'hivern considerem:
 - Condicions ambientals:
 - Temperatura mínima exterior: -3°C
 - Temperatura interior desitjada: 20°C
 - Temperatura locals veïns no calefactats: 11°C
 - Temperatura sales adjacents no calefactades: 11°C
 - Temperatura del terreny: 0°C
 - Temperatura del forjat sanitari ventilat: 2°C
 - Degut a que tenim un forjat sanitari ventilat, hem de tenir present que la variació de temperatura entre l'interior i el forjat sanitari no serà la mateixa que entre l'interior i l'exterior de la vivenda.
 - A l'hora de calcular les pèrdues de calor per infiltracions d'aire, hem de tenir en compte que tenim instal·lat un recuperador de calor i, per tant, la diferència de temperatura entre l'aire extret i l'introduït serà inferior a la diferència entre la temperatura de l'aire interior i l'exterior (es considera una recuperació del 70%).
 - L'escala, el traster i la sala de màquines no es climatitzaran.

Un cop realitzats els càlculs obtenim els següents valors (veure càlculs a ANNEX 4. Càlculs de les càrregues tèrmiques de la vivenda):

- **Guanys tèrmics en condicions d'estiu:**
 - Hall – distribuïdor: 1.114kcal/h
 - Cuina: 1.513kcal/h
 - Sala d'estar – menjador: 1.608kcal/h
 - Dormitori 1: 834kcal/h

- Bany 1: 733kcal/h
- Distribuïdor planta pis: 548kcal/h
- Bany 2: 530kcal/h
- Dormitori 2: 594kcal/h
- Dormitori 3: 813kcal/h
- Dormitori principal: 1.163kcal/h
- Vestidor dormitori principal: 352kcal/h
- Bany dormitori principal: 729kcal/h
- **TOTAL GUANYS TÈRMICS: 10.729,98kcal/h**

- **Pèrdues de calor en condicions d'hivern:**

- Hall – distribuïdor: 428kcal/h
- Cuina: 506kcal/h
- Sala d'estar – menjador: 1.219kcal/h
- Dormitori 1: 380kcal/h
- Bany 1: 277kcal/h
- Distribuïdor planta pis: 253kcal/h
- Bany 2: 275kcal/h
- Dormitori 2: 374kcal/h
- Dormitori 3: 295kcal/h
- Dormitori principal: 478kcal/h
- Vestidor dormitori principal: 236kcal/h
- Bany dormitori principal: 255kcal/h
- **TOTAL PÈRDUES TÈRMIQUES: 4.975,60kcal/h**

Com es pot observar, les pèrdues en calefacció i en refrigeració són bastant baixes comparades amb les d'una vivenda convencional⁷, degut a les característiques d'eficiència energètica aportades a la vivenda descrites anteriorment (orientació, radiació solar rebuda, aïllament dels tancaments, proteccions solars, etc.).

➤ CÀLCUL DEL TERRA RADIANT

A continuació es detalla el càlcul de la separació entre les canonades que conformen el sistema de terra radiant.

⁷ Les pèrdues tèrmiques en una vivenda convencional, de la mateixa superfície a la tractada en el treball, estan al voltant de les 16.500kcal/h i els guanys tèrmics estan al voltant de les 20.000kcal/h.

A mode d'exemple, es començarà amb el càlcul de la sala d'estar – menjador, ja que és l'estança que presenta unes pèrdues de calor més grans (1.219kcal/h).

Agafem com a dades de referència per al càlcul del terra radiant les següents:

- Temperatura ambient a aconseguir: 20°C
- Temperatura superficial del paviment de la vivenda: 28°C
- Temperatura superficial del paviment dels banys: 30°C
- Temperatura mitja de l'aigua: 40°C
- Tipus de paviment: Ceràmic

En cap cas la temperatura superficial del paviment de la vivenda ha de ser superior als 29°C i la dels banys no pot superar els 32°C.

Per començar, un cop conegudes les pèrdues de calor de l'estança, es calcula l'emissió tèrmica superficial, la qual és proporcional a la diferència entre la temperatura superficial del paviment i la de l'aire ambient:

$$qp = kp \cdot (tp - ta)$$

q_p : Emissió tèrmica superficial (W/m²)

k_p : Factor d'emissió [$k_p = 8,235 \cdot (t_p - t_a)^{0.1377}$]

t_p : Temperatura superficial del paviment

t_a : Temperatura ambient

En el cas de la sala d'estar – menjador:

$$k_p = 8,235 \cdot (28 - 20)^{0,1377} = 10,77$$

$$q_p = 10,77 \cdot (28 - 20) = 87,72W/m^2$$

Com es pot observar, tant la temperatura com l'emissió de calor no depenen del tipus de paviment que tinguem, si no que depenen de la diferència de temperatura entre l'aire i el paviment.

És convenient comprovar que l'emissió calorífica del paviment és superior a les pèrdues de l'estança:

$$Q_{\text{estança}} = \frac{1.219kcal/h}{0,86} = 1.417,44W/h$$

$$Q_{\text{emeses}} = q_p \cdot S = 87,72 \cdot 44,92 = 3.940,48W/h$$

$$3.940,48W/h > 1.417,44W/h \quad OK$$

Seguidament, obtenim la separació entre les canonades del sistema a partir de la taula següent proporcionada per la companyia instal·ladora *TERMOCLUB*:

PAVIMENTO: CERAMICO – Emisión térmica en W/m² (Tubo polietileno reticulado)

Paso cm	Temp. media del agua 40 °C			Temp. media del agua 42 °C			Temp. media del agua 45 °C		
	T _a = 18 °C	T _a = 19 °C	T _a = 20 °C	T _a = 18 °C	T _a = 19 °C	T _a = 20 °C	T _a = 18 °C	T _a = 19 °C	T _a = 20 °C
40	72	68	66	80	76	72	88	86	82
38	76	72	68	82	79	76	94	90	86
36	78	75	72	86	82	78	98	94	90
34	82	78	74	90	86	82	102	98	94
32	86	82	78	94	90	86	106	102	98
30	90	86	82	98	94	90	112	108	102
28	94	90	86	104	98	94	116	112	108
25	102	96	92	110	106	102	126	122	116
22	108	104	98	118	114	108	134	130	124
20	114	108	104	124	120	114	142	136	130
18	120	114	108	132	126	120	148	138	136
15	128	122	116	142	134	128	160	154	148
12	138	132	125	152	144	138	172	166	160
10	144	138	130	160	152	144	180	172	166
8	154	144	138	162	160	154	188	180	176
5	162	156	146	178	170	162	204	196	186

Segons la taula, amb una temperatura mitjana de l'aigua de 40°C, una temperatura ambient interior de 20°C i una emissió tèrmica superficial de 87,72W/m² (agafem el següent valor més gran → 92W/m²), obtenim una distància entre conductes de **25cm**.

Cal realitzar el mateix procediment per a totes les estances a climatitzar de la vivenda. Cal tenir en compte que la diferència entre les temperatures superficial i ambient és major en els banys (30°C - 20°C):

HALL - DISTRIBUIDOR	
Superfície:	10,65 m2
Pèrdues calorífiques:	428,00 kcal/h
	497,67 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
K _p =	10,97
q _p =	87,72 W/m2
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
Q _e =	934,24 W/h > 497,67 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

CUINA	
Superfície:	12,40 m2
Pèrdues calorífiques:	506,00 kcal/h
	588,37 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
K _p =	10,97
q _p =	87,72 W/m2
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
Q _e =	1.087,75 W/h > 588,37 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

SALA D'ESTAR - MENJADOR	
Superfície:	44,92 m ²
Pèrdues calorífiques:	1.219,00 kcal/h
	1.417,44 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	3.940,48 W/h > 1.417,44 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

DORMITORI 1	
Superfície:	15,03 m ²
Pèrdues calorífiques:	380,00 kcal/h
	441,86 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	1.318,46 W/h > 441,86 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

BANY 1	
Superfície:	4,80 m ²
Pèrdues calorífiques:	277,00 kcal/h
	322,09 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	11,31
$q_p =$	113,07 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	542,76 W/h > 322,09 W/h OK
Pas entre conductes:	15cm

DISTRIBUIDOR PP	
Superfície:	6,73 m ²
Pèrdues calorífiques:	253,00 kcal/h
	294,19 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	590,37 W/h > 294,19 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

BANY 2	
Superfície:	4,96 m ²
Pèrdues calorífiques:	275,00 kcal/h
	319,77 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	11,31
$q_p =$	113,07 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	560,85 W/h > 319,77 W/h OK
Pas entre conductes:	15cm

DORMITORI 2	
Superfície:	14,08 m ²
Pèrdues calorífiques:	374,00 kcal/h
	434,88 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	1.235,13 W/h > 434,88 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

DORMITORI 3	
Superfície:	12,13 m ²
Pèrdues calorífiques:	295,00 kcal/h
	343,02 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	1.064,07 W/h > 343,02 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

DORMITORI PRINCIPAL	
Superfície:	21,03 m ²
Pèrdues calorífiques:	478,00 kcal/h
	555,81 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	1.844,80 W/h > 555,81 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

VESTIDOR DORMITORI PRINCIPAL	
Superfície:	4,80 m ²
Pèrdues calorífiques:	236,00 kcal/h
	274,42 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	10,97
$q_p =$	87,72 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	421,07 W/h > 274,42 W/h OK
Pas entre conductes:	25cm

BANY DORMITORI PRINCIPAL	
Superfície:	4,98 m ²
Pèrdues calorífiques:	255,00 kcal/h
	296,51 W/h
EMISSIÓ TÈRMICA SUPERFICIAL	
$q_p = k_p(t_p - t_a) \quad k_p = 8,235(t_p - t_a)^{0,1377}$	
$K_p =$	11,31
$q_p =$	113,07 W/m ²
COMPROVACIÓ Qemeses > Qestança	
$Q_e =$	563,11 W/h > 296,51 W/h OK
Pas entre conductes:	15cm

Anàlisi terra radiant: emissió tèrmica superficial del paviment i càlcul pas entre conductes.

Com es pot observar en els càlculs realitzats, la separació entre conductes del sistema de terra radiant obtinguda és de 25cm en les estances de la vivenda i de 15cm en els banys.

Si es donés el cas que l'emissió calorífica del paviment sigués inferior a les pèrdues d'alguna estança (no és el nostre cas), és convenient dividir l'estança en dues zones, una de central i una altra de perifèrica no més ampla de 1m, en la qual es pot augmentar la temperatura superficial fins als 32°C - 35°C, i es torna a calcular l'estança atenent a les dues zones creades. En aquest cas, la separació dels conductes en la zona central seria més gran que en la zona perifèrica.

Els mateixos càlculs ens serveixen per a l'utilització de la instal·lació com a sistema de refrigeració en època d'estiu.

➤ CÀLCUL DE LA QUANTITAT DE ACS NECESSÀRIA

Amb la finalitat de dimensionar la instal·lació acord a les necessitats d'aigua calenta de la vivenda, a continuació es calcula la quantitat d'aigua que cal escalfar per tal d'instal·lar un acumulador de la capacitat necessària i de cobrir totes les necessitats.

Tenint presents tots els aparells de la vivenda que precisen de subministra d'aigua calenta sanitària i el seu cabal necessari, trobem que la quantitat de ACS necessària en la present vivenda és de 1,40l/s, considerant que en tots els aparells s'obre l'aixeta alhora:

QUANTITAT DE ACS NECESSÀRIA		
Estança	Aparell	Cabal (l/s)
Cuina	Pica	0,20
	Total	0,20
Bany 1	Videt	0,10
	Lavabo	0,10
	Dutxa	0,20
	Total	0,40
Bany 2	Lavabo	0,10
	Dutxa	0,20
	Total	0,30
Bany ppal.	Videt	0,10
	Lavabo	0,10
	Banyera	0,30
	Total	0,50
TOTAL ACS		1,40

A continuació podem trobar el volum de l'acumulador necessari fent una estimació dels temps que estaran consumint ACS cadascun dels aparells que en consumeixin. Com que en la pràctica no s'obriran mai totes les aixetes alhora, es multiplicarà la quantitat total d'aigua calenta necessària obtinguda per un coeficient de simultaneïtat de 0,80:

CÀLCUL ACUMULADOR			
Nº	Cabal (l/s)	T (Seg.)	Quantitat aigua a 40°C (l)
1 pica	0,20	120,00	24,00
2 videts	0,10	60,00	12,00
3 lavabos	0,10	90,00	27,00
2 dutxes	0,20	300,00	120,00
1 banyera	0,30	480,00	144,00
Total aigua a 45°C			327,00
Coeficient de simultaneïtat:			0,80
Total aigua simultanea a 45°C			261,6
$V_a \cdot \Delta T = V_c \cdot \Delta T \rightarrow V_a \cdot (60-10) = 245,25 \cdot (40-10)$			Va = 156,96l

Trobem que en la present instal·lació és necessari un acumulador de capacitat equivalent als 156,96 litres teòrics que hem obtingut per càlcul. En el nostre cas, l'acumulador que porta incorporat la bomba de calor geotèrmica té una capacitat de 170 litres, més de la capacitat necessària, pel que cobrim les necessitats.

2.8.1.9. EQUIPS I MATERIALS UTILITZATS EN LA INSTAL·LACIÓ

A continuació s'especifiquen els principals elements i equips utilitzats en la instal·lació geotèrmica, fent referència a la marca comercial i models escollits, així com a les seves característiques més rellevants. (Veure documentació tècnica a ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques)

Per a l'elecció dels diferents components de la instal·lació, s'han seguit les recomanacions proporcionades per l'empresa *SoliClima*.

- **Bomba de calor geotèrmica:** model *ECO GEO C2 3-12* de la casa comercial *ECOFORST*.
 - Permet obtenir calefacció, ACS i refrigeració passiva.
 - Consum elèctric: entre 0,7 i 3,2kW.
 - COP: entre 4,6 i 5.



Bomba de calor geotèrmica model ECOFOREST ECO GEO C2. Font: catàleg tècnic "ECOFORST".

2.8.2. INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ

2.8.2.1. INTRODUCCIÓ

Actualment el Codi Tècnic de l'Edificació, en concret en el document bàsic DB HS 3, juntament amb el RITE, obliguen a que els edificis disposin d'un sistema de ventilació adequat al seu ús i a les seves característiques, amb la finalitat d'extreure possibles elements contaminants que hi pugui haver en l'aire interior i per tal d'evitar patologies derivades de les humitats que es puguin formar als paraments interiors, deguts a l'ús normal de l'edifici, a través de sistemes que permetin l'aportació d'un cabal suficient d'aire extern i l'extracció de l'aire interior amb contaminants.

El fet d'haver de renovar l'aire interior de la vivenda, implica que tinguem pèrdues en la seva climatització, ja que, en una instal·lació de ventilació convencional, ja sigui mecànica o híbrida, s'expulsa l'aire climatitzat de l'interior de les estances a l'hora que s'introdueix aire sense climatitzar de fora, perdent l'aire climatitzat i, conseqüentment, augmentant el consum d'energia al haver de tornar a escalfar/refredar el volum d'aire introduït provinent de l'exterior. Aquest fet implica a que haguem d'escollir un sistema de ventilació eficient que ens permeti reduir al màxim possible aquestes pèrdues en la calefacció o en la refrigeració de la vivenda.

El CTE diferencia tres tipus de ventilació per als edificis: ventilació natural, ventilació híbrida i ventilació mecànica.

La ventilació natural és aquella en que la renovació d'aire es produeix per l'acció del vent i per la diferència de temperatures entre l'interior i l'exterior de la vivenda, a través d'obertures realitzades en els tancaments de la mateixa o en les seves fusteries (exteriors i interiors). Aquest sistema no representa gairebé cost d'instal·lació, però genera una gran quantitat en les pèrdues de climatització de la vivenda, el que fa augmentar el cost al haver de tornar a climatitzar l'aire introduït.

La ventilació híbrida o de simple flux, consisteix en que l'aire també entra a través d'obertures realitzades als tancaments de la vivenda o en les fusteries, mentre que l'extracció, si les condicions de pressió i temperatura ambientals són favorables, també es produeix de forma natural, si no, es realitza de forma mecànica. En aquest sistema, el cost d'instal·lació tampoc és gaire significatiu, però les pèrdues en la climatització interior continuen sent elevades.

La ventilació mecànica o de doble flux, és aquella en que la renovació de l'aire es produeix de forma forçada mitjançant ventiladors i a través de conductes, disposats habitualment als fals sostres de la vivenda. Aquest sistema és el que més cost d'instal·lació representa, però si es realitza un sistema eficient energèticament, introduint elements en la instal·lació com recuperadors

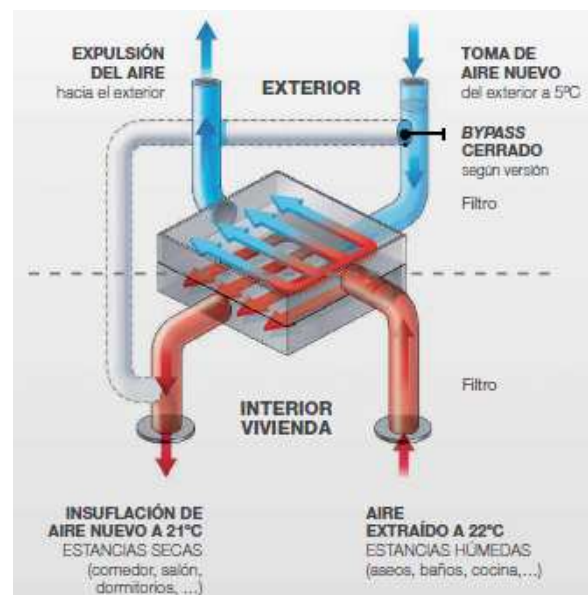
de calor, s'aconsegueix reduir les pèrdues d'energia fins a, aproximadament, un 90% respecte als altres sistemes, ja que l'aire que s'introdueix s'escalfa aprofitant l'energia de l'aire que s'extreu, pel que caldrà menys esforç per tal de calefactar/refrigerar el volum d'aire introduït de l'exterior. A més, gràcies a que no es realitzen perforacions en els tancaments de la vivenda ni en les seves fusteries, es millora l'aïllament acústic de la façana.

Per tal d'ajudar a reduir encara més les pèrdues en climatització i fer el sistema de ventilació més eficient energèticament, a aquest últim sistema de ventilació, també se li pot afegir un pou canadenc.

2.8.2.2. EL RECUPERADOR DE CALOR

El funcionament d'un recuperador de calor es basa en aprofitar l'energia de l'aire que s'extreu de les estances interiors, per tal de passar-la a l'aire que s'introdueix provinent de l'exterior.

En condicions d'hivern, gran part de la calor que conté l'aire interior calefactat que s'extreu, es recupera passant a l'aire fred que s'introdueix, elevat la seva temperatura i permetent un estalvi important en la calefacció de la vivenda. En condicions d'estiu, l'aire refrescat interior fa abaixar la temperatura de l'aire calent que s'introdueix de l'exterior, generant un estalvi en la refrigeració de la vivenda. A més, aquests aparells contenen filtres que purifiquen l'aire que s'introdueix. També es poden trobar models amb *bypass*, la funció del qual és deixar entrar l'aire fresc exterior nocturn a l'estiu, quan es detecta que la temperatura exterior és inferior a la temperatura interior.



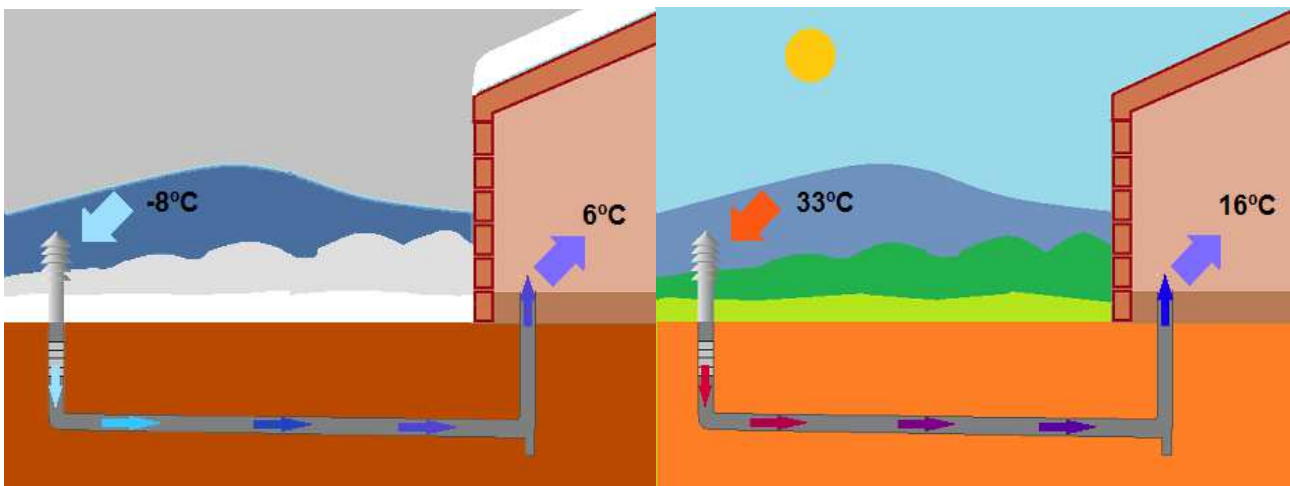
Esquema del funcionament d'un recuperador de calor en condicions d'hivern. Font: Catàleg tècnic "SIBER VENTILACIÓN".

En el mercat es poden trobar equips molt eficients, amb una recuperació de fins al 92%, amb un consum reduït (es poden trobar models que consumeixen entre 100W i 250W, l'equivalent a una o dues bombetes convencionals).

2.8.2.3. EL POU CANADENC

El pou canadenc (quan es tracta d'escalfar l'aire a l'hivern), o pou provençal (quan es tracta de refredar l'aire a l'estiu), és un sistema de transmissió terra-aire, que permet mantenir la vivenda més fresca a l'estiu i més càlida a l'hivern. Aquesta tècnica, al igual que la geotèrmia, es basa en aprofitar l'energia acumulada en el subsòl. A partir dels dos metres de profunditat, la temperatura del subsòl es manté més o menys constant al llarg de tot l'any, corresponent a la temperatura mitja de la zona. A l'hivern aquesta temperatura serà més elevada que l'exterior i a l'estiu serà més baixa, fet que podem aprofitar per tal d'escalfar/refredar l'aire que introduïm a la vivenda.

Aquesta tècnica tracta d'enterrar una canonada de longitud i diàmetre determinats, a una profunditat entre 1,5m i 5m, fent-hi circular aire. Per un extrem de la canonada s'hi realitza una presa d'aire amb l'exterior i per l'altra, es connecta a la xarxa de ventilació interior. L'aire exterior entrarà per la presa realitzada i anirà recorreguent el tub enterrat, disminuint o augmentant la seva temperatura segons estiguem en condicions d'estiu o d'hivern, fins arribar a l'interior de la vivenda.



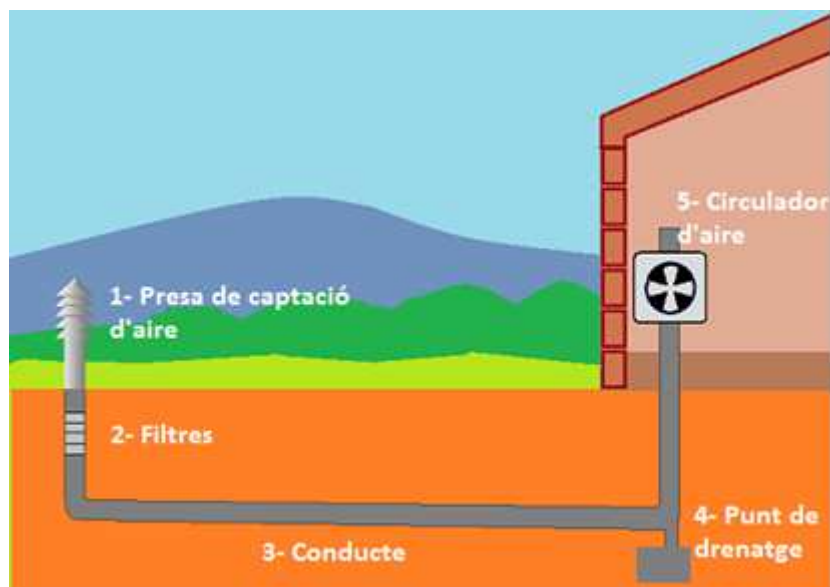
Esquema del funcionament del pou canadenc en condicions d'hivern / estiu. Font: www.sitiosolar.com

El pou canadenc està constituït de les següents parts:

1. **Presa de captació de l'aire.** És el punt pel qual es capta l'aire exterior. Aquesta presa s'ha de col·locar a una alçada entre 1m i 1,5m respecte cota de terra per tal d'evitar l'entrada d'aire contaminat, i és preferible col·locar-la en alguna zona on aquest estigui en moviment continu, per tal de permetre una millor renovació.

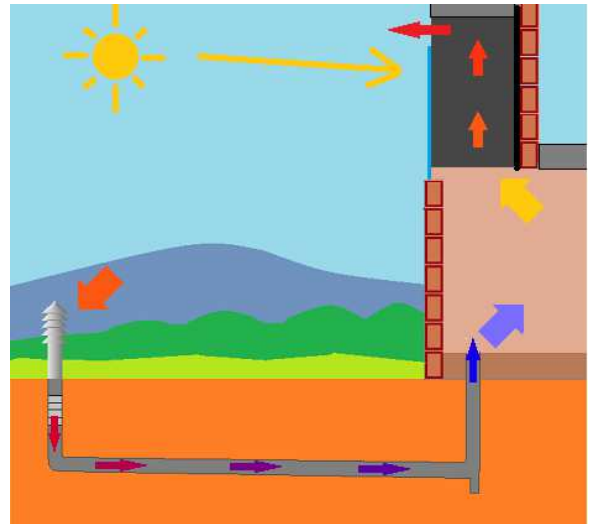
Aquest punt, ha de disposar d'una reixa o element similar que impedeixi l'entrada d'insectes o altres petits animals que puguin nidar en l'interior del conducte o dipositar-hi excrements, produint la contaminació de l'aire que hi circula, i haurà de tenir una forma que eviti l'entrada de l'aigua.

2. **Filtres.** En el punt d'entrada de l'aire en el sistema, cal la col·locació de filtres per tal de purificar l'aire i evitar l'entrada en els conductes de pols i brutícia.
3. **Conducte.** És l'element enterrat, a través del qual es transfereix la temperatura del subsòl a l'aire que hi circula. La longitud d'aquest oscil·la entre els 10m i els 100m i el diàmetre entre els 200mm i els 400mm, en funció de la profunditat, la naturalesa del terreny i les necessitats tèrmiques desitjades. Els terrenys sorrencs transmeten pitjor la calor que els terrenys argilosos i els terrenys humits la transmeten millor que els terrenys secs. Quant major sigui la longitud de la canonada més transferència de temperatura es produirà. També hi ha la opció de col·locar diversos conductes en paral·lel de menor longitud. Aquesta canonada ha de ser impermeable i estanca, resistent a la pressió i a les deformacions del terreny, d'un material no corrosiu i de bona conductivitat tèrmica. S'haurà de disposar amb una lleugera inclinació, és a dir, a mesura que avança, la seva profunditat sigui major, per tal de conduir les aigües provinents de possibles condensacions cap a un punt de drenatge i evitar acumulacions que poden contaminar l'aire. La seva disposició en el terreny pot variar, adaptant-se al terreny disponible i als requeriments tèrmics. Es pot disposar rodejant a la vivenda o concentrat en una àrea quadrangular en la que els tubs adquireixen diverses disposicions (tubs en paral·lel en forma de parrilla, tubs en serpentiní, etc.), tot i que és aconsellable evitar els angles.
4. **Punt de drenatge.** L'aigua que s'hagi pogut formar per condensacions, és dirigida a aquest punt on és evacuada mitjançant un sifó.
5. **Element de circulació de l'aire.** L'aire necessita d'un element que l'impulsi, provoqui la seva circulació a través del conducte i el transmeti a l'interior de la vivenda. Aquest, en la majoria dels cassos, es tracta d'un ventilador. També existeixen altres solucions, més passives, com les xemeneies solars o les torres de vent.



Parts del pou canadenc. Font: www.sitiosolar.com

Les xemeneies solars consisteixen en una xemeneia sobresortint a l'edificació, habitualment pintada de negra per tal que absorbeixi millor la radiació solar i s'escalfi abans. El funcionament de la qual és el següent: el sol escalfa l'aire que conté, el que provoca que aquest disminueixi de densitat i es torni més lleuger, el que fa que pugui i surti per una obertura superior. Això crea una depressió en la base de la xemeneia, el que produeix que es creï un corrent d'aire en direcció a aquesta.

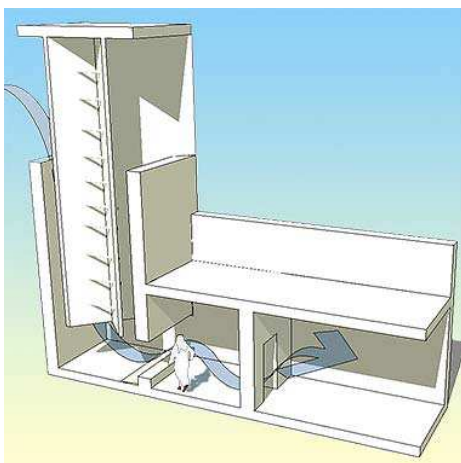


Esquema funcionament xemeneia solar. Font: www.sitiosolar.com

L'ús de xemeneies solars és eficaç en època d'estiu, ja que la radiació solar és capaç d'escalfar l'aire, al contrari que passa en època d'hivern, quan el sol no és suficient per escalfar-lo de manera eficaç.

Les torres de vent són sistemes que es fan servir en indrets on hi ha vents frescos més o menys constants en quant a direcció i intensitat. Són més comunes en zones més càlides respecte al nostre clima (comunes en països àrabs). Els capçals de les torres sobresurten per sobre de les cobertes, encarats en la direcció del vent, i capten i condueixen l'aire fresc cap a les zones interiors de la vivenda.

En determinades circumstàncies, per exemple en dies sense vent, les torres solars es poden fer servir com a elements de ventilació per tiratge tèrmic, invertint la circulació de l'aire. Es pot millorar la seva eficàcia connectant-hi ventiladors elèctrics que millorin el tiratge. L'aire es pot acabar de refredar fent-lo passar per llocs frescos, com ara soterranis, abans d'introduir-lo als espais habitats.



Esquema funcionament torre de vent i imatge torres de vent. Font: Google imatges.

2.8.2.4. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA AL PRESENT PROJECTE

Degut a les característiques passives que s'han adoptat en la present vivenda, es pot considerar que hem creat una vivenda molt "hermètica", pel que serà necessari un bon sistema de ventilació per tal de renovar tot l'aire necessari i exigint per la normativa.

El sistema de ventilació escollit per a la present vivenda, estarà format per un sistema mecànic de doble flux, a través de conductes al fals sostre. Tot i que inicialment és el sistema que més inversió necessita, a la llarga és el sistema que més permetrà estalviar gràcies a que se li poden afegir mecanismes i sistemes que fan que sigui més eficient energèticament.

Aquesta instal·lació disposarà, a més, d'un recuperador de calor i un pou canadenc per tal de minimitzar les pèrdues en climatització i, consegüentment, augmentar l'eficiència energètica de la instal·lació.



Esquema instal·lació de ventilació amb pou canadenc i recuperador de calor. Font: Catàleg "SIBER VENTILACIÓN"

El sistema de pou canadenc, estarà format per un tub de polietilè d'alta densitat (PEHD), de 200mm de diàmetre, enterrat disposat rodejant a la vivenda, a una profunditat de 3m respecte cota de terra exterior i amb una pendent del 2%, per tal de conduir la possible aigua que es pugui condensar en el seu interior cap al punt de drenatge. El conducte presenta una longitud total enterrada de 63m, sent aquesta una longitud important, el que permetrà un bon intercanvi de temperatures entre el terreny i l'aire. El tipus de terreny que hi ha és argilós, el que afavorirà a

aquest intercanvi de temperatures⁸. Es preveu que la diferència de temperatura del terreny respecte l'aire exterior a aquesta profunditat és de 4-6°C, depenent de les condicions exteriors.

La presa de captació de l'aire estarà situada en la zona d'entrada a la vivenda, prop de la tanca. Es situarà a una alçada de 1,20m respecte el terra exterior, per tal d'evitar l'entrada d'aire contaminat i de gas radó⁹. Aquesta, disposarà d'una reixa en la seva entrada per evitar l'entrada d'insectes i altres petits animals i tindrà forma de "paraigües" per evitar l'entrada de l'aigua de la pluja dins el conducte. El voltant de la presa d'aire estarà lliure, és a dir, sense vegetació ni altres elements que puguin impedir la correcta circulació de l'aire.

A la part final de la canonada, es realitzarà un punt de drenatge dins d'una arqueta de registre. Aquest punt de drenatge es connectarà a la xarxa d'evacuació d'aigües pluvials.

Finalment, aquesta canonada es connectarà a l'alimentació d'aire del recuperador de calor del sistema de ventilació.

La instal·lació interior estarà formada per un conjunt de conductes termoplàstics, de secció rectangular, del tipus *SIBER ESTANCO CLIC* o similar, que passaran a través del fals sostre. Segons càlculs, necessitem un cabal d'aire de 528,67m³/h, tant d'admissió com d'expulsió, per ventilar tot l'habitatge. Els conductes tindran una secció de 0,22x0,11m al tram A-B i de 0,22x0,055m al tram B-C i al tram B-D, i les reixes seran de 0,20x0,25m (veure càlculs i plànols). En cada estança hi anirà una reixa per a l'admissió i una altra per a l'extracció. Els conductes i el recuperador de calor aniran subjectats mecànicament al forjat superior. El recuperador de calor tindrà un registre a la seva part inferior, i els conductes en tindran un cada 10m de recorregut.



Col·locació de la xarxa de ventilació subjectada al forjat superior. Font: www.siberzone.es

⁸ Com s'ha explicat anteriorment, els terrenys argilosos permeten una millor transferència de calor que els sorrencs i la presència d'humitat també millora la transferència de calor.

⁹ El gas radó és un gas radioactiu d'origen natural, que prové de la desintegració d'alguns tipus de subsòls com els granítics i els volcànics. Aquest gas es pot trobar en baixes concentracions en zones properes al sòl i pot ser introduït en la vivenda si la presa de captació d'aire del pou canadenc es situa a poca alçada respecte la cota de terreny o si el material de la canonada utilitzada no és estanc.

Tenint en compte que la millora de temperatura de l'aire a través del pou canadenc és de 1-3°C (el que representa un 5-13%, depenent de la temperatura de l'aire exterior) i que el rendiment del recuperador de calor escollit és d'un 70% (*MITSUBISHI LOSSNAY LGH-65RX5-E*, veure fitxa tècnica a *ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques*), s'estima que el rendiment total aconseguit en la instal·lació està al voltant del 80%, el que vol dir el següent: si en condicions d'hivern, tenim una temperatura exterior de -3°C i interior de 20°C, l'aire nou, provinent de l'exterior, pot arribar a entrar a 17°C. Si en condicions d'estiu, tenim una temperatura exterior de 35°C i interior de 25°C, l'aire nou que s'introdueix pot arribar a tenir 27°C. Pel que la diferència de temperatura pot arribar a ser de tant sols 2-3°C, permetent un considerable estalvi en la climatització al haver de reposar només aquests 2-3°C de diferència.

A més de la xarxa per a la ventilació de la vivenda, es disposarà d'un sistema addicional amb extracció mecànica, per a l'extracció de vapors i fums de la cuina. Aquest sistema serà totalment independent de la xarxa de ventilació general de la vivenda, i estarà format per un extractor¹⁰ que capti els fums i contaminants provinents de la cocció i un conducte que els expulsi a l'exterior.

2.8.2.5. CÀLCULS

Partint dels cabals que especifica el CTE DB HS 3 a la *Tabla 2.1 Caudales de ventilación mínimos exigidos*, es calculen els cabals d'aire que es necessiten en la vivenda per cada estança, segons el nombre d'ocupants i obtenim el cabal de ventilació total de la vivenda:

Càlcul cabals de ventilació (Admissió = Extracció)			
Estança	Cabal	Unitats	Cabal total (m ³ /h)
Hall - distribuïdor	3,00 l/s·pers.	3,00 pers.	32,40
Cuina	2,00 l/s·m ²	12,40 m ²	89,28
Sala estar - menjador	3,00 l/s·pers.	7,00 pers.	75,60
Dormitori 1	5,00 l/s·pers.	2,00 pers.	36,00
Bany 1	15,00 l/s	1,00 sala	54,00
Sala de màquines	0,70 l/s·m ²	4,36 m ²	10,99
Escala	3,00 l/s·pers.	1,00 pers.	10,80
Distribuïdor 2	3,00 l/s·pers.	2,00 pers.	21,60
Bany 2	15,00 l/s	1,00 sala	54,00
Dormitori 2	5,00 l/s·pers.	1,00 pers.	18,00
Dormitori 3	5,00 l/s·pers.	2,00 pers.	36,00
Dormitori principal	5,00 l/s·pers.	2,00 pers.	36,00
Bany dorm. principal	15,00 l/s	1,00 sala	54,00
TOTAL			528,67

¹⁰ Per tal de complir les especificacions del DB HS 3 del Codi Tècnic de l'Edificació, aquest extractor ha de ser capaç d'extreure un cabal d'aire de 180m³/h.

Seguidament es calculen les seccions dels conductes, d'admissió i d'extracció d'aire, considerant una velocitat de l'aire en el conducte de 8m/s:

Càlcul secció conductes (Admissió = Extracció)				
Conducte	Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció (m ²)	Dimensió conducte
Tram A-B (planta baixa)	528,67	8,00	0,0184	0,22x0,11m
Tram B-C (planta baixa)	255,07	8,00	0,0089	0,22x0,055m
Tram B-D (planta pis)	219,60	8,00	0,0076	0,22x0,055m

Finalment es calcula la secció de les reixes considerant un cabal d'aire de 500m³/h i una velocitat màxima de 3m/s:

Càlcul secció reixes				
Conducte	Ci (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció (m ²)	Dimensió reixa
Tram A-B (PB)	500,00	3,00	0,05	0,20x0,25m
Tram B-C (PB)	500,00	3,00	0,05	0,20x0,25m
Tram B-D (PP)	500,00	3,00	0,05	0,20x0,25m

Per tal de determinar la secció del conducte del pou canadenc, coneixent que el cabal d'aire a renovar és de 528,67m³/h, procedim amb els següents càlculs:

Càlcul conducte pou canadenc			
Cabal (m ³ /h)	Velocitat (m/s)	Secció (m ²)	Diàmetre (m)
528,67	6,00	0,024	0,177 ≈ 0,200

2.8.2.6. EQUIPS I MATERIALS UTILITZATS EN LA INSTAL·LACIÓ

A continuació s'especifiquen els principals elements i equips utilitzats en la present instal·lació, fent referència a la marca comercial i models escollits, així com a les seves característiques més rellevants. (Veure documentació tècnica a ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques)

- **Conducte pou canadenc:** Conducte de secció circular de polietilè d'alta densitat (HDPE) de Ø_{int}=200mm, de la casa comercial MASA o similar.



Conductes de polietilè. Font: Catàleg tècnic "MASA".

- **Recuperador de calor:** Model *LOSSNAY LGH-65RX5-E* de *MITSUBISHI ELECTRIC*.

- Consum: *250W a 1,2A*.
- Cabal d'aire: *520m³/h regulables*.
- Rendiment: *70,5% en calefacció*
68,5% en refrigeració



Recuperador de calor model *LGH-65RX5-E*, de *MITSUBISHI ELECTRIC*. Font: Catàleg tècnic "Recuperadores entálpicos" de *MITSUBISHI*.

- **Conductes i reixes xarxa interior:** Conductes i reixes termoplàstics tipus *SIBER ESTANCO CLIC* de la casa comercial *SIBER* o similar. Secció de *0,22x0,11m* i de *0,22x0,055m*. Inclosos colzes, elements de fixació i altres peces especials.



Conductes i accessoris tipus *SIBER ESTANCO CLIC*. Font Catàleg tècnic "Guía de sistemas de ventilación y tratamiento del aire con eficiencia energética" de *Siber ventilación*.

2.8.3. INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA.

Per a la generació d'electricitat, davant les diverses alternatives renovables que es poden trobar avui en dia per a la seva producció, s'ha considerat convenient escollir l'energia solar mitjançant plaques fotovoltaïques degut a que és l'energia més rendible, més a l'abast dels consumidors i, poder, la més desenvolupada en el sector de la construcció. Majoritàriament, a Catalunya, el sol apareix casi a diari, a excepció d'alguns dies de mal temps, principalment en època d'hivern, permetent la generació de l'energia suficient mitjançant una instal·lació fotovoltaica adequada a les necessitats.

Altres sistemes renovables de producció d'electricitat a nivell de vivenda unifamiliar, que no s'han considerat convenients per a la realització del present projecte, son les següents:

- Energia eòlica. L'energia eòlica depèn exclusivament del vent, fenomen que en la nostra zona, a excepció d'alguns indrets, és insuficient per a la generació de tota l'electricitat necessària en una vivenda. Per aquest motiu, en instal·lacions autònomes, per tal d'aconseguir un subministrament d'energia totalment fiable, moltes vegades és necessari acompanyar al sistema d'una instal·lació fotovoltaica o d'un grup electrogen de suport. Aquest tipus d'instal·lacions es consideren més adients per a la generació d'electricitat en petites quantitats, com per exemple, per al bombeig d'aigua en zones allunyades de la xarxa elèctrica.
- Energia minihidràulica. Aquesta energia aprofita el moviment de l'aigua d'un petit canal realitzat en un riu per a generar electricitat mitjançant la instal·lació d'una petita turbina. Aquesta instal·lació tampoc s'ha considerat convenient de desenvolupar-la en el present projecte, ja que és necessari la disposició d'un riu (preferentment amb cabal constant d'aigua durant tot l'any) proper a la vivenda a electrificar.
- Concentració solar (concentració termo-fotovoltaica). Aquest és un sistema que permet generar alhora electricitat i ACS. Es pot considerar com la fusió en una única instal·lació, de plaques fotovoltaïques i plaques solars tèrmiques, amb sistema de seguiment solar. Donat que podria resultar convenient estudiar aquest sistema en el projecte degut a la seva novetat i a la seves característiques, no s'ha considerat oportú, ja que ja s'ha descrit un altra sistema per a la producció de ACS. A més no s'ha trobat la informació suficient per tal de desenvolupar-la correctament.

2.8.3.1. INTRODUCCIÓ

L'energia solar fotovoltaica és l'energia elèctrica que s'obté directament del sol mitjançant la conversió de la llum solar en electricitat a través d'un sistema de plaques fotovoltaïques. El sol és una font d'energia gratuïta, inesgotable i totalment neta, és a dir, que no genera emissions a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle. L'energia del sol també es pot aprofitar per generar calor.

L'aprofitament de l'energia solar es presenta com un sistema de producció d'energia sostenible, ja que es consumeix l'energia produïda pel sol diàriament. Aquesta electricitat es pot consumir instantàneament en el mateix lloc on s'ha produït, es pot emmagatzemar en bateries per a la seva posterior utilització o, fins fa poc, es podia vendre a la companyia elèctrica.

2.8.3.2. PROS I CONTRES DE L'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Com ja s'ha dit anteriorment, els avantatges principals de l'energia fotovoltaica són que es tracta d'una font d'energia renovable, neta, ecològica, silenciosa, gratuïta (un cop s'ha realitzat la instal·lació) i està repartida per tot el planeta. A més, és fàcilment modulable, el que significa que es pot augmentar o reduir la potència instal·lada segons les necessitats del moment. El sistema presenta una llarga duració i requereix de poc manteniment. A diferència de les fonts d'energia habituals, al no haver-hi combustió per a la producció de l'energia, no genera residus ni gasos nocius per al medi ambient, ajudant a frenar el canvi climàtic. Per cada 1.000W/m² de producció anual d'electricitat fotovoltaica, es deixa d'emetre a l'atmosfera quasi ¼ de tona de CO₂.

Resulta una instal·lació recomanable en termes energètics i ambientals, però no en termes econòmics. Actualment la producció d'electricitat solar resulta més cara respecte a la producció d'energia mitjançant els sistemes tradicionals, degut a que els diferents elements que componen la instal·lació presenten un cost elevat. No obstant, a mesura que vagin apareixent nous avanços tecnològics que redueixin el seu cost i que incrementin la seva capacitat d'emmagatzematge d'energia, la seva aplicació generalitzada serà més habitual i es reduiran els costos.

Recentment, d'acord amb el *Real decret llei 2/2013, d'1 de febrer, de mesures urgents en el sistema elèctric i en el sector financer*, el govern ha eliminat les subvencions que donava per a la producció d'energia mitjançant un sistema fotovoltaic en instal·lacions autònomes, eliminant la possibilitat de vendre l'energia produïda a la companyia elèctrica, obtenint un preu per kWh produït superior al cost convencional, i conseqüentment, fent que la instal·lació d'un sistema fotovoltaic en una vivenda no surti rentable degut a la impossibilitat d'amortitzar-la durant la vida útil de la instal·lació.

La subvenció que donava el govern consistia en què la companyia elèctrica estava obligada a comprar-te el kWh produït mitjançant el sistema fotovoltaic autònom, a un preu de 44,0381c€/kWh durant els 25 primers anys i a partir de llavors a 35,2305c€/kWh, respecte els 15,4098c€/kWh aproximats que sol cobrar la companyia, el que representa un 575% del valor del kWh normal i el que permetia amortitzar la instal·lació al cap dels 8-11 anys.

Per avaluar les necessitats elèctriques de la vivenda, cal tenir en compte que el cost actual de les instal·lacions fotovoltaïques fa que el preu del kWh d'origen solar consumit sigui encara força alt i que només sigui competitiu, respecte el de la xarxa elèctrica, quan l'emplaçament que cal electrificar es troba allunyat de la xarxa existent. Per aquest motiu és sempre rendible optar per una estructura de consum que tendeixi cap a l'estalvi energètic: quanta menys electricitat sigui necessària per cobrir les necessitats existents, més barata sortirà la instal·lació.

Al tractar-se, habitualment, d'instal·lacions individuals i autònomes, no és necessari la construcció de grans infraestructures per al transport de l'energia fins als punts de consum (línies elèctriques, pals, transformadors, etc.), reduint les xarxes de transport i eliminant la necessitat de centres de transformació, evitant el cost ecològic i estètic que això representa.

Per a la instal·lació del sistema fotovoltaic, és necessari disposar, per una banda, d'un espai suficient per a la instal·lació de les plaques fotovoltaïques. Aquestes es poden instal·lar, en el cas de les vivendes, sobre el terreny o a la coberta. Per altra banda, també és necessari disposar d'una sala de màquines amb espai suficient, en l'interior de la vivenda, per a la col·locació de les bateries, comptadors, aparells de mesura i altres elements de la instal·lació interior.

El sistema fotovoltaic és una instal·lació que necessita molt poc manteniment i, a més, el risc d'avaría és molt baix (aquest augmenta si s'instal·la un sistema de seguiment solar). La instal·lació té una vida limitada: a partir de 20 anys per a les plaques fotovoltaïques i uns 15 per a les bateries.

La producció d'energia fotovoltaica és local i limitada, mai es produeix en grans quantitats, no és constant i és difícil d'emmagatzemar. Per a la producció d'electricitat és necessària la presència del sol, pel que no està a la nostra disposició permanentment, ja que depèn de les condicions atmosfèriques i climàtiques que hi hagi en el moment. En dies ennuvolats o en temporades sense sol (principalment a l'hivern), no hi haurà producció d'energia suficient. L'existència d'ombres projectades sobre els panells procedents d'edificis veïns o altres elements, així com la inclinació de les plaques respecte la incidència del rajos solars, fan variar el rendiment de la instal·lació i consegüentment la producció d'electricitat.

Finalment, la producció, fabricació, muntatge i connexió de les cèl·lules requereixen d'alta tecnologia i materials entre els quals es troba l'acer i el silici, entre d'altres, i si s'utilitzen bateries

com a sistema d'emmagatzematge, s'amplia el numero de metalls i materials utilitzats en la seva fabricació, que resten valor mediambiental a la instal·lació.

2.8.3.3. APLICACIONS DE L'ENERGIA FOTOVOLTAICA

Principalment, l'energia fotovoltaica és utilitzada en l'electrificació d'edificacions aïllades allunyades de les instal·lacions elèctriques (explotacions agropecuàries, refugis d'alta muntanya centres de turisme rural, etc.), com a complement o com a font principal en el subministrament d'energia en vivendes sostenibles (autosuficients, de baix consum energètic, nzeb, etc.) i com a font d'energia d'elements elèctrics en zones aïllades (bombes hidràuliques d'explotacions agrícoles, senyalització i enllumenat de carreteres, etc.). La producció d'aquesta electricitat s'utilitza per a autoconsum o, fins fa poc temps, per a la seva venda a la companyia elèctrica.

Una instal·lació autònoma d'autoconsum està formada pels equips necessaris per tal de produir, regular, acumular, transformar i quantificar l'energia elèctrica produïda. És necessari realitzar un càlcul del consum previst que es produirà en la vivenda, comptabilitzant tots els aparells i les hores diàries de mitja que estaran en funcionament, donat que els aparells utilitzats en la instal·lació fotovoltaica varien en funció del consum demandat. Els panells solars transformen la radiació solar en corrent contínua, però els diferents aparells domèstics funcionen amb corrent altern, pel que és necessari la col·locació d'un inversor en la instal·lació, que s'encarregui de realitzar la conversió de l'electricitat generada en corrent continu a corrent altern.

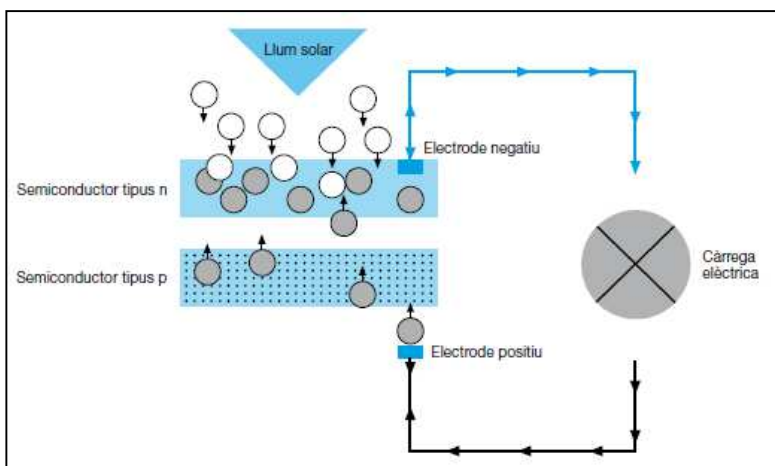
Si la zona on es realitza la instal·lació solar disposa de xarxa elèctrica propera, aquesta s'hi pot connectar de manera que altres consumidors puguin accedir a l'electricitat generada. Al final de cada mes, la companyia ingressarà a l'usuari el resultat de la venda de l'energia. Aquestes instal·lacions no disposen de sistemes d'emmagatzematge de l'energia, si no que envien l'electricitat generada directament a la xarxa elèctrica, prescindint de bateries, produint un cost més reduït de la instal·lació i augmentant el seu rendiment. La connexió a la xarxa elèctrica, fins ara sortia rentable gràcies a les primes que es donaven per part del govern per la venda de l'energia produïda pel sistema fotovoltaic, però des de que aquestes s'han suprimit, aquest tipus d'instal·lacions surten poc rentables.

Altres aplicacions de l'energia fotovoltaica es troben en petits aparells elèctrics com carregadors de piles, carregadors de mòbils, calculadores i en peces de roba, vehicles elèctrics, etc, que disposen de petites cèl·lules fotovoltaiques que generen l'energia suficient per al seu funcionament. També es pot trobar en petites instal·lacions, com per a subministrament elèctric a repetidors de telecomunicacions, en fars, en senyals lluminosos d'autopistes, boies marines, etc.

2.8.3.4. FUNCIONAMENT D'UNA PLACA FOTOVOLTAICA. L'EFECTE FOTOVOLTAIC

Les plaques solars fotovoltaïques estan formades per un conjunt de cèl·lules constituïdes d'un material semiconductor, habitualment silici. Els materials semiconductors, tenen la particularitat de presentar un comportament diferent davant l'electricitat depenent de si una font energètica externa, com la radiació solar incident, els excita o no. Quan un fotó (partícula de llum) impacta contra un electró de la darrera òrbita d'un àtom de silici, aquest rep l'energia amb que viatjava el fotó. Si l'energia que adquireix l'electró supera la força d'atracció del nucli, aquest surt de la seva òrbita i queda lliure de l'àtom i, per tant, pot viatjar a través del material. En aquest moment, diríem que el silici s'ha fet conductor. Cada electró "alliberat" deixa enrere un espai lliure fins que l'ocupi un electró que ha saltat d'un altra àtom. Aquests moviments dels electrons alliberats és el que s'anomenen càrregues elèctriques. Aquest corrent de càrregues pot assolir els contactes i sortir del material amb la finalitat de realitzar un treball útil. Perquè això passi de manera constant i regular, fa falta que hi hagi la presència d'un camp elèctric de polaritat constant.

Aquest material semiconductor, construït amb l'objectiu de generar corrent elèctric, habitualment està format per dues capes entre les quals es crea un camp elèctric suficient com per separar les càrregues de signe diferent i permetre la generació de corrent quan reben radiació lluminosa. Aquest material en la majoria dels casos és silici (monocristal·lí o policristal·lí), obtingut a partir de la transformació de l'òxid de silici, tallat en finíssimes làmines, que dopat (contaminat artificialment) per un element contaminat (per exemple fòsfor) constitueix una capa de semiconductor amb excés de càrrega negativa (capa n), o bé constitueix una capa amb excés de càrrega positiva (capa p), si està dopat amb un altra tipus d'element (per exemple bor). La unió d'aquestes dues capes (anomenada unió pn), proveïda dels contactes elèctrics adequats, que fa possible l'aparició de corrent elèctric quan n'hi ha una que és il·luminada (la cara n), forma una cèl·lula solar. La cèl·lula solar més habitual és una làmina de silici cristal·lí d'un gruix aproximat de 0,3mm. Cadascuna d'aquestes cèl·lules, és encapsulada i muntada hermèticament en petites caixes de resines i vidre antireflectant formant el panell solar fotovoltaic.



Representació gràfica de l'efecte fotovoltaic. Font: Càtalog "Energia solar fotovoltaica" editat per l'Institut Català d'Energia.

Aquesta transmissió d'àtoms entre cares de cèl·lules diferents, és el denominat efecte fotovoltaic, consistent en transformar l'energia lumínica produïda pel sol, en energia elèctrica. Aquest fenomen consisteix en que l'energia continguda en les partícules de llum (fotons) és transmesa als àtoms de silici, que al contenir àtoms lliures, reben aquesta energia i els posa en moviment, generant electricitat. Aquest efecte es produeix per la interacció de la llum (els fotons) amb un material susceptible de generar un corrent elèctric (el silici). Aquest material, quan absorbeix un fotó provinent de la llum solar, genera en el seu interior un parell de portadors de corrent (un electró i un "forat"). Quan un electró absorbeix l'energia d'un fotó, assoleix un nivell d'energia que pot portar a la banda de conducció de l'àtom, on pot participar en la conducció elèctrica, amb la qual cosa deixa un "forat" en el seu lloc. Un electró que es trobi proper a aquest forat es pot moure i ocupar aquest lloc. Aquest moviment consecutiu constitueix el corrent elèctric.

Una cèl·lula solar aïllada proporciona una potència reduïda, pel que, per poder obtenir potències utilitzables, cal unir un cert nombre de cèl·lules en sèrie, amb la qual cosa s'augmenta la tensió del corrent. Una placa fotovoltaica està formada per un nombre entre 30 i 120 cèl·lules solars. Posteriorment aquestes plaques es connecten entre si, en sèrie i/o en paral·lel, per tal d'aconseguir el voltatge i la potència desitjats (potència nominal d'una placa fotovoltaica).

En la majoria dels casos, en instal·lacions d'autoconsum, es col·loquen bateries en la instal·lació que acumulen l'energia produïda, degut a que es fa molt difícil consumir l'energia a mesura que es va produint i per tal de tenir una reserva per a la nit i per als dies en que no hi ha la presència del sol.

2.8.3.5. L'ASSOLELLAMENT

A Catalunya, l'assolellament (l'energia solar en forma de radiació), és l'energia renovable més abundant i ben distribuïda. Tot i la seva abundància, aquesta energia té bàsicament dos inconvenients: és una forma d'energia molt difusa (de baixa concentració) i està sotmesa a un cicle diari i un cicle anual provocat pels moviments de la terra.

El primer inconvenient obliga a utilitzar superfícies de captació molt grans i el segon implica la reducció del període de disponibilitat diari, el canvi constant de la direcció d'arribada dels raigs solars i l'oscil·lació anual de la quantitat d'energia disponible. Aquestes limitacions determinen les característiques i els components de la instal·lació solar.

Aquests cicles són provocats perquè el nostre planeta gira descrivint una òrbita lleugerament el·líptica i al mateix temps gira sobre el seu propi eix, el qual es troba en una inclinació respecte el

pla de l'òrbita de 23,5° aproximadament. Com a conseqüència de la combinació d'aquests dos moviments i depenent de la situació de l'òrbita (època de l'any), un mateix punt terrestre veu moviments aparents del sol variables sobre l'horitzó: el sol sortirà més aviat o més tard o la seva altura al migdia serà més o menys elevada. L'energia que arriba a la superfície terrestre a través de la radiació solar depèn bàsicament de la latitud, de la declinació del sol i de la inclinació de la superfície receptora en relació al raig solar incident. També afecta la turbulència atmosfèrica, que difon la radiació solar.

La radiació solar incident variarà en funció de la localització geogràfica. Quant més allunyats de l'equador ens situem, menys nivell de radiació incident per unitat de superfície (W/m^2) rebrem. L'alçada respecte el nivell del mar serà un altra dels factors que afectarà directament a la quantitat de radiació incident.

Els valors de radiació solar incident sobre la superfície de la terra, estan recollits en unes taules que indiquen la quantitat d'energia solar mitjana (generalment en $kWh/m^2/dia$), mensual o diària, que arriba en un lloc determinat, i segons la inclinació donada a les plaques receptores.

2.8.3.6. REGULACIÓ DE L'ENERGIA FOTOVOLTAICA A ESPANYA

Les instal·lacions solars fotovoltaïques estan subjectes al marc normatiu establert per les instal·lacions elèctriques de baixa tensió RBT (Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió), específicament a la instrucció tècnica complementària ITC-BT 40: Instal·lacions generadores de baixa tensió.

El marc normatiu sobre el qual s'ha de desenvolupar la producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovables, especialment referint-se a l'energia fotovoltaïca, ve determinat per la següent reglamentació:

- *Real Decret 661/2007, de 25 de maig, pel qual es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial,*
- *Real Decret 1578/2008, de 26 de setembre, de retribució d'energia elèctrica mitjançant tecnologia fotovoltaïca,*
- *Real Decret 1699/2011, de 18 de novembre, pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.*
- *Real Decret 2/2013, d'1 de febrer, de mesures urgents en el sistema elèctric i en el sector financer.*

El Codi Tècnic de l'Edificació, no exigeix l'utilització d'energia fotovoltaica, per a la producció d'electricitat, en edificacions la superfície de les quals sigui inferior als 5.000m² (hotels, centres comercials, etc.). En el document bàsic HE 5 s'esmenten els paràmetres bàsics de dimensionament de les instal·lacions fotovoltaïques.

Cal tenir en compte el compliment de les normes UNE-EN elaborades pel Comitè Tècnic de Normalització, les AEN/CTN/206/GT82, que corresponen a sistemes d'energia solar fotovoltaica i que defineixen els paràmetres mínims exigibles als equips i instal·lacions fotovoltaïques.

Referent al dimensionament de les instal·lacions fotovoltaïques fora de l'àmbit del CTE no hi ha cap norma d'obligat compliment. Com a document guia per al dimensionament de les instal·lacions fotovoltaïques, ens podem referir a la guia tècnica de referència "*Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red*" publicat per l'IDAE.

Altres documents de suport de consulta poden ser la "*Norma Técnica Universal para Sistemas Fotovoltaicos Domésticos Thermie B: SUP-995-96*" i el catàleg publicat per FECSA ENHER "*Condiciones Técnicas que han de cumplir las Instalaciones Fotovoltaicas per a la connexió a la Xarxa de Distribució*".

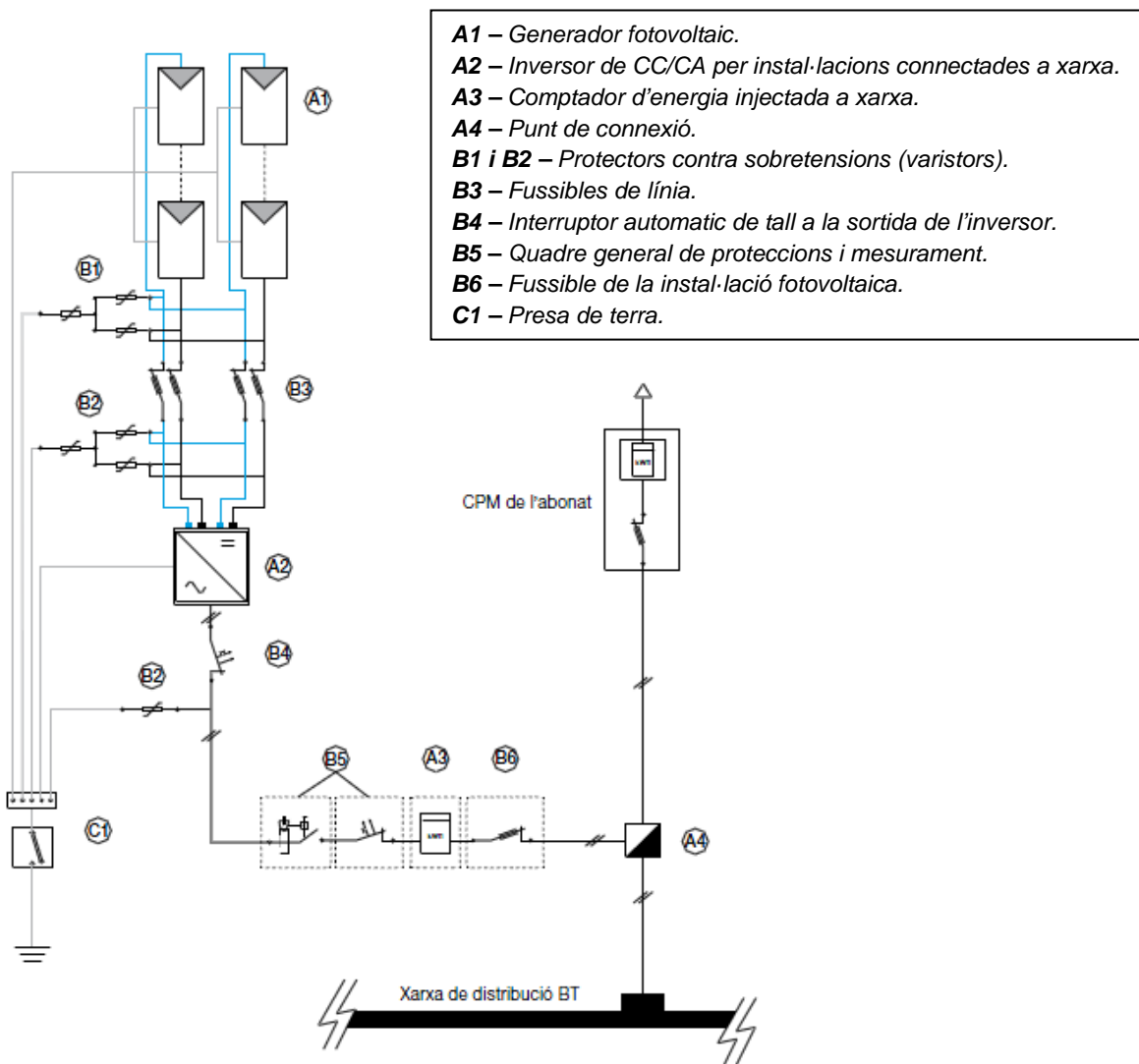
2.8.3.7. INSTAL·LACIONS CONNECTADES A LA XARXA ELÈCTRICA

Si la vivenda on es realitza la instal·lació solar fotovoltaica es troba propera a una xarxa elèctrica, s'hi pot connectar de manera que l'electricitat generada pugui ser utilitzada per altres consumidors. Són sistemes que no disposen d'aparells d'emmagatzematge de l'energia, si no que envien tota l'electricitat generada o bé l'excedent a la xarxa elèctrica.

Atès que, en aquests casos no cal emmagatzemar l'energia i, per tant, no hi ha bateries, el seu cost és més reduït, el manteniment pràcticament és nul i el rendiment és superior.

Fins a l'aprovació del *Real decret llei 2/2013, d'1 de febrer, de mesures urgents en el sistema elèctric i en el sector financer*, aquest tipus d'instal·lacions eren les més concorregudes, degut a les subvencions que donava el govern, que permetien que la instal·lació d'aquests sistemes sortís rentable. L'energia produïda pel sistema fotovoltaic es podia vendre a la companyia elèctrica, la qual estava obligada a comprar-te-la, per un preu superior al preu de cost del kWh normal (un 575%). La companyia elèctrica et pagava 0,4404€/kWh durant els 25 primers anys i 0,3523€/kWh a partir de llavors, respecte els 0,1541€/kWh que cobra aproximadament la companyia, el que permetia amortitzar la instal·lació en un termini comprès entre els 8 i els 11 anys i obtenir certs beneficis a partir de llavors.

L'esquema unifilar bàsic d'una instal·lació connectada a xarxa podria resultar el següent:



Esquema elèctric d'una instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa. Font: Catàleg "Energia solar fotovoltaica" de l'Institut Català d'Energia.

2.8.3.8. INSTAL·LACIONS AUTÒNOMES

Una instal·lació solar fotovoltaica autònoma és aquella que disposa dels aparells necessaris per tal de produir, regular, acumular, transformar i quantificar l'energia produïda pels panells fotovoltaics. Tota l'energia generada serveix per a autoconsum en la mateixa vivenda. Les instal·lacions connectades a xarxa poden prescindir d'alguns d'aquests components, ja que no cal regular la càrrega ni emmagatzemar l'electricitat.

Habitualment, aquest tipus de sistemes s'instal·len en vivendes allunyades dels nuclis de població les quals no disposen de xarxa elèctrica propera i, per tant, no poden ser subministrades d'electricitat.

2.8.3.9. COMPONENTS D'UNA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

Per tal que una instal·lació solar fotovoltaica funcioni correctament i tingui una bona fiabilitat de subministrament i durabilitat, ha d'estar constituïda per un conjunt de components cadascun dels quals realitza una funció específica. Els components essencials d'una instal·lació fotovoltaica són: les plaques fotovoltaïques, els suports de les plaques, l'inversor, els sistemes de protecció i els comptadors i, en cas de tractar-se d'una instal·lació autònoma, les bateries i el regulador.

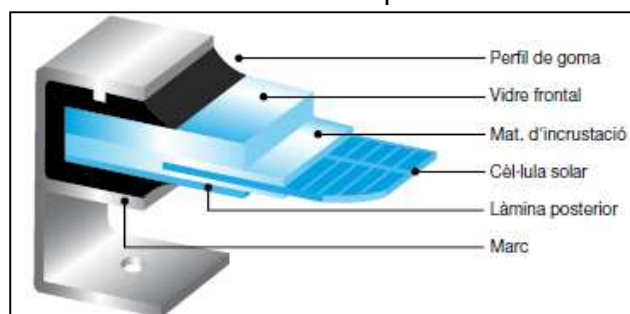
La ubicació dels equips, així com la correcta selecció dels equips a utilitzar, és la clau per al màxim aprofitament de la instal·lació fotovoltaica. Alhora, és necessari un sistema de proteccions elèctriques que garanteixin la protecció de les persones contra mals contactes i la protecció de la instal·lació contra curtcircuits, sobrecàrregues i sobretensions.

• LA PLACA FOTOVOLTAICA

Les plaques fotovoltaïques són l'element de generació de l'electricitat. Actualment, la majoria d'elles estan formades per un nombre determinat de cèl·lules fabricades amb òxid de silici. Aquestes cèl·lules tenen la propietat de generar electricitat quan són il·luminades pel sol. Totes les cèl·lules de la placa es troben unides en sèrie, de manera que sumen la seva potència, corrent i tensió elèctrica, fins arribar a la potència, corrent i tensió (generalment 12V) nominals de la placa. Habitualment, una placa està formada per entre 30 i 60 cèl·lules, tot i que també ens podem trobar amb plaques de 120 cèl·lules.

Una placa fotovoltaica està formada per les següents parts:

- **Coberta exterior:** Protegeix la placa dels agents atmosfèrics. Formada per un vidre temperat.
- **Capas encapsades:** Són les encarregades d'envoltar les cèl·lules solars i els seus contactes. El material més usat és l'etilè-acetat de vinil.
- **Cèl·lula solar:** L'encarregada de generar l'energia. Habitualment de silici.
- **Protecció posterior:** Encarregada de la protecció contra agents atmosfèrics, especialment la humitat. Formada per diferents capes de materials acrílics (anomenades TEDLAR).
- **Marc de suport:** Dona robustesa mecànica al conjunt i facilita la col·locació de la placa en el suport. Normalment d'alumini anoditzat i previst dels orificis necessaris.



Parts d'un panell fotovoltaic. Font: Càtalog "Energia solar fotovoltaica" de l'Institut Català d'Energia.

Les característiques elèctriques d'una placa fotovoltaica varien en funció del grau d'asolellament que reben. La potència nominal d'una placa es mesura en *watts-pic (Wp)*, que és la unitat de potència utilitzada per mesurar l'energia que podrà generar la placa quan està sotmesa a una quantitat d'asolellament normalitzat de $1.000\text{W}/\text{m}^2$ a una temperatura de 25°C (la constant solar és de $1.353\text{W}/\text{m}^2$, que al atravesar l'atmosfera es converteixen en $1.000\text{W}/\text{m}^2$ sobre cada punt de l'escorça terrestre). Per exemple, una placa de 130Wp , produirà 130Wh d'energia, si durant una hora rep la radiació solar nominal de $1.000\text{W}/\text{m}^2$. Si el grau de radiació solar no arriba a aquesta quantitat normalitzada, necessitarà més d'una hora per produir aquests 130Wh . Degut a aquest fet, cal utilitzar el concepte de "*hora solar pic*". Aquest concepte es refereix a la quantitat d'hores de sol diàries que proporcionen una quantitat d'asolellament de $1.000\text{W}/\text{m}^2$ o superior. Un dia pot tenir 10 hores de sol, però pot ser que només tingui 4 o 5 hores de pic. El número d'hores pic d'un dia determinat s'obté de dividir tota l'energia d'asolellament d'aquell dia (en $\text{Wh}/\text{m}^2/\text{dia}$) per $1.000\text{W}/\text{m}^2$. Per aquest motiu, per saber la quantitat d'energia que proporcionarà una placa no es pot multiplicar la seva potència (en watts-pic) pel nombre d'hores totals de sol d'un dia, ja que totes les hores no són de màxima intensitat solar. Sumant l'energia que dona el sol durant un dia, aquesta només equival a unes 5 hores solars de pic a l'estiu i entre 3 i 4 hores a l'hivern.

Multiplicant el número d'hores solars pic d'un dia per la potència nominal de la placa, s'obté la potència que proporcionarà la placa en un dia mig. El nombre de plaques necessàries s'obté de dividir el consum mitjà diari per la producció diària d'una placa, valor que cal corregir amb els rendiments dels diferents components.

Només una part de l'energia lumínica que arriba a la placa fotovoltaica es transforma en electricitat, la resta es perd per reflexió o es dissipa en forma de calor, però la majoria de les pèrdues es deuen a la pròpia eficiència de conversió de les cèl·lules fotovoltaïques. El rendiment d'una placa solar de silici monocristal·lí està entre un 12% i un 17%.

Les plaques fotovoltaïques produeixen corrent continu, generalment a una tensió nominal de 12 volts. Presenten pol positiu i pol negatiu i es poden connectar en sèrie o en paral·lel. Combinant la connexió en sèrie i en paral·lel, es poden aconseguir voltatges nominals de treball de 12V, 24V, 48V, etc. adequats per a cada instal·lació.

El camp fotovoltaic està constituït per les plaques fotovoltaïques, una interconnexió entre elles i un suport. Pot disposar d'altres components com proteccions elèctriques, contra llampecs, contra l'accés incontrolat, contra els ocells, etc. També poden disposar d'un sistema de seguiment solar. En el nostre cas, degut a la nostra latitud, un camp fotovoltaic fix s'ha d'orientar al sud per tal de permetre la màxima exposició al recorregut solar. Desviaments de $\pm 15^\circ$, pràcticament no afecten a l'energia interceptada.



Camp fotovoltaic sobre el terreny. Font: Google imatges.

La inclinació a que es poden instal·lar, depèn de la latitud de l'emplaçament, que anirà des de la horitzontalitat a l'equador, fins a la verticalitat als pols. La màxima densitat de radiació solar s'assoleix en incidir els rajos perpendicularment sobre la superfície de les plaques, però com que la radiació solar varia al llarg del dia i també al llarg de l'any, s'ha d'optar per una inclinació fixa òptima al menys durant el període més desfavorable de l'any (a l'hivern). Normalment, en instal·lacions de connexió a xarxa, s'estableix com a inclinació òptima de les plaques, la latitud del lloc menys 10° , i en instal·lacions autònomes d'ús continuat durant tot l'any i sense grup electrogen de suport, s'estableix la latitud del lloc més 15° . Per exemple una vivenda a Catalunya amb instal·lació autònoma, habitada tot l'any i sense grup electrogen de suport, tindrà l'angle d'inclinació òptim de 55° .

La separació entre fileres de panells ha de garantir la no superposició d'ombres entre les fileres de panells els mesos del solstici d'hivern/estiu.

L'ombra que es projecta sobre un camp fotovoltaic, degut a edificacions veïnes o arbres, pot alterar considerablement el rendiment de la placa, no només deixant de generar electricitat, sinó també bloquejant el pas de l'electricitat produïda per les altres plaques. Aquest efecte, si es produeix de forma habitual sobre una zona concreta del camp fotovoltaic, pot provocar un defecte permanent, fent que certes plaques de la instal·lació deixin de funcionar.

El cablejat d'interconnexió de les plaques, així com el que connecta el camp fotovoltaic amb les bateries, ha de reunir les condicions adequades d'aïllament, protecció i de secció, per tal d'evitar que les caigudes de tensió superin el 3%.

- **EL SUPORT DE LES PLAQUES**

L'estructura de suport té la funció de subjectar les plaques en una posició correcta sobre una part de l'edifici, sobre el sòl, etc., fixar el conjunt a una estructura sòlida, donar el grau d'inclinació

respecte l'horitzontal més apropiat als panells fotovoltaics i, si és el cas, permetre el canvi d'inclinació, i garantir la integritat de les plaques davant l'acció del vent, els canvis de temperatura, el vandalisme, etc. En general han de complir una resistència a vents de 100 a 150Km/h, han de ser resistents a la corrosió i, en cas de ser metàl·lics, han de tenir una connexió a terra, junt amb el marc de les plaques fotovoltaïques.

El tipus de suport més utilitzat en l'àmbit de la construcció és l'estàtic (fixa), tot i que també existeixen sistemes de suport amb seguiment solar, capaços de seguir automàticament la trajectòria del sol, destinats a augmentar el nombre d'hores de sol aprofitables i conseqüentment, el rendiment de les plaques respecte als sistemes de suport fixos o estàtics. Es poden trobar sistemes amb un únic eix de gir, els quals només permeten variar la inclinació (normalment la posició azimutal, de eix est a oest), o amb dos eixos de gir, els quals permeten variar la inclinació i la orientació. Aquest sistema però, presenta alguns inconvenients: té un cost econòmic i elèctric, el guany energètic respecte a les plaques fixes és considerable a l'estiu però poc significatiu a l'hivern i és un aparell susceptible d'avaría.



Suport fixe per a plaques fotovoltaïques. Font: Google imatges.



Plaques fotovoltaïques muntades sobre un suport amb seguiment solar de dos eixos. Font: Google imatges.

Degut a l'augment del cost global de la instal·lació i a l'augment d'ocupació d'espai ocasionat per l'increment d'ombres projectades que presenta un sistema de seguiment solar respecte un sistema estàtic, a l'hora d'instal·lar un sistema de seguiment solar cal valorar si l'augment de rendiment d'aquest és proporcional a la diferència de cost que suposa. Habitualment no surt a compte col·locar aquests sistemes de seguiment, ja que la diferència de rendiment respecte un sistema estàtic, és molt reduït, pel que és preferible col·locar les plaques fixades en una bona orientació i inclinació encara que perdem rendiment.

A l'hora d'escollir una estructura de suport, és aconsellable tenir en compte els següents paràmetres:

- Ha de ser capaç de suportar esforços mecànics de, com a mínim, 2.000N, tenint present l'acció del vent, de la neu, etc.
- Ha d'estar fabricada amb materials resistents a la intempèrie i que no necessitin manteniment. Han de ser capaces de resistir com a mínim 25 anys d'exposició sense corrosió o fatiga apreciables.
- Els cargols i altres accessoris d'unió, han de ser resistents a esforços mecànics superiors a 2.500N, inoxidable i han d'estar complementats amb volanderes sintètiques que evitin possibles deterioraments per defectes galvànics entre metalls. També han de permetre dilatacions.
- El seu muntatge ha de ser fàcil i àgil.
- Han de permetre diverses possibilitats de subjecció.
- Ha de representar un cost adequat per panell.

• EL REGULADOR DE CÀRREGA

És un aparell electrònic que s'encarrega de la regulació del procés de càrrega i descàrrega de les bateries. La funció d'aquest aparell és la de protegir les bateries contra la sobrecàrrega (tallant el pas de la corrent) utilitzant el valor del voltatge d'aquestes com a paràmetre de control, i de la descàrrega excessiva (emetent una senyal d'alarma avisant a l'usuari que la tensió de les bateries està arribant a un nivell mínim de seguretat, o bé tallant el subministrament elèctric si el consum continua sense que hi hagi prou càrrega), basant-se en el voltatge de l'acumulador. També actuen com a indicadors de l'estat de càrrega dels acumuladors, de la seva intensitat de corrent de càrrega i de consum, etc.



Regulador de càrrega d'una instal·lació fotovoltaica. Font: www.bureaubaterias.com.

Un bon sistema de regulació no solament permet aprofitar al màxim l'energia subministrada per les plaques fotovoltaïques, si no que, a més, és essencial per garantir una bona protecció i utilització del sistema acumulador.

El dimensionament del regulador estarà condicionat per la tensió escollida en les bateries i per la intensitat de càrrega del generador fotovoltaic o la intensitat màxima demanada pels consums.

És convenient col·locar el regulador a prop de les bateries (per tal de reduir al màxim les pèrdues per conducció), però amb la separació suficient per tal que els possibles vapors àcids despresos no l'afectin.

• LES BATERIES

En instal·lacions autònomes o d'autoconsum, l'energia produïda per les plaques solars durant el dia ha de ser emmagatzemada fins al seu consum. L'energia només es genera durant les hores de sol del dia, durant la nit o en dies de condicions climàtiques adverses no es genera energia suficient per satisfer tota la demanda. A més, la intensitat solar varia al llarg del dia i al llarg de l'any. Com que les necessitats d'energia, en aquest cas, no són paral·leles a la seva producció, cal la instal·lació d'unes bateries especials per a les condicions de funcionament de les instal·lacions solars que reben el nom de bateries estacionàries, que emmagatzemen l'energia produïda per a la seva utilització durant les hores que no se'n genera.



Bateries per sistemes fotovoltaics.
Font: www.bureaubaterias.com

La capacitat d'emmagatzematge d'electricitat necessària es calcula sobre la base del consum diari estimat i el nombre de dies d'autonomia que es desitgi (considerant principalment el nombre màxim de dies sense sol que es poden donar dins el clima normal de la zona).

La vida útil de la bateria dependrà de la seva bona utilització i de la qualitat del sistema de regulació instal·lat. És important no descarregar excessivament les bateries (mai per sota del 80% de descàrrega de mitjana, depenent de la bateria utilitzada) i periòdicament cal que es faci una càrrega a fons. És important que el dimensionament de les plaques i de la bateria respecte el consum diari estigui ben fet. Un excés de capacitat d'emmagatzematge respecte el potencial de producció de les plaques pot significar que poques vegades arribi a produir-se la càrrega total de les bateries, fet que aniria disminuint progressivament la seva capacitat. Tanmateix, una capacitat de càrrega de les bateries molt petita respecte a la producció de les plaques, equivaldria a córrer el risc de quedar-se sense electricitat quan fa uns dies seguits de mal temps.

Generalment s'utilitzen bateries de plom i àcid sulfúric diluït en aigua, tot i que també existeixen bateries de níquel-cadmí, níquel-ferro i zinc-clor. Aquestes bateries requereixen de cert manteniment i poden durar fins a 15 anys, quan és necessari la seva substitució.

Els principals paràmetres a considerar a l'hora d'escollir un acumulador d'energia elèctrica són:

- **La seva capacitat:** La màxima quantitat d'energia que pot emmagatzemar (Ah). A la pràctica, una bateria només pot proporcionar una part de la seva capacitat total (capacitat útil), que depèn del tipus d'acumulador i de les condicions de treball. Sol tenir uns valors del 30% al 90%. El temps de descàrrega, es representa amb la notació C_5 , C_{25} , C_{100} , indicant, el número, el temps de descàrrega en hores (C_5 = descàrrega en 5 hores).

- **Profunditat de descàrrega:** És el tant per cent sobre la capacitat màxima de l'acumulador que es pot extreure de la bateria en condicions normals.
- **Vida útil:** Es sol mesurar en cicles, considerant com a tal un procés complet de càrrega i descàrrega (fins arribar a la profunditat de descàrrega recomanada). Suposant que es produeix un cicle per dia, la bateria hauria de durar un mínim de 10 anys.
- **Autodescàrrega:** Per causes diverses, l'acumulador es descarrega lentament, de manera contínua, encara que no estigui connectat a un circuit extern.

Les bateries han d'anar col·locades en un espai cobert (normalment es col·loquen a l'interior de l'edifici que cal electrificar), tant a prop del consum com sigui possible. El local ha de permetre ventilació i ha d'estar relativament protegit del fred a l'hivern (ja que l'electròlit de les bateries és susceptible de congelar-se). S'han de protegir de la pols i de contactes involuntaris.

Les bateries, juntament amb el regulador, només són necessaris en instal·lacions d'autoconsum.

• L'INVERSOR.

Les plaques fotovoltaïques generen corrent continu a voltatges baixos, a 12, 24 o 48 volts. Les empreses subministradores de corrent a la xarxa fan servir corrent altern, a 220 – 230 volts, d'ona sinusoidal i la majoria d'aparells de consum estan dissenyats per funcionar amb aquesta mena de corrent i amb aquesta tensió¹¹. Per aquesta raó, en les instal·lacions fotovoltaïques, cal utilitzar un aparell, l'inversor, destinat a transformar el corrent continu (de 12, 24 o 48 volts) en corrent altern monofàsic (de 220-230 volts) o trifàsic (de 230/400V). En ambdós casos, la freqüència del corrent altern és de 50Hz.



Inversor per a sistemes fotovoltaïcs.
Font: www.bureaubaterias.com

En instal·lacions fotovoltaïques autònomes, aquest aparell es connectarà directament a l'embarat general de les bateries.

• ELS COMPTADORS I APARELLS DE MESURA

El que fan els comptadors és registrar l'energia que passa per un punt determinat de la instal·lació. Si es col·loca a la sortida de les plaques fotovoltaïques, mesurarà l'energia que es genera. Si es col·loca entre el regulador i el consum, es mesurarà l'energia consumida en forma de corrent continu. Mitjançant la disposició d'aquests aparells es pot saber si l'usuari disposa d'un excés d'energia o si en té poca i decidir si reduir o augmentar la potència dels generadors.

¹¹ La gran majoria d'aparells elèctrics, actualment estan dissenyats per treballar en les condicions normalitzades de subministrament: corrent altern d'ona sinusoidal, de 50Hz i 220V.

- **APARELLS DE PROTECCIÓ**

Cal evitar que possibles curtcircuits que es puguin produir en la instal·lació fotovoltaica puguin perjudicar a les bateries o puguin iniciar incendis. Per aquest motiu, el circuit de consum de l'energia generada, ha de tenir aparells de protecció que tallin el pas del corrent en cas de curtcircuit. Es poden fer servir fusibles o magnetotèrmics, dimensionats per a les intensitats previstes a cada circuit. En el circuit a 220V en corrent altern, cal disposar a més, d'un diferencial per reduir el risc en les persones en cas d'enrampades.

Dins de la instal·lació fotovoltaica podem trobar els següents aparells de protecció:

- **Varistors:** És un element destinat a protegir la instal·lació de les sobretensions d'origen atmosfèric (per exemple descàrregues directes de llamps). Amb la finalitat de garantir l'eficàcia del sistema de protecció contra sobretensions, caldrà instal·lar un varistor en el generador fotovoltaic i un altre a l'entrada de cada equip a protegir. Aquest anirà connectat al circuit de presa a terra.
- **Fusibles de línia en el generador fotovoltaic:** Són elements de protecció contra sobrecàrregues i curtcircuits. Aquests elements no poden actuar com a seccionadors de cap equip de la instal·lació.
- **Fusibles de línia de l'acumulador:** Aquest, actua com a fusible de protecció general de la bateria en cas que, més amunt de la instal·lació, hi hagi alguna protecció defectuosa o s'hagi produït un curtcircuit accidental.
- **Interruptor automàtic de tall de càrrega:** Permet seccionar, amb càrrega, la zona del circuit i/o equip en que es situï aquest element, en corrent continu.
- **Interruptor automàtic de tall a la sortida de CA de l'inversor:** Protegeix contra sobrecàrregues i curtcircuits, encara que la seva funció principal és el seccionament amb càrrega de la sortida de CA de l'inversor.
- **Quadre de proteccions de línia de subministrament:** Està format per els elements del Cuadre General d'Alimentació de la vivenda (CGA). Com a mínim ha de tenir els elements següents: IGA, PIAs i varistors de protecció de la línia de CA.

2.8.3.10. SITUACIÓ DEL CAMP FOTOVOLTAIC

Les situacions més habituals del camp fotovoltaic són sobre el terra, sobre un màstil, sobre la teulada (plana o inclinada) o fixat al mur.

La col·locació de les plaques sobre el terra és una de les solucions més habituals, ja que permet decidir l'orientació i la zona més favorable, que permeti rebre la major quantitat d'asolellament possible. Generalment es fixen els peus de l'estructura de suport sobre daus de formigó o directament a terra. Per tal de donar seguretat al sistema, s'han d'eleva les plaques 0,5m del terra com a mínim i s'ha d'encerclar la zona amb un sistema de protecció per tal d'evitar l'accés incontrolat. En el cas de que es col·loqui més d'una fila de plaques fotovoltaïques, cal deixar una distància mínima entre elles per tal d'evitar la formació d'ombres quan el sol es troba més baix.

Quan el nombre de plaques de la instal·lació no és gaire elevat, es poden col·locar al capdamunt d'un màstil, el qual ha d'estar correctament dimensionat per tal de suportar el pes de les plaques, l'acció del vent i donar-li estabilitat. Aquest sistema evita la projecció d'ombres, permet una baixa ocupació de la parcel·la i ofereix protecció contra el vandalisme. Al contrari, presenta una major dificultat d'accés i té risc de caiguda.

Les plaques col·locades sobre coberta plana es collen directament a la coberta amb cargols o, en alguns casos (per no fer malbé la impermeabilització), s'utilitza la fixació per gravetat mitjançant materials pesants. La col·locació del camp fotovoltaic sobre coberta presenta un major grau d'asolellament, passa més desapercebut, evita el vandalisme, es troba a prop del punt de consum i no ocupa superfície útil. Quan s'ubica en cobertes inclinades, cal la fixació de les plaques a les bigues de l'edifici. En aquest cas la orientació de la teulada marca la del camp fotovoltaic, que es sol posar perpendicular a la pendent.

Quan les plaques van fixades al mur, es subjecten mitjançant ancoratges metàl·lics clavats a la paret que les subjecten, tant per la part superior, com pels tirants inferiors que donen la inclinació desitjada a les plaques.

Sigui quina sigui la situació de les plaques, s'ha de garantir sempre que les pèrdues de rendiment d'aquestes (la minoració d'energia solar rebuda), degudes a la inclinació i orientació d'aquestes i/o a la projecció d'ombres sobre la seva superfície, no sobrepassi els percentatges de la taula següent, especificada al CTE DB HE 5. *Contribución solar mínima de energía eléctrica:*

PÈRDUES LÍMIT DE RADIACIÓ SOLAR			
CAS	ORIENTACIÓ I INCLINACIÓ	OMBRES	TOTAL
General	10%	10%	15%
Superposició de mòduls fotovoltaïcs	20%	15%	30%
Integració arquitectònica de mòduls fotovoltaïcs	40%	20%	50%

Límits establerts de pèrdues de rendiment de les plaques fotovoltaïques.

2.8.3.11. CÀLCULS DE LA INSTAL·LACIÓ

A continuació es detallen els càlculs necessaris per dimensionar la instal·lació fotovoltaica de la vivenda. Hi ha diferents mètodes per al seu dimensionament, però en aquest cas, es desenvoluparà un procés de càlcul basat en l'avaluació de la demanda energètica diària.

Tal com s'especifica en els objectius del projecte, la idea principal és realitzar una instal·lació solar fotovoltaica completament autosuficient, és a dir, que la instal·lació no necessiti estar connectada a xarxa per tal d'abastir-se de l'energia que necessita per satisfer tota la demanda energètica.

En aquest tipus d'instal·lacions, cal tenir cura de l'ús de l'energia, estalviant-la al màxim possible, portant a terme accions senzilles tals com apagar les llums quan no hi hagi ningú en la sala, no obrir la nevera o el congelador innecessàriament, utilitzar la rentadora amb la càrrega plena, etc.

A. DEFINICIÓ DE LA UBICACIÓ I DELS ELEMENTS DE CONSUM

Donat que l'energia produïda pel sistema fotovoltaic depèn de diversos factors, descrits anteriorment (tipus de plaques fotovoltaiques: fixes o mòbils, orientació, rendiment, hores de sol pic, etc.), cal tenir-los presents a l'hora de dissenyar i dimensionar aquesta instal·lació. Per tal de procedir al seu dimensionament, hem de definir la ubicació de les plaques i el consum energètic que hi haurà en la vivenda, determinant tots els aparells que consumeixen energia que hi haurà:

- **Ubicació:** Caldes de Malavella, a 84m sobre nivell del mar.
- **Ubicació i orientació de les plaques:** Les plaques estaran situades en el jardí de la vivenda, en orientació sud i un angle d'inclinació de 55°.
- **Dies màxims consecutius sense sol:** 4 dies.
- **Elements de consum:**
 - Frigorífic de baix consum
 - Rentadora de baix consum
 - Bomba de calor geotèrmica
 - Recuperador de calor
 - Il·luminació
 - Forn
 - Campana extractora cuina
 - Microones
 - Televisor 19' cuina
 - Televisor 32' sala d'estar – menjador
 - 2 Ordinadors
 - Bomba abastament d'aigua
 - Maquinaria piscina
- **Tipus d'utilització de la instal·lació:** Diària.
- **Nombre d'usuaris previst del sistema:** Una família de 4 components.
- **Tipus d'instal·lació:** Producció i subministrament autosuficient.

B. AVALUACIÓ DE LES NECESSITATS DIÀRIES D'ENERGIA A COBRIR

Per dimensionar i dissenyar la instal·lació fotovoltaica, és necessari començar realitzant una previsió del consum elèctric que tindrà la vivenda. Per tant, el primer pas, serà definir les necessitats reals dels futurs usuaris. Cal considerar el consum de tots els aparells elèctrics de que disposarà aquesta, així com del temps que estaran en funcionament durant el dia, per tal d'obtenir el consum energètic diari que necessitarà la vivenda.

S'ha realitzat un llistat orientatiu dels aparells elèctrics i de les lluminàries que disposarà la vivenda, per tal de conèixer el seu consum diari orientatiu¹² (els consums de tots els aparells elèctrics estan extrets de les especificacions tècniques dels fabricants):

PREVISIÓ DE CONSUM EN IL·LUMINACIÓ					
Estança	Punts de llum (Ut)	Consum unitari (W)	Consum total (W)	Temps funcionament (h/dia)	Consum (Wh/dia)
Hall - distribuïdor	3	11	33	0,25	8,25
Cuina	1	20	20	3,00	60,00
Sala estar - menjador	3	14	42	3,00	126,00
Dormitori 1	1	11	11	0,50	5,50
Bany 1	1	14	14	1,00	14,00
Sala de màquines	1	14	14	0,25	3,50
Escala	2	14	28	0,25	7,00
Porxo aparcament	1	20	20	0,25	5,00
Zona accés	2	14	28	0,50	14,00
Pèrgola	3	11	33	0,20	6,60
Piscina	4	8	32	0,15	4,80
Distribuïdor 2	1	11	11	0,25	2,75
Bany 2	1	14	14	1,00	14,00
Dormitori 2	1	11	11	1,50	16,50
Vestidor 1	1	11	11	0,20	2,20
Dormitori 3	1	11	11	2,00	22,00
Dormitori principal	2	14	28	1,50	42,00
Bany dormitori principal	1	14	14	1,50	21,00
Vestidor dormitori principal	1	11	11	0,25	2,75
Porxo distribuïdor 2	1	11	11	0,10	1,10
Terrassa dormitoris	3	11	33	0,10	3,30
TOTAL					382,25

¹² Per fer una bona gestió del consum elèctric, cal descartar les aplicacions tèrmiques de l'electricitat, per exemple l'escalfador elèctric d'aigua, calefacció amb sistemes elèctrics, assecador de roba elèctric, etc. Tampoc s'ha d'incloure el consum de la resistència de la rentadora, ja que per rentar amb aigua calenta es pot omplir la rentadora amb aigua escalfada amb altres mitjans. En canvi, cal considerar la planxa elèctrica per a la roba i/o l'eixugacabells, per exemple.

PREVISIÓ DE CONSUM EN APARELLS ELÈCTRICS					
CONSOMS CONTINUATS					
Aparell	Num. d'aparells	Potència (W)	Temps funcionament (h/dia)	Dies d'utilització a la setmana	Consum mitjà diari (Wh/dia)
Frigorífic baix consum (A++)	1	(156kWh/any)	24	7	427,40
Rentadora baix consum (A+)	1	(135kWh/any)	1,5	3	369,86
Bomba de calor geotèrmica	1	1.800,00	8	7	14.400,00
Recuperador de calor	1	200,00	15	7	3.000,00
TOTAL CONSOMS CONTINUATS					18.197,26
CONSOMS VARIABLES					
Aparell	Num. d'aparells	Potència (W)	Temps funcionament (h/dia)	Dies d'utilització a la setmana	Consum mitjà diari (Wh/dia)
Il·luminació					382,25
Forn	1	810,00	1	3	347,14
Campana extractora cuina	1	60,00	2	7	120,00
Microones	1	800,00	0,25	7	200,00
TV 19' cuina	1	15,00	2	7	30,00
TV 32' sala estar - menjador	1	40,00	3	7	120,00
Ordinadors	2	80,00	3	7	480,00
Bomba subministrament aigua	1	1.300,00	0,4	7	520,00
Maquinaria piscina	1	200,00	8	7	1.600,00
TOTAL CONSOMS VARIABLES					3.799,39
TOTAL CONSUM PREVIST					21.996,65

C. AVALUACIÓ DE L'ENERGIA DISPONIBLE (RADIACIÓ SOLAR)

Per tal de dimensionar la present instal·lació, cal conèixer la disponibilitat mitjana d'energia al llarg de l'any, proporcionada per la radiació del sol de l'emplaçament on es preveu fer la instal·lació fotovoltaica.

La següent taula mostra els valors de la radiació solar incident mensual, donada una localització geogràfica corresponent a la localització de la instal·lació fotovoltaica (unes coordenades) i una inclinació determinada dels panells fotovoltaics. Aquests valors indiquen l'energia mitjana disponible (en Wh/m²/dia) per a una instal·lació fotovoltaica fixa, amb una inclinació determinada, orientada al sud i sense ombres projectades, en una localització prevista. Els valors donats són, juntament amb el rendiment de les plaques i la seva potència nominal, el paràmetre que determinarà la producció elèctrica dels mòduls fotovoltaics.

En el nostre cas, es col·locaran les plaques en una inclinació de 55° respecte la horitzontal, en orientació sud, seguint les especificacions d'angle òptim de col·locació de les plaques¹³.

Mes	H_h	H_{opt}	$H(55)$	DNI	I_{opt}
Ene	2080	3850	4210	3550	65
Feb	3040	4850	5120	4530	58
Mar	4240	5540	5500	5100	45
Abr	5320	5840	5420	5600	29
Mayo	6400	6190	5430	6260	15
Jun	7130	6490	5530	7070	8
Jul	7090	6610	5690	7440	12
Ago	6180	6440	5830	6670	24
Sep	4760	5830	5650	5570	39
Oct	3350	4900	5050	4470	53
Nov	2250	3960	4280	3660	63
Dic	1880	3630	4010	3290	67
Año	4480	5350	5140	4240000000000	38

Radiació solar incident, per mesos, mitjana a Caldes de Malavella, proporcionada pel sistema d'informació geogràfica fotovoltaica de la Comissió europea JRC, base de dades: PVGIS-CMSAF.

Aquesta taula dona la informació següent, per a cada mes i mitja anual:

- H_h : Irradiació solar mitjana sobre el pla horitzontal ($Wh/m^2/dia$).
- H_{opt} : Irradiació mitjana sobre el pla d'irradiació òptima, en aquest cas 38° ($Wh/m^2/dia$).
- H_{55} : Irradiació mitjana sobre pla inclinat 55° ($Wh/m^2/dia$).
- DNI : Irradiació directa normal ($Wh/m^2/dia$).
- I_{opt} : Inclinació òptima respecte l'horitzontal (graus).

Analitzant la informació que dona la taula adjunta, l'angle òptim d'inclinació dels mòduls fotovoltaics és de 38° . Es pot observar que a major angle d'inclinació de les plaques fotovoltaïques, s'augmenta la radiació rebuda en època de tardor i hivern, i es redueix en època de primavera i estiu; al contrari, a menor angle d'inclinació, s'augmenta la radiació rebuda en època de primavera i estiu i es redueix en època de tardor i hivern. Això és degut a la diferent alçada que assoleix el sol en cada època de l'any.

En el nostre cas, obviant l'angle òptim donat per la taula anterior (de 38°), amb la finalitat d'augmentar la radiació incident en l'època més desfavorable, l'hivern, es col·locaran les plaques amb una inclinació de 55° . D'aquesta manera, es rep una radiació més o menys similar al llarg de tot l'any (augmentant-la en època d'hivern i disminuint-la en època d'estiu).

¹³ La inclinació recomanada de les plaques fotovoltaïques és igual a la latitud del lloc + 15° (40° latitud nord + 15° = 55°).

Un cop coneguda la radiació solar incident, es dividirà per la potència de radiació estàndard que s'utilitza per calibrar els mòduls ($1.000\text{W}/\text{m}^2$) i s'obtindrà la quantitat de hores de sol pic (HSP) equivalents¹⁴. Per a aquest càlcul s'agafen les dades referents a un dia del més desfavorable de l'any (el desembre).

$$HSP = \frac{\text{Radiació solar}}{\text{Potència nominal de radiació solar}} = \frac{4.010}{1.000} = 4,01h$$

Per tant, en un dels dies més desfavorables de l'any, tindrem 4,01h de sol pic. Aquesta serà la mínima radiació que rebran les plaques durant tot l'any i conseqüentment els dies en que es produirà menys electricitat. Agafant com a dada de referència un dels dies més desfavorables de l'any (un dia del mes de desembre), podem dir que estem sobredimensionant la instal·lació per a la resta de dies de l'any, ja que normalment es produirà més electricitat que un dia d'aquest mes.

D. RENDIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

A continuació es calcula el rendiment general de la instal·lació fotovoltaica. Aquest rendiment varia en funció de diversos factors:

- **Coefficient de pèrdues per rendiment en l'acumulador (Kp).** Indica el percentatge d'energia que es perd en l'acumulador degut a les pèrdues per escalfaments i per reaccions químiques.
- **Coefficient de pèrdues en l'inversor CC/CA (Ki).** Indica les pèrdues que es produeixen en convertir el corrent continu generat en les plaques fotovoltaïques a corrent altern que és consumit pels aparells.
- **Coefficient per pèrdues vàries en la instal·lació (Kv).** Es consideren altres pèrdues no determinades anteriorment.
- **Coefficient d'autodescàrrega diària de l'acumulador (Ka).** Representa el percentatge d'energia que es perd de forma diària per autodescàrrega de les bateries.
- **Nombre de dies d'autonomia que suportarà l'acumulador (N).** Indica el nombre de dies consecutius d'autonomia de l'acumulador, en els quals no es produeix suficient energia a causa de condicions climàtiques desfavorables i s'ha d'utilitzar l'energia acumulada. Considerant les condicions meteorològiques anuals de la zona, s'ha considerat una autonomia dels acumuladors de 4 dies.
- **Profunditat màxima de descàrrega de l'acumulador (Pd).** Indica la capacitat que l'acumulador pot utilitzar respecte al total sense que pateixi un greu deteriorament.

¹⁴ Aquest valor determina les hores que hauria de lluir el sol, amb la intensitat fixa nominal de $1.000\text{W}/\text{m}^2$, per produir la mateixa energia que arriba en realitat durant tot un dia sencer del mes escollit (en què el sol varia d'intensitat continuament al llarg del dia). A efectes de càlculs energètics, és el mateix suposar que el mòdul està rebent una intensitat de radiació de $1.000\text{W}/\text{m}^2$ durant un temps igual al nombre d'hores de sol pic, que el que rep en condicions normals durant tot el dia, és a dir, amb valors que varien al llarg del dia, ja que coincideix el nombre de hores de sol pic amb el nombre de kW/h d'energia incident durant tot el dia.

El rendiment global de la instal·lació ve donat per la següent fórmula:

$$R = (1 - Kp - Ki - Kv) \cdot \left(1 - Ka \cdot \left(\frac{N}{Pd}\right)\right)$$

Kp:	0,10
Ki:	0,05
Kv:	0,10
Ka:	0,005
N:	4
Pd:	0,80
R:	0,73

E. ENERGIA DIÀRIA A ACUMULAR

Una vegada calculat el consum diari teòric que es produirà en la vivenda i conegut el rendiment de la instal·lació fotovoltaica, calculem l'energia real necessària que caldrà acumular diàriament per tal de disposar de l'energia suficient per proveir a tots els aparells elèctrics de la vivenda.

L'energia real diària necessària s'obté de dividir el consum teòric de la vivenda pel rendiment total de la instal·lació fotovoltaica:

$$E = \frac{\text{Consum diari previst}}{\text{Rendiment instal·lació}}$$

C. diari:	21.996,65 Wh
R. inst:	0,73
E =	30.080,89 Wh

F. EL SISTEMA GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAIC

Donades les necessitats d'energia que presenta la vivenda, la qual s'ha d'emmagatzemar en el sistema acumulador, calculem la quantitat d'energia diària que han de produir les plaques fotovoltaïques per tal de generar l'energia necessària per a cobrir totes les necessitats. S'ha de tenir present que entre el camp de plaques fotovoltaïques i l'acumulador, hi ha el regulador, pel que haurem de tenir present el seu rendiment.

a) Càlcul de l'energia diària que ha de produir el generador fotovoltaic (EG):

El sistema generador fotovoltaic haurà de produir l'energia diària necessària per emmagatzemar, tenint en compte el seu rendiment:

$$EG = \frac{E}{\eta R}$$

E: Energia diària que ha de rebre l'acumulador (Wh).

ηR : Rendiment del regulador. (Segons documentació tècnica)

E:	30.080,89 Wh
ηR :	0,96
EG:	31.334,26 Wh

b) Càlcul de la potència nominal del generador fotovoltaic (PN):

La potència nominal necessària del generador fotovoltaic (plaques fotovoltaiques) és la potència en watts-pic (Wp) que s'ha d'instal·lar per tal de que, en funció de les hores diàries de sol disponibles, ens proporcioni la quantitat d'energia que necessitem. Cal considerar el rendiment dels mòduls fotovoltaics, el qual pot disminuir per acumulació de pols o brutícia en la superfície dels mòduls, pèrdues per reflexió dels rajos solars, toleràncies, etc., el podem considerar entre 0,8 i 0,9.

$$PN = \frac{EG}{HSP \cdot \eta G}$$

EG: Energia diària que ha de produir el generador fotovoltaic (Wh).

HSP: Hores de pic solar d'un dia. Es considerarà un dia del mes més desfavorable de l'any (el desembre).

ηG : Rendiment del generador fotovoltaic.

EG:	31.334,26 Wh
HSP:	4,01 h
ηG :	0,90
PN:	8.682,26 W

c) Càlcul del número de mòduls en sèrie del generador fotovoltaic (Ms):

La connexió en sèrie de mòduls produeix una tensió igual a la suma de les tensions dels mòduls connectats, mantenint constant la intensitat. El nombre de mòduls fotovoltaics en sèrie, ve determinat per la tensió nominal de la instal·lació (Vns) i la tensió nominal del mòdul escollit (Vnm).

$$Ms = \frac{Vns}{Vnm}$$

Vns: Tensió nominal de la instal·lació (V).

Vnm: Tensió nominal del mòdul (V).

Vns:	48 V
Vnm:	12 V
Ms:	4 Ut

d) Càlcul del número de branques en paral·lel del generador fotovoltaic (Mp):

En les connexions en paral·lel, la intensitat de les plaques connectades es suma, mantenint invariable la tensió. El número de mòduls a connectar en paral·lel, és funció de la potència nominal del generador (PN), el nombre de mòduls en sèrie (Ms) i de la potència màxima del mòdul escollit (Pm), arrodonint a l'alça, si és el cas.

$$Mp = \frac{PN}{Ms \cdot Pm}$$

PN: Potència nominal del generador fotovoltaic (W).

Ms: Número de mòduls connectats en sèrie per cada branca.

Pm: Potència pic del mòdul fotovoltaic escollit (Wp) (segons documentació tècnica).

PN:	8.682,26 W
Ms:	4 Ut
Pm:	250 Wp
Mp:	8,68 Ut
	9 Ut

e) Càlcul del número total de mòduls fotovoltaics (Mt):

El numero total de mòduls serà el resultat del producte entre els mòduls en sèrie i els mòduls en paral·lel.

$$Mt = Ms \cdot Mp$$

Ms: Número de mòduls en sèrie del generador fotovoltaic.

Mp: Número de branques en paral·lel del generador fotovoltaic.

Ms:	4 Ut
Mp:	9 Ut
Mt:	36 Ut

f) Càlcul de la potència pic instal·lada (Wp):

La potència pic indica l'energia màxima que es produirà en una hora d'un dels dies del mes més desfavorable de l'any.

$$Pp = Mt \cdot Pm$$

Mt: Número total de mòduls fotovoltaics.

Pm: Potència pic del mòdul fotovoltaic escollit (Wp) (segons documentació tècnica).

Mt:	36 Ut
Pm:	250 Wp
Pp:	9.000,00 Wp

G. EL SISTEMA D'ACUMULACIÓ (BATERIES)

Les bateries són el sistema d'emmagatzematge d'energia de la instal·lació fotovoltaica. La seva capacitat estarà determinada pel consum diari, pel nivell d'autonomia que es vulgui obtenir, variable en funció del tipus d'instal·lació, i del nivell màxim de descàrrega que les bateries poden admetre. En instal·lacions en vivendes d'ús continuat, segons el clima de Catalunya, es sol considerar una autonomia de entre 4 i 6 dies. Per cada dia d'autonomia s'ha de considerar una capacitat d'emmagatzematge de les bateries equivalent al consum d'un dia mitjà.

La capacitat de les bateries s'obtindrà, doncs, de multiplicar el consum mitjà pels dies d'autonomia, més la fracció de la capacitat de les bateries per sota de la qual no s'ha de baixar (capacitat residual).

El voltatge de l'acumulador haurà de ser escollit de manera que sigui prou elevat com per a obtenir uns corrents de càrrega/descàrrega raonables, així com, un correcte acoblament amb el voltatge del grup de mòduls fotovoltaics (en aquest cas de 48V).

En aquest cas, es podria sobredimensionar l'autonomia de les bateries per tal d'aconseguir més càrrega, però com que estem considerant la radiació d'un dels dies més desfavorables de l'any, podem considerar que ja estem sobredimensionant la instal·lació. Aquest sobredimensionament comportaria un sobrecost innecessari i ens comportaria problemes d'espai.

El resultat s'expressarà en Ah per a un temps de descàrrega determinat¹⁵.

a) Càlcul de la capacitat útil de l'acumulador (Cu):

$$Cu = \frac{E \cdot N}{Vns}$$

E: Energia diària que ha de rebre l'acumulador (Wh)

N: Dies d'autonomia de l'acumulador.

Vns: Voltatge nominal de la instal·lació (V).

E:	30.080,89 Wh
N:	4 dies
Vns:	48 V
Cu:	2.506,74 Ah

b) Càlcul de la capacitat total de l'acumulador (C)¹³:

$$C = \frac{Cu}{PD \cdot KT}$$

Cu: Capacitat útil de l'acumulador (Ah).

PD: Profunditat de descàrrega de la bateria. (segons documentació tècnica)

KT: Factor de correcció de temperatura $\{1-(\Delta T/160)\}$.

ΔT: Diferència de temperatura entre la temperatura nominal (20º) i la temperatura mínima de treball (10º).

Cu:	2.506,74 Ah
PD:	0,80
KT:	0,9375
ΔT:	10 ºC
C:	3.342,32 Ah <small>C96</small>

¹⁵ El temps de descàrrega dels acumuladors s'ha d'expressar amb la nomenclatura "C_h", on "h" es refereix al nombre d'hores que triga un cicle de descàrrega dels acumuladors, segons la capacitat donada. Per exemple "C₁₀₀" vol dir que el sistema acumulador triga 100 hores en descarregar-se amb una capacitat determinada.

c) Càlcul del número d'acumuladors en sèrie (As):

$$As = \frac{Vns}{Vna}$$

Vns: Voltatge nominal de la instal·lació (V).

Vna: Voltatge unitari de la bateria (V) (segons documentació tècnica).

Vns:	48 V
Vna:	2 V
As:	24 Ut

d) Càlcul del número d'acumuladors en paral·lel (Ap):

$$Ap = \frac{C}{Cna}$$

C: Capacitat total de l'acumulador (Ah).

Cna: Capacitat nominal de la bateria a 25°C (Ah) (segons documentació tècnica).

C:	3.342,32 Ah
Cna:	1.820,00 Ah
Ap:	1,836 Ut
	2 Ut

e) Càlcul del número total d'acumuladors (At):

$$At = As \cdot Ap$$

As: Número d'acumuladors en sèrie.

Ap: Número d'acumuladors en paral·lel.

As:	24 Ut
Ap:	2 Ut
At:	48 Ut

Una vegada coneixem la quantitat necessària d'acumuladors que necessita la nostra instal·lació i la seva capacitat, hem de preveure un espai suficient en una estança interior de la vivenda, per tal d'instal·lar-hi el sistema fotovoltaic. En el nostre cas, col·locarem el sistema interior fotovoltaic en la sala de màquines de la vivenda.

Fent un parèntesi en els càlculs, vistes les característiques de la instal·lació que s'estan obtenint (36 mòduls fotovoltaics i 48 bateries), s'ha considerat desproporcionada la opció de realitzar una instal·lació solar fotovoltaica totalment autosuficient per a la generació de l'energia necessària per a cobrir totes les necessitats de la vivenda, per dos motius: d'una banda el cost total de la instal·lació resultaria excessiu, pel que no surt gens a compte realitzar la instal·lació, ja que el sistema no té una vida útil el suficientment llarga com per a poder amortitzar el seu cost, i fent que surti més rentable agafar l'energia de la xarxa de la companyia; d'altra banda en la vivenda no es disposa de l'espai suficient per instal·lar tot el sistema de bateries i, tenint en compte la separació entre mòduls fotovoltaics, aquests ocupen una gran superfície de terreny.

Donades les característiques obtingudes, i per tal de mantenir els objectius i criteris del treball i obtenir una vivenda eficient energèticament al màxim possible, però sense realitzar cap disbarat, s'ha considerat més raonable realitzar una instal·lació mixta, en la qual una part de l'energia necessària s'agafi de xarxa i la resta la proporcioni el sistema solar fotovoltaic.

Degut a que gran part del consum de la vivenda és causat per la bomba de calor geotèrmica (d'un consum previst de 14.400Wh/dia), la instal·lació solar fotovoltaica es dimensionarà per a tots els aparells elèctrics de la vivenda (per a un consum previst de 7.596,65Wh/dia), excepte per a la bomba geotèrmica, la qual funcionarà amb energia provinent de la xarxa.

Definides les noves característiques de la instal·lació solar fotovoltaica, realitzem de nou els passos B, E, F i G per tal de dimensionar de nou la instal·lació (la resta de passos continuen sent vàlids) i continuem amb la resta de càlculs:

B. AVALUACIÓ DE LES NECESSITATS DIÀRIES D'ENERGIA A COBRIR

PREVISIÓ DE CONSUM EN APARELLS ELÈCTRICS					
CONSOMS CONTINUATS					
Aparell	Num. d'aparells	Potència (W)	Temps funcionament (h/dia)	Dies d'utilització a la setmana	Consum mitjà diari (Wh/dia)
Frigorífic baix consum (A++)	1	(156kWh/any)	24	7	427,40
Rentadora baix consum (A+)	1	(135kWh/any)	1,5	3	369,86
Recuperador de calor	1	200,00	15	7	3.000,00
TOTAL CONSOMS CONTINUATS					3.797,26
CONSOMS VARIABLES					
Aparell	Num. d'aparells	Potència (W)	Temps funcionament (h/dia)	Dies d'utilització a la setmana	Consum mitjà diari (Wh/dia)
Il·luminació					382,25
Forn	1	810,00	1	3	347,14
Campana extractora cuina	1	60,00	2	7	120,00
Microones	1	800,00	0,25	7	200,00
TV 19' cuina	1	15,00	2	7	30,00
TV 32' sala estar - menjador	1	40,00	3	7	120,00
Ordinadors	2	80,00	3	7	480,00
Bomba subministrament aigua	1	1.300,00	0,4	7	520,00
Maquinaria piscina	1	200,00	8	7	1.600,00
TOTAL CONSOMS VARIABLES					3.799,39
TOTAL CONSUM PREVIST					7.596,65

E. ENERGIA DIÀRIA A ACUMULAR

$$E = \frac{\text{Consum diari previst}}{\text{Rendiment instal·lació}}$$

C. diari:	7.596,65 Wh
R. inst:	0,73
E =	10.388,59 Wh

F. EL SISTEMA GENERADOR SOLAR FOTOVOLTAIC

Donades les noves necessitats d'energia que presenta la vivenda, calculem la quantitat d'energia diària que han de produir les plaques fotovoltaïques per tal de generar l'energia necessària per a cobrir totes les necessitats previstes. S'ha de tenir present que entre el camp de plaques fotovoltaïques i l'acumulador, hi ha el regulador, pel que haurem de considerar el seu rendiment.

a) Càlcul de l'energia diària que ha de produir el generador fotovoltaic (EG):

$$EG = \frac{E}{\eta R}$$

E: Energia diària que ha de rebre l'acumulador (Wh).

ηR : Rendiment del regulador. (Segons documentació tècnica)

E:	10.388,59 Wh
ηR :	0,96
EG:	10.821,44 Wh

b) Càlcul de la potència nominal del generador fotovoltaic (PN):

$$PN = \frac{EG}{HSP \cdot \eta G}$$

EG: Energia diària que ha de produir el generador fotovoltaic (Wh).

HSP: Hores de pic solar d'un dia. Es considerarà un dia del mes més desfavorable de l'any (el desembre).

ηG : Rendiment del generador fotovoltaic.

EG:	10.821,44 Wh
HSP:	4,01 h
ηG :	0,90
PN:	2.998,46 W

c) Càlcul del número de mòduls en sèrie del generador fotovoltaic (Ms):

$$Ms = \frac{Vns}{Vnm}$$

Vns: Tensió nominal de la instal·lació (V).

Vnm: Tensió nominal del mòdul (V) (segons documentació tècnica).

Vns:	48 V
Vnm:	12 V
Ms:	4 Ut

d) Càlcul del número de branques en paral·lel del generador fotovoltaic (Mp):

$$Mp = \frac{PN}{Ms \cdot Pm}$$

PN: Potència nominal del generador fotovoltaic (W).

Ms: Número de mòduls connectats en sèrie per cada branca.

Pm: Potència pic del mòdul fotovoltaic escollit (Wp) (segons documentació tècnica).

PN:	2.998,46 W
Ms:	4 Ut
Pm:	250 Wp
Mp:	3,00 Ut
	3 Ut

e) Càlcul del número total de mòduls fotovoltaics (Mt):

$$Mt = Ms \cdot Mp$$

Ms: Número de mòduls en sèrie del generador fotovoltaic.

Mp: Número de branques en paral·lel del generador fotovoltaic.

Ms:	4 Ut
Mp:	3 Ut
Mt:	12 Ut

f) Càlcul de la potència pic instal·lada (Wp):

$$Pp = Mt \cdot Pm$$

Mt: Número total de mòduls fotovoltaics.

Pm: Potència pic del mòdul fotovoltaic escollit (Wp) (segons documentació tècnica).

Mt:	12 Ut
Pm:	250 Wp
Pp:	3.000,00 Wp

Donades les característiques de la instal·lació i després de consultar amb l'empresa *SoliClima*, s'ha escollit el model de mòdul fotovoltaic *AXIPOWER AC-250P/156-60S* de *AXITEC*.

G. EL SISTEMA D'ACUMULACIÓ (BATERIES)

a) Càlcul de la capacitat útil de l'acumulador (Cu):

$$Cu = \frac{E \cdot N}{Vns}$$

E: Energia diària que ha de rebre l'acumulador (Wh)

N: Dies d'autonomia de l'acumulador.

Vns: Voltatge nominal de la instal·lació (V).

E:	10.388,59 Wh
N:	4 dies
Vns:	48 V
Cu:	865,72 Ah

b) Càlcul de la capacitat total de l'acumulador (C):

$$C = \frac{Cu}{PD \cdot KT}$$

Cu: Capacitat útil de l'acumulador (Ah).

PD: Profunditat de descàrrega de la bateria. (segons documentació tècnica)

KT: Factor de correcció de temperatura $\{1-(\Delta T/160)\}$.

ΔT : Diferència de temperatura entre la temperatura nominal (20°) i la temperatura mínima de treball (10°).

Cu:	865,72 Ah
PD:	0,80
KT:	0,9375
ΔT:	10 °C
C:	1.154,29 Ah <small>C96</small>

c) Càlcul del número d'acumuladors en sèrie (As):

$$As = \frac{Vns}{Vna}$$

Vns: Voltatge nominal de la instal·lació (V).

Vna: Voltatge unitari de la bateria (V) (segons documentació tècnica).

Vns:	48 V
Vna:	2 V
As:	24 Ut

d) Càlcul del número d'acumuladors en paral·lel (Ap):

$$Ap = \frac{C}{Cna}$$

C: Capacitat total de l'acumulador (Ah).

Cna: Capacitat nominal de la bateria a 25°C (Ah) (segons documentació tècnica).

C:	1.154,29 Ah
Cna:	1.820,00 Ah
Ap:	0,634 Ut
	1 Ut

e) Càlcul del número total d'acumuladors (At):

$$At = As \cdot Ap$$

As: Número d'acumuladors en sèrie.

Ap: Número d'acumuladors en paral·lel.

As:	24 Ut
Ap:	1 Ut
At:	24 Ut

Donades les característiques del sistema d'acumulació obtingudes i després de consultar amb l'empresa *SoliClima*, escollim les bateries del tipus *OPZS – 12 OPzS 1200 de HOPPECKE*.

Vistos els nous càlculs realitzats, amb la reducció de la demanda de consum d'energia, reduïm la instal·lació solar fotovoltaica a 12 plaques fotovoltaïques i 24 bateries, fent que aquesta sigui molt més viable.

Una vegada coneixem la quantitat necessària d'acumuladors que necessita la nostra instal·lació i la seva capacitat, hem de preveure un espai suficient en una estança interior de la vivenda, per tal d'instal·lar-hi el sistema fotovoltaic. En el nostre cas, col·locarem el sistema interior fotovoltaic en la sala de màquines de la vivenda.

H. CÀLCUL DEL REGULADOR

Els reguladors de càrrega es caracteritzen per la intensitat màxima que poden suportar, així com pel voltatge nominal de treball.

El model de regulador necessari en cada instal·lació està determinat per la potència màxima del camp de mòduls (intensitat màxima pic del camp fotovoltaic), tenint en compte que aquesta intensitat serà igual a la suma d'intensitats de tots els mòduls connectats en paral·lel i la intensitat de consum de les càrregues connectades a la sortida del regulador.

Un cop tinguem aquests paràmetres, escollirem el model de regulador que més s'adapti als nostres requisits.

- Càlcul de la intensitat d'entrada al regulador (I_r):

$$I_r = M_p \cdot I_{cc}$$

M_p : *Número de branques en paral·lel del generador fotovoltaic.*

I_{cc} : *Intensitat de curtcircuit del mòdul fotovoltaic escollit (A) (segons documentació tècnica).*

M_p :	3,00 Ut
I_{cc} :	8,71 A
I_r :	26,13 A

Per tant, sabent que:

$$I_{max \text{ del regulador}} > 1,25 \cdot \text{Intensitat d'entrada al regulador}$$

I_r :	26,13 A
	1,25
$I_{max} >$	32,66 A

I_{max} del regulador > 32,66A

Vistos els resultats i donades les característiques dels reguladors que es troben en el mercat, escollim el regulador *FLEX MAX 60 – FM60-150VDC* de la casa comercial *OUTBACK*, el qual presenta una intensitat màxima de 60A.

I. CÀLCUL DE L'INVERSOR

La potència nominal de l'inversor (P_{ni}), serà la resultant del producte entre les necessitats energètiques de la vivenda, per un coeficient de simultaneïtat entre 0,5 i 0,75, en funció de la tipologia i quantitat de consums, ja que, a la pràctica, no funcionen mai alhora tots els equips de consum energètic.

$$\text{Necessitats energètiques vivenda (E)} \cdot 0,75 > P_{ni} > \text{Necessitats energètiques vivenda (E)} \cdot 0,5$$

El resultat d'aquesta operació determinarà la potència nominal de l'inversor, amb l'excepció que la potència nominal d'algun dels aparells de consum sigui superior a aquest valor i, llavors, aquest aparell ens determinaria la potència mínima del convertidor. En el nostre cas, no disposem de cap aparell amb un consum major als següents consums:

$$5.697,50W > P_{ni} > 3.798,33W$$

A més de la potència nominal, a l'hora d'escollir l'inversor també s'han de considerar els paràmetres següents:

- Tensió nominal d'entrada: 48V (en el nostre cas).
- Tensió nominal de sortida: monofàsic. 230V/60Hz. Ona sinusoidal.
- Rendiment: 0,8 – 0,9.

Vistos els resultats i seguint les recomanacions de l'empresa *SoliClima*, es col·locarà un inversor de 5.000W, del model *XTENDER XTH 6000-48* de la casa comercial *STUDER*.

J. CÀLCUL DE LES SECCIONS DELS CONDUCTORS

En la instal·lació fotovoltaica, podem diferenciar quatre trams de circuit (Veure apartat 2.8.3.12. *Descripció de la solució adoptada al present projecte*):

- f) Tram 1, que enllaça el generador amb el regulador,
- g) Tram 2, que enllaça el regulador amb l'acumulador,

- h) Tram 3, que connecta l'acumulador amb l'inversor
- i) Tram 4, que enllaça l'inversor amb el quadre de control de CA.

Les fórmules que s'utilitzaran per al càlcul de les seccions dels conductors de la instal·lació fotovoltaica són les següents:

$$S1 = S2 = 2 \cdot I_{pg} \cdot \left(\frac{L}{\delta}\right) \cdot \Delta V$$

$$S3 = 2 \cdot I_{ci} \cdot \left(\frac{L}{\delta}\right) \cdot \Delta V$$

$$S4 = 2 \cdot I_{CA} \cdot \left(\frac{L}{\delta}\right) \cdot \Delta V$$

On:

I_{pg}: Intensitat màxima del camp fotovoltaic (A). ($I_{pg}=M_p \cdot I_{cc}$)

I_{ci}: Intensitat màxima de consum de l'inversor (PINV/V_{ns}).

I_{CA}: Intensitat de consum dels equips de CA (PINV/V_{ca}).

L: Longitud del conductor (m).

δ: Conductivitat del coure (56).

ΔV: Caiguda de tensió màxima admissible en el tram (V).

Tram 1: 3% de 48V

Tram 2: 1% de 48V

Tram 3: 3% de 48V

Tram 4: 3% de 230V

$$I_{pg} = M_p \cdot I_{cc} = 3U_t \cdot 8,18A = 24,54A$$

$$I_{ci} = PINV / V_{ns} = 4.500W / 48V = 93,75A$$

$$I_{ca} = PINV / V_{ca} = 3.000W / 230V = 8,04A$$

	I _{pg} (A)	I _{ci} (A)	I _{ca} (A)	L (m)	δ	ΔV (V)	Secció teòrica (mm ²)	Secció real (mm ²)
TRAM 1: Generador - Regulador	24,54	-	-	30,00	56	1,44	37,86	50,00
TRAM 2: Regulador - Acumulador	24,54	-	-	4,00	56	0,48	1,68	6,00
TRAM 3: Acumulador - Inversor	-	25,94	-	2,00	56	1,44	2,67	6,00
TRAM 4: Inversor - Cuadre CA	-	-	5,41	3,00	56	6,90	4,00	6,00

K. DETERMINACIÓ DE LES PROTECCIONS A COL-LOCAR

Per tal de protegir els diferents elements del sistema solar fotovoltaic contra possibles curtcircuits, pujades de tensió, sobrecàrregues, etc., es fa necessari la col·locació de diferents elements de protecció en el circuit fotovoltaic.

A continuació es descriuen les mesures i elements de protecció que es col·locaran en la present instal·lació solar fotovoltaica:

Es realitzaran dues connexions a terra:

- **Terra de protecció:** La seva funció es evitar que es generin tensions perilloses a les parts de la instal·lació que entrin en tensió de manera accidental, per algun defecte elèctric o d'origen atmosfèric.
En el terra de protecció aniran connectades les parts metàl·liques dels panells fotovoltaics i les seves estructures de suport, i el terra del xassís de l'inversor i del regulador, mitjançant una pica lo més propera possible de l'element a protegir.
- **Terra de servei:** Aquest permet que funcioni l'interruptor diferencial davant de qualsevol defecte de la línia de CA entre l'inversor i el Cuadre General de Protecció de la vivenda.
- També es col·locarà un cable de posta a terra que recorrerà tots els circuits de consum de corrent altern de la xarxa interior de l'habitatge.

Entre cadascun dels trams definits en l'apartat anterior es col·locaran els següents elements de protecció:

- **TRAM 1 (Generador – Regulador):** Fusible de 120A (un per a cada conductor).
Aquest protegirà la línia elèctrica contra curtcircuits d'origen extern.
- **TRAM 2 (Regulador – Acumulador):** Fusible de 120A (un per a cada conductor).
Aquest protegirà la línia elèctrica contra curtcircuits d'origen extern.
- **TRAM 3 (Acumulador – Inversor):** PIA de 60A per corrent continu (un per a cada conductor).
Aquest PIA permet seccionar, amb càrrega, la zona del circuit en què està situat. Això permetrà realitzar de forma segura les operacions de manteniment dels elements principals de la instal·lació.
- **TRAM 4 (Inversor – Cuadre CA):** PIA de 40A.
La seva principal funció és el seccionament amb càrrega de la sortida de CA de l'inversor, que permet realitzar de forma segura les operacions de manteniment d'aquests equips.

Amb al finalitat de garantir l'eficàcia del sistema de protecció contra sobretensions d'origen atmosfèric (principalment contra descàrregues de llamps), s'instal·larà un varistor a la sortida del generador fotovoltaic i un altra, en sèrie, a l'entrada de cada equip a protegir: un en el regulador i un altra en l'inversor. Aquests varistors aniran connectats al terra de protecció.

L. CÀLCUL DE LA SEPARACIÓ ENTRE FILERES DE PANELLS

La separació entre fileres de panells ha d'evitar la superposició d'ombres entre les fileres de panells consecutives, especialment en l'època en la qual la trajectòria del sol es troba més baixa. Aquesta distància vé determinada per l'expressió següent:

$$d = \left(\frac{h}{\tan H} \right) \cdot \cos A$$

On:

d: És la distància entre la part davantera d'una fila i la part davantera de la següent.

h: És l'alçada de la línia de panells (en vertical, des del punt superior al terra).

tanH: És la tangent de l'alçada solar (angle) en el mes més desfavorable (el desembre) a la nostra latitud.

cosA: És el cosinus de l'azimut solar en el mes més desfavorable (el desembre) a les 10h solars.

Degut a que a vegades pot resultar complicat conèixer les dades anteriors, el càlcul definit pot quedar simplificat amb l'aplicació del "factor K", desenvolupant la fórmula següent:

$$d = K \cdot L$$

On:

d: És la distància entre la part davantera d'una fila i la part davantera de la següent.

L: És la longitud del panell.

K: És un factor adimensional que té relació directa amb la inclinació dels panells.

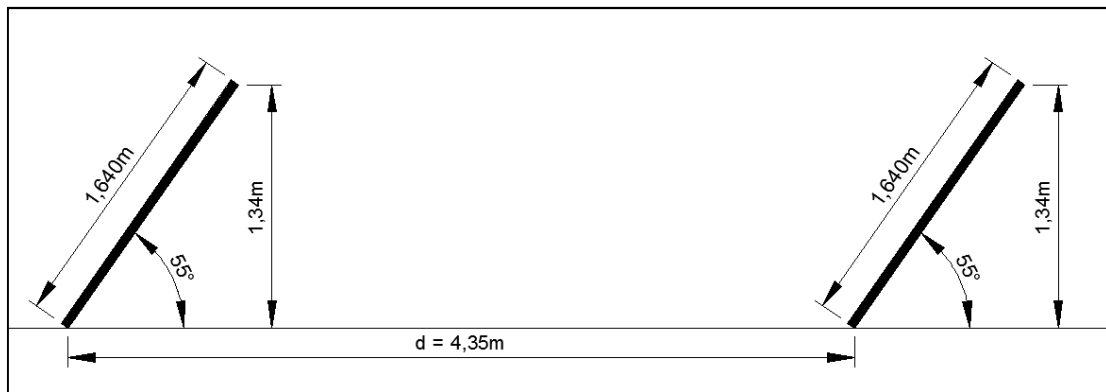
Ve determinat en la taula següent:

Inclinació	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°
Coefficient K	1,81	1,98	2,14	2,27	2,40	2,50	2,59	2,65

Coefficient K per a distancia entre panells. Font: Càtleg "Energia solar fotovoltaica" editat per l'Institut Català d'Energia.

Per tant, com que en el nostre cas tenim col·locades les plaques amb una inclinació de 55°:

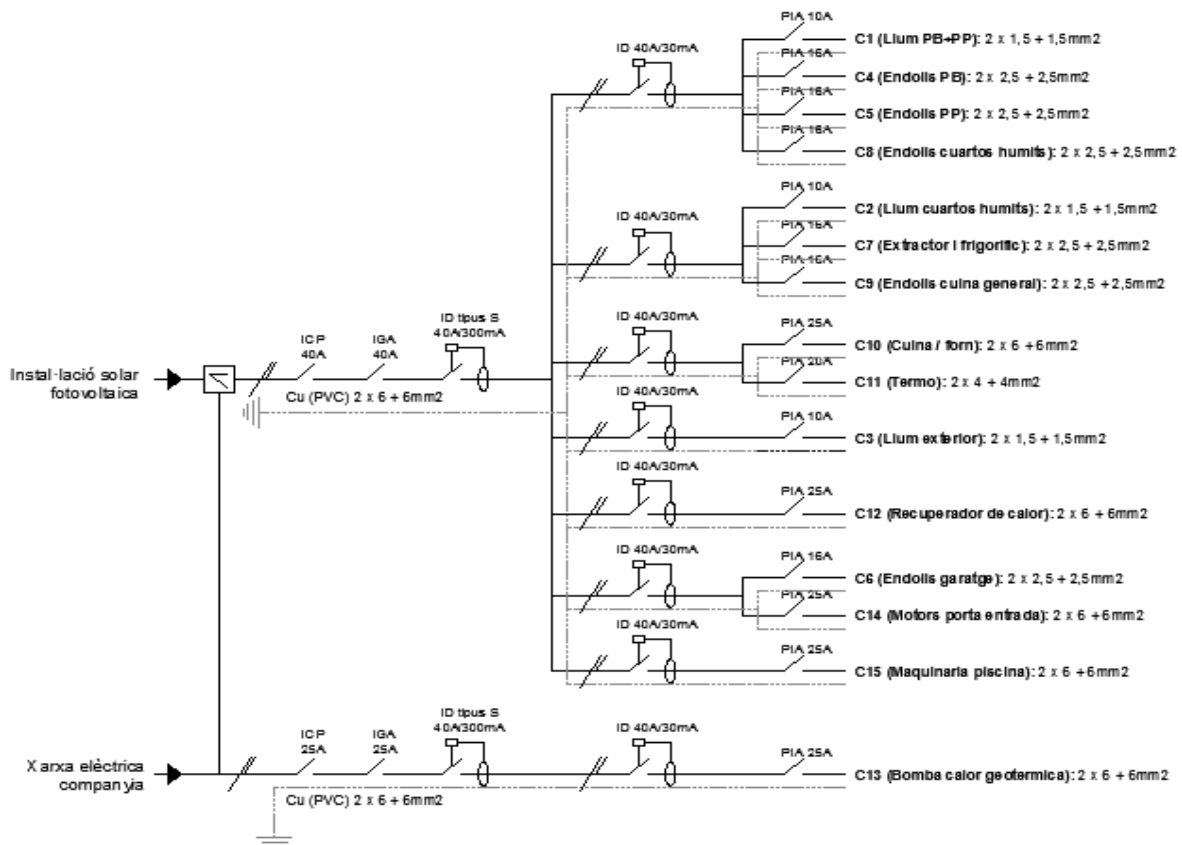
$$d = 2,65 \cdot 1,64 = 4,35m$$



Detall de col·locació de les plaques fotovoltaïques. Font: Pròpia.

2.8.3.12. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA AL PRESENT PROJECTE

La instal·lació solar fotovoltaica de la present vivenda serà una instal·lació mixta en la qual, les necessitats d'energia de tots els aparells elèctrics de la vivenda, a excepció de la bomba de calor geotèrmica, la proporcionarà la instal·lació fotovoltaica i l'energia necessària per al funcionament de la bomba de calor geotèrmica provindrà de la xarxa elèctrica de la companyia subministradora.



Esquema unifilar de la instal·lació elèctrica de la vivenda. Font pròpia.

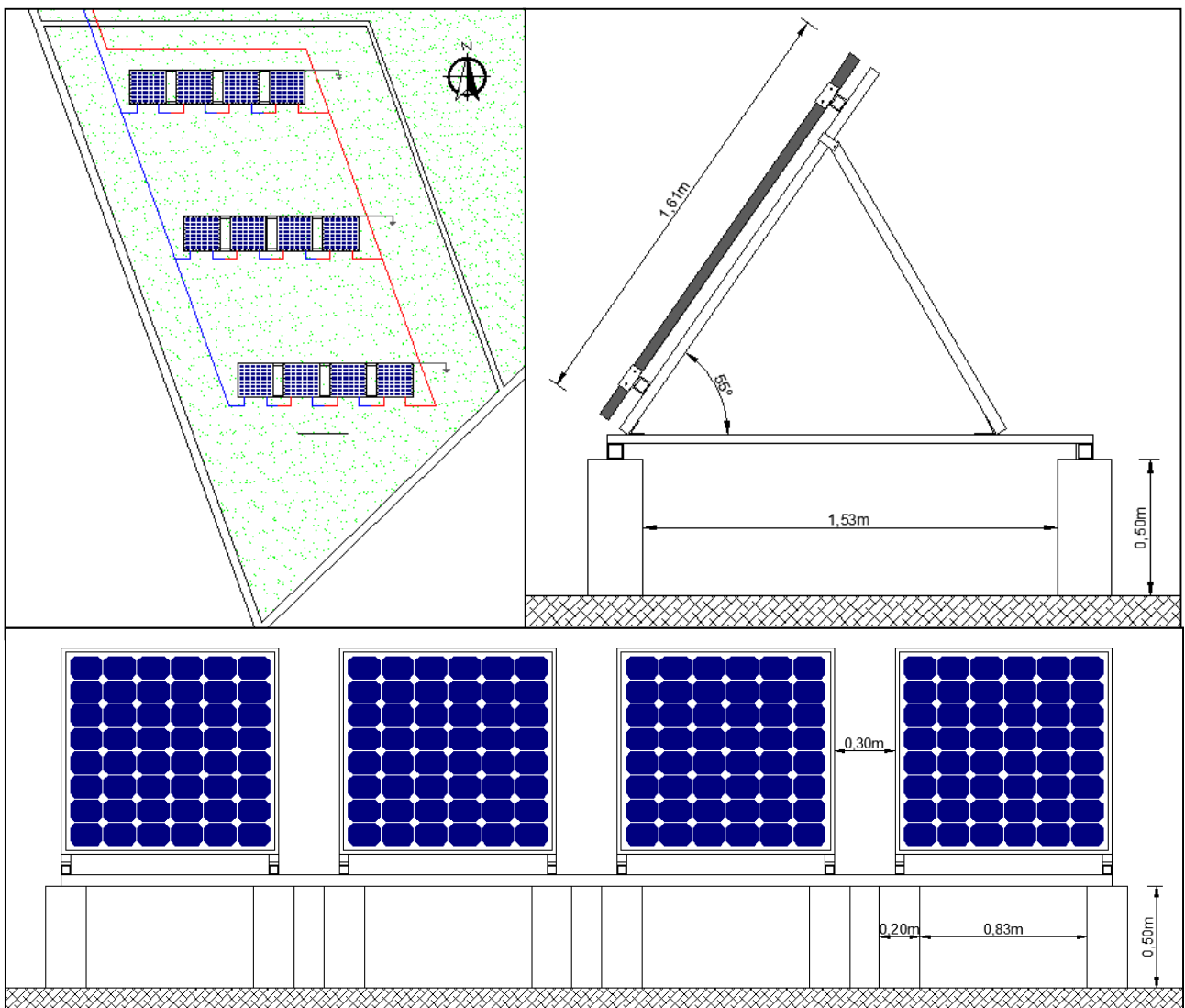
S'ha decidit realitzar una instal·lació mixta ja que, segons els càlculs realitzats (veure apartat 2.8.3.11. *Càlculs de la instal·lació*), per tal de realitzar una instal·lació solar fotovoltaica totalment autosuficient, el nombre de components d'aquesta és molt elevat (de 36 mòduls fotovoltaics i 48 bateries) perquè la demanda energètica és alta, fent que resulti una instal·lació inviable degut al seu elevat cost, i per tant, no permet ser amortitzada durant el seu temps de vida útil i fent que sigui més rentable pagar l'energia de la xarxa de la companyia. D'altra banda, en la vivenda tractada, no es disposa d'espai suficient per tal de col·locar les bateries en un recinte tancat i les plaques fotovoltaiques ocuparien la major part del jardí.

La xarxa fotovoltaica serà una instal·lació autònoma, la qual produirà l'energia suficient per tal d'abastir a totes les necessitats, durant un termini per falta d'assolellament de 4 dies, és a dir, l'energia que es produeixi en les plaques fotovoltaiques instal·lades s'emmagatzemarà en bateries fins al seu consum, de manera que es garanteixi la producció de tota l'energia necessària per garantir el funcionament de tots els aparells previstos (tots els aparells de la vivenda a excepció de la bomba de calor geotèrmica) durant 4 dies. Per seguretat, aprofitant que es realitza una connexió amb la xarxa elèctrica, si es donés el cas de que l'energia produïda no fos suficient per a cobrir la demanda, la instal·lació també estarà connectada a la xarxa pública, de manera que sigui la companyia elèctrica la que proporcioni l'electricitat en cas de falta de subministra. Per a poder agafar l'energia de xarxa en el cas de falta de subministra per part del sistema fotovoltaic, es col·locarà un commutador automàtic al costat del quadre elèctric, que serà l'encarregat de fer la commutació de la instal·lació.

La present instal·lació solar fotovoltaica estarà formada per un total de 12 mòduls fotovoltaics (veure apartat 2.8.3.11. *Càlculs de la instal·lació*) de model *AXIPOWER AC-250P/156-60S* de *AXITEC* o similar, formant una xarxa de 4 plaques connectades en sèrie i 3 connectades en paral·lel. Aquests mòduls estan formats per 60 cèl·lules de silici, els quals tenen una potència nominal de 250Wp i una corrent de curtcircuit de 8,71A.

Per tal d'afectar quant menys millor a la condició estètica de la vivenda, habitualment els mòduls fotovoltaics es col·loquen a la coberta, on resulten poc visibles i inaccessibles de forma habitual, però en aquest cas, degut a que hi ha instal·lats conductes d'il·luminació solars, per tal de permetre l'entrada de llum natural al seu interior i no formar ombres amb les plaques que impedeixin la seva entrada, els mòduls estaran col·locats sobre el terreny, en la zona sud de la part posterior del jardí de la vivenda (veure Plànol 20: Instal·lació fotovoltaica). Els mòduls, tal com ja s'ha especificat anteriorment, aniran col·locats sobre suports fixes i estaran disposats en orientació sud, amb una inclinació de 55° respecte l'horitzontal. Es col·loquen en aquest angle per tal d'augmentar la radiació solar rebuda en època d'hivern (la més desfavorable) i,

conseqüentment la producció d'energia en aquesta època. La zona de solar escollida per a la col·locació dels mòduls està lliure d'ombres projectades, per tal de permetre la màxima producció d'electricitat. Per evitar que les plaques es facin ombra les unes amb les altres, la seva separació entre files serà de 4,35m, els quals venen donats pels càlculs de l'apartat anterior. Finalment, per tal d'evitar un deteriorament accelerat tant dels suports de les plaques com de les pròpies plaques a causa de la humitat que el terreny pugui tenir, tot el sistema de captació solar (plaques i estructura de suport) anirà col·locat sobre unes peanes de formigó de 50cm d'alçada.



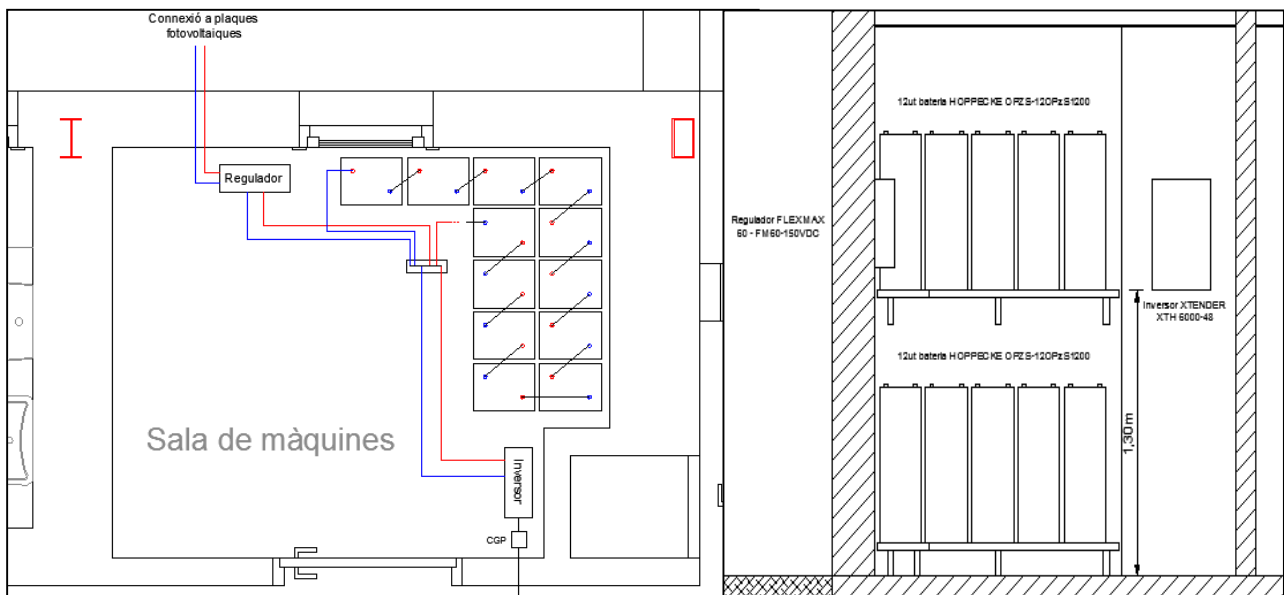
Detalls de col·locació dels mòduls fotovoltaics en el jardí: planta general, detall de perfil i detall alçat frontal. Font pròpia.

S'ha desestimat la opció de col·locar els mòduls fotovoltaics sobre suports mòbils de seguiment solar ja que aquests, tot i que proporcionen un major rendiment de les plaques i permeten la captació de més radiació solar, aquest augment de rendiment no és proporcional a l'augment de cost que suposa, pel que és preferible optar per suports fixes col·locats en una bona orientació. A més, aquests requereixen d'un mínim d'energia per funcionar.

Es disposarà d'una balla que impedeixi l'accés incontrolat al camp fotovoltaic. Aquesta serà metàl·lica i ha d'impedir la projecció d'ombres sobre el sistema de mòduls fotovoltaics.

Per tal de controlar el procés de càrrega i descàrrega de les bateries i protegir-les contra sobrecàrregues, es col·locarà un regulador del tipus *FLEX MAX 60 – FM60-150VDC* de la casa comercial *OUTBACK* o similar, el qual presenta una intensitat màxima de 60A.

El sistema d'acumulació està format per 24 bateries d'una capacitat nominal de 1.820Ah, del tipus *OPZS – 12 OPzS 1200 de HOPPECKE* o similar. Aquestes estaran col·locades en la sala de màquines en doble alçada, és a dir, 12 d'elles aniran a nivell de terra i les 12 restants estaran col·locades a 1,30m respecte nivell de paviment. Les 12 bateries que es col·loquen més properes al terra, aniran col·locades sobre un suport metàl·lic de 15cm d'alçada per evitar el contacte directe d'aquestes amb el terra.



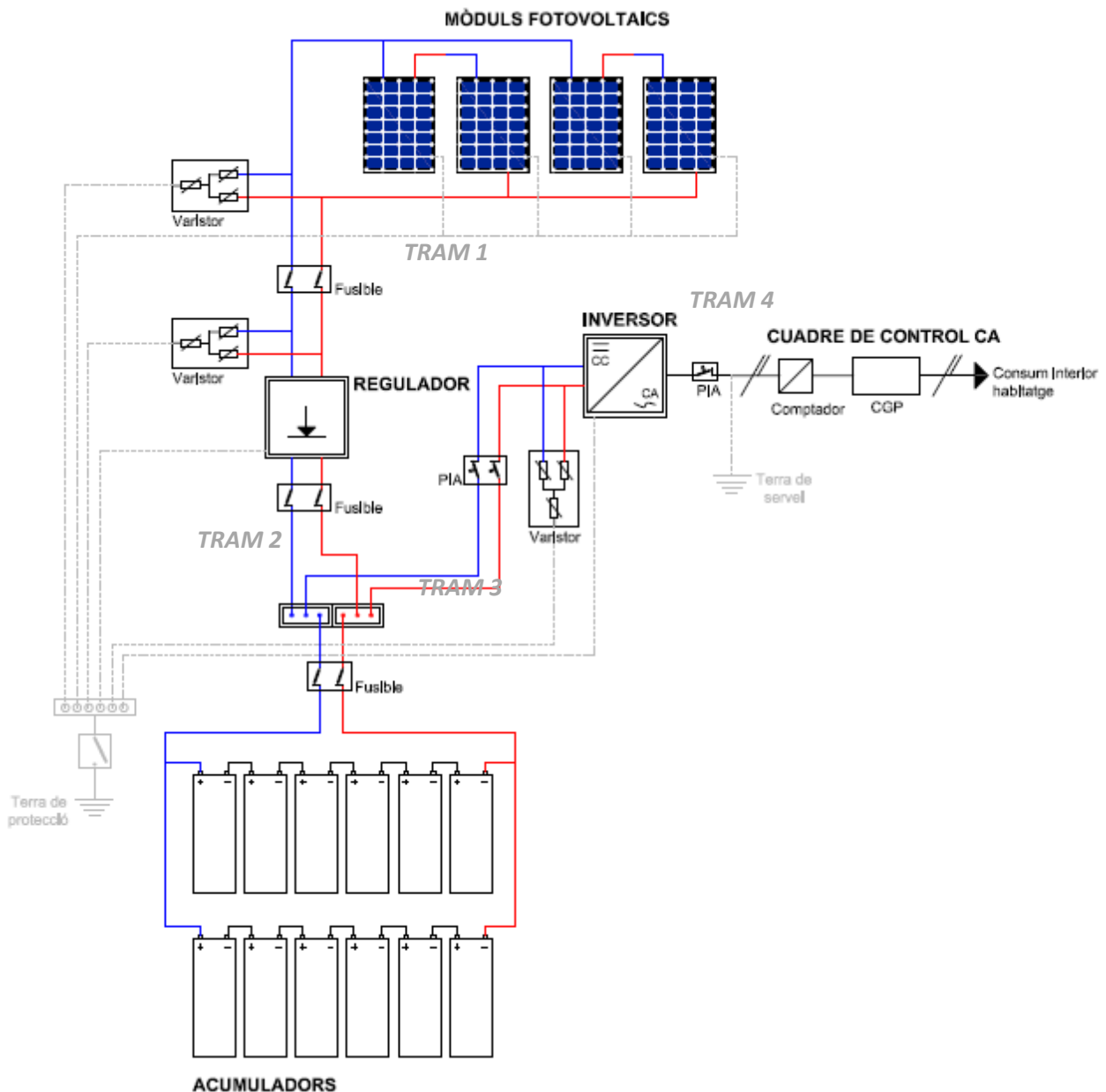
Detalls de col·locació de les bateries en la sala de màquines. Font pròpia.

Finalment, per tal de transformar el corrent continu que proporciona el sistema fotovoltaic en corrent altern, amb el qual funcionen tots els aparells elèctrics de la vivenda, s'instal·larà un inversor del tipus *XTENDER XTH 6000-48* de la casa comercial *STUDER* o similar, d'una potència de 5.000W, el qual es connectarà amb el quadre general de protecció de la vivenda que enllaçarà amb la instal·lació interior.

Tant el sistema d'acumulació com la resta d'aparells de la instal·lació (regulador, inversor, aparells de protecció i comptador de l'energia produïda pel sistema fotovoltaic) estaran ubicats en la sala de màquines de la vivenda.

Per evitar sobretensions d'origen accidental, produïdes per algun defecte elèctric o d'origen atmosfèric, es connectarà a terra (terra de protecció) els marcs dels panells fotovoltaics i les seves estructures de suport, així com les carcasses de l'inversor i del regulador. Es realitzarà una altra connexió a terra (terra de servei) entre l'inversor i el CGP de la vivenda per permetre el funcionament de l'interruptor diferencial davant de qualsevol defecte de la línia de corrent altern.

L'esquema unifilar del conjunt d'elements que formen el sistema fotovoltaic de la present vivenda és el següent:



Esquema unifilar de la instal·lació solar fotovoltaica. Font propia.

La instal·lació interior, a partir del quadre general de protecció, serà una xarxa monofàsica, el cable d'enllaç de la qual serà del tipus *Cu (PVC) 2x6+6mm²*, i el dimensionament de les diferents línies interiors és el següent. Per no fer més feixuc aquest apartat, els càlculs del dimensionament de la instal·lació interior estan detallats a l'ANNEX 5. Càlcul de la instal·lació elèctrica.

- **C1 (Llum PB+PP):** $2 \times 1,5 + 1,5\text{mm}^2$
- **C2 (Llum quartos humits):** $2 \times 1,5 + 1,5\text{mm}^2$
- **C3 (Llum exterior):** $2 \times 1,5 + 1,5\text{mm}^2$
- **C4 (Endolls PB):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C5 (Endolls PP):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C6 (Endolls garatge):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C7 (Extractor i frigorífic):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C8 (Endolls quartos humits):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C9 (Endolls cuina general):** $2 \times 2,5 + 2,5\text{mm}^2$
- **C10 (Cuina / forn):** $2 \times 6 + 6\text{mm}^2$
- **C11 (Termo):** $2 \times 4 + 4\text{mm}^2$
- **C12 (Recuperador de calor):** $2 \times 6 + 6\text{mm}^2$
- **C13 (bomba geotèrmica):** $2 \times 6 + 6\text{mm}^2$
- **C14 (Motors porta d'entrada):** $2 \times 6 + 6\text{mm}^2$
- **C15 (Maquinaria piscina):** $2 \times 6 + 6\text{mm}^2$

Finalment, cal dir que, continuant amb les característiques sostenibles que es pretenen aportar a la vivenda objecte d'estudi, tot el sistema d'il·luminació estarà format per bombetes de baix consum i tots els electrodomèstics seran de classe energètica "A" o superior.

2.8.3.13. RECOMANACIONS DE MUNTATGE, ÚS I MANTENIMENT

Seguidament, s'exposen diverses recomanacions que cal tenir presents en el muntatge del sistema fotovoltaic i durant el seu ús, així com les actuacions que cal portar a terme per efectuar un correcte manteniment del sistema.

Els usuaris de la instal·lació hauran de ser conscients de les limitacions que existeixen referents a la disponibilitat d'energia, així com dels seus principis de funcionament, amb la finalitat de prevenir problemes de subministra o danys als diferents elements de la instal·lació.

Sempre que sigui possible, s'ha de consumir l'energia en els moments en que hi ha una major radiació solar. Portant a terme aquesta acció s'aprofita millor l'energia produïda pels panells i

s'allarga la vida de les bateries. Hi ha certes aplicacions de l'energia que es poden posar en funcionament a qualsevol hora del dia. Algunes d'aquestes són el bombeig d'aigua o la rentadora.

Tot i que la instal·lació està dimensionada per a proporcionar energia en qualsevol època de l'any, s'ha de tenir cura amb el consum energètic en l'època de menor insolació.

Hi ha molts electrodomèstics que, en apagar-los, queden en situació de "stand by", que tot i estar apagats, continuen consumint un mínim d'energia (al voltant d'un 3% del seu consum en funcionament). És recomanable connectar aquests aparells a un interruptor que permeti la seva desconexió total quan aquests no s'utilitzen.

Finalment, en les instal·lacions fotovoltaïques és important consumir quanta menys electricitat millor, pel que és necessari tenir en compte mesures d'estalvi energètic. Algunes d'aquestes mesures són lògiques i habitualment són conegudes per tothom: utilitzar bombetes i electrodomèstics de baix consum, utilitzar els aparells només quan sigui necessari, no obrir la nevera o el congelador innecessàriament, utilitzar la rentadora amb càrregues plenes, no utilitzar el rentavaixelles (rentant els plats a mà s'estalvia molta més aigua), no encendre la calefacció a temperatures massa elevades ni l'aire condicionat a temperatures massa baixes, etc.

A l'hora d'instal·lar el sistema fotovoltaic cal tenir present els següents aspectes:

- El regulador s'ha de situar en un lloc de fàcil accés per a l'usuari per tal de comprovar els paràmetres de control. En el moment de la seva connexió es respectaran les polaritats elèctriques de tots els elements, connectats en l'ordre: bateries, mòduls i consum.
- Els mòduls fotovoltaïcs es muntaran sobre l'estructura, especialment dissenyada per a aquesta finalitat, amb cargols específics. Mai s'ha de perforar l'estructura de suport, s'han d'utilitzar les perforacions que venen de fàbrica.
- Utilitzar el mòdul únicament per a la seva funció, no desmuntar-lo o treure-li qualsevol part, etiqueta o peça instal·lada pel fabricant sense l'autorització d'aquest.
- La secció dels conductors ha d'assegurar que la caiguda de tensió del sistema no sobrepassi el 2% de la seva tensió nominal.
- Tots els equips de la instal·lació només poden ser manipulats per personal tècnic qualificat.
- Un mòdul fotovoltaic genera electricitat al rebre la llum del sol, per tant, cal cobrir la seva superfície amb un material opac durant la seva instal·lació, desmuntatge o manipulació.
- No tocar els borns mentre la placa estigui exposada a la llum. Cal dotar a la instal·lació d'elements de protecció per impedir qualsevol descàrrega a les persones.
- Cal connectar totes les parts metàl·liques de la instal·lació a terra per tal d'evitar sobretensions i protegir els elements.

Es poden considerar dos tipus d'actuacions per englobar totes les operacions de manteniment necessàries durant la vida útil de la instal·lació fotovoltaica, per tal d'assegurar el funcionament, augmentar la producció i prolongar la seva vida útil:

- El manteniment preventiu, que consisteix en realitzar una inspecció visual de tota la instal·lació, verificació del funcionament dels diferents elements, etc., que han de permetre mantenir entre els límits acceptables, les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la instal·lació. Anualment, es realitzaran les següents activitats:
 - Verificació del funcionament de tots els components i equips.
 - Revisió del cablejat, connexions, platines, etc.,
 - Comprovació de l'estat dels mòduls: situació respecte al projecte original, neteja i presència de danys que afectin a la seguretat i proteccions.
 - Comprovació de l'estructura de suport: revisió de danys, deteriorament a causa d'agents ambientals, oxidació etc.,
 - Comprovació de les bateries: nivell d'electròlit, neteja i greixatge, etc.,
 - Comprovació del regulador de càrrega: caigudes de tensió entre terminals, funcionament dels indicadors, etc.,
 - Comprovació dels inversors: estat dels indicadors i alarmes,
 - Caigudes de tensió en el cablejat a corrent continu,
 - Verificació dels elements de seguretat i proteccions: preses a terra, funcionament dels interruptors de seguretat, fusibles, etc.
- El manteniment correctiu, que engloba totes les operacions de substitució necessàries per assegurar que el sistema funciona correctament durant la seva vida útil (peces espatllades o envellides que s'han de canviar, etc.).

Totes les operacions descrites han de realitzar-se per personal tècnic qualificat. Accions com la neteja, cada cert temps, de les plaques fotovoltaïques per acumulació de pols, fang, excrements d'ocells, etc., es poden realitzar pel propi usuari.

2.8.3.14. EQUIPS I MATERIALS UTILITZATS EN LA INSTAL·LACIÓ

A continuació s'especifiquen els principals elements i equips utilitzats en la instal·lació solar fotovoltaica, fent referència a la marca comercial i models escollits, així com a les seves característiques més rellevants. (Veure documentació tècnica a *ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques*) Per a l'elecció dels diferents components de la instal·lació, s'han seguit les recomanacions proporcionades per l'empresa *SoliClima*.

- **Panells fotovoltaics:**

El model escollit per col·locar en la present instal·lació és el model *AXIPOWER AC-250P/156-60S* de *AXITEC*, les característiques principals del qual són les següents:



Panell fotovoltaic model *AXIPOWER AC-250P/156-60S* de *AXITEC*.

Datos eléctricos (en condiciones estándar de prueba (STC), irradiación de 1000 vatios/m² en el espectro AM 1.5 a una temperatura de célula de 25°C)

Tipo	Potencia nominal P _{mp}	Tensión nominal U _{mp}	Corriente nominal I _{mp}	Corriente de cortocircuito I _{sc}	Tensión de circuito abierto U _{oc}	Coefficiente de rendimiento del módulo
AC-240P/156-60S	240 Wp	30,25 V	7,98 A	8,50 A	37,20 V	14,75 %
AC-245P/156-60S	245 Wp	30,36 V	8,13 A	8,67 A	37,50 V	15,06 %
AC-250P/156-60S	250 Wp	30,70 V	8,18 A	8,71 A	37,80 V	15,37 %

- Dimensions (HxBxA): 1.640x992x40mm

- **Regulador de càrrega:** model *FLEX MAX 60 – FM60-150VDC* de la casa comercial *OUTBACK*.

- Intensitat màxima: 60A
- Rendiment: 96%



Regulador tipus *OUTBACK FLEX MAX 60 – FM60-150VDC*

- **Bateries:** model *OPZS – 12 OPzS 1200* de la casa comercial *HOPPECKE*.

- Capacitat nominal: 1.820Ah
- Profunditat màxima de descàrrega: 80%
- Rendiment: 90%
- Autodescàrrega diària: 0,5%
- Voltatge: 2V
- Dimensions (llarg x ample x alt): 215x277x710mm
- Pes: 88Kg
- Vida útil estimada: 20 anys



Acumuladors tipus *OPZS – 12 OPzS 1200* de *HOPPECKE*.

- **Inversor:** tipus *XTENDER XTH 6000-48* de la casa comercial *STUDER*.

- Potència: 5.000W



Inversor tipus *STUDER XTENDER XTH 6000-48*.

2.8.4. SISTEMES D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE I DE REUTILITZACIÓ DE LES AIGÜES

2.8.4.1. INTRODUCCIÓ

Principalment, degut al canvi climàtic i a la mala gestió de l'aigua, aquesta cada cop és més escassa, pel que és molt important realitzar un consum responsable d'aquesta i, si és possible, reutilitzar-la per a realitzar diferents activitats que no requereixen d'aigua potable.

El canvi climàtic és un altra fet que està alterant la climatologia de molts llocs, amb el resultat d'una disminució de les precipitacions i portant a la desertització de diverses zones del món i, conseqüentment, disminuint la quantitat d'aigua potable disponible.

Donades les característiques sostenibles i autosuficients que es pretenen aportar en la vivenda tractada en el present estudi, s'ha considerat convenient la incorporació de sistemes tant per a l'aprovisionament d'aigua potable per al consum, com per a la reutilització i aprofitament d'aigües pluvials.

L'objectiu de realitzar els sistemes d'aprofitament d'aigües, és allargar el seu cicle i, d'aquesta manera, per a cada activitat que requereixi consum d'aigua, s'ha de destinar la quantitat i la qualitat que correspongui amb l'ús que se li doni, amb l'objectiu de reduir al mínim possible el consum d'aigua potable.

Per tal de sensibilitzar-nos una mica i tenir present l'important que és realitzar un consum responsable de l'aigua, es bo saber que el nostre planeta disposa d'un volum aproximat d'aigua de 1.400.000Km³, dels quals, només un 2,50% és aigua dolça i gran part d'aquest percentatge es troba congelada als pols i en aigües subterrànies. S'estima que tant sols un 0,40% del total d'aigua dolça del planeta es troba en la superfície de la terra, en rius, llacs, etc., és a dir, que tant sols un 0,007% de la totalitat d'aigua del planeta es pot considerar aigua potable.

En el present estudi s'ha considerat oportú realitzar els següents sistemes per a l'obtenció i la reutilització de les aigües:

- L'abastament d'aigua potable s'efectuarà a través d'un pou realitzat en el jardí de la vivenda. Aquesta instal·lació subministrarà a tots els punts en què sigui necessari aigua potable (per al consum, a les dutxes, banyera, cuina, lavabos, bidets i piscina).
- Es recolliran les aigües pluvials en un dipòsit per al seu posterior aprofitament. Aquesta instal·lació subministrarà a tots els punts als quals no sigui necessària

l'aigua potable (al reg del jardí i la coberta, als vàters, a la rentadora i per a la neteja en general).

2.8.4.2. DESCRIPCIÓ DE LES NECESSITATS DE LA VIVENDA

Donades les característiques de la vivenda, cal donar subministra d'aigua als següents aparells:

- **Cuina:**
 - Pica (0,20l/s).
 - Rentadora (0,20l/s).
- **Bany 1:**
 - Vàter (0,10l/s).
 - Bidet (0,10l/s).
 - Lavabo (0,10l/s).
 - Dutxa (0,20l/s).
- **Aparcament:**
 - Mànega (0,20l/s).
- **Bany 2:**
 - Vàter (0,10l/s).
 - Lavabo (0,10l/s).
 - Dutxa (0,20l/s).
- **Bany dormitori principal:**
 - Vàter (0,10l/s).
 - Bidet (0,10l/s).
 - Lavabo (0,10l/s).
 - Banyera (0,30l/s).
- **Jardí:**
 - Reg per degoteig (0,20l/s).
 - Mànega (0,20l/s).
- **Coberta:**
 - Reg de la coberta enjardinada per degoteig (0,20l/s).
- **Piscina:**
 - Emplenament de la piscina (1,20l/s).

Amb la finalitat d'estalviar quanta més aigua possible, s'adoptaran els següents aspectes:

- S'instal·larà un sistema de reg per degoteig a tot el jardí i a la coberta enjardinada.
- Totes les aixetes de la vivenda disposaran d'un airejador, per tal d'incorporar aire al raig d'aigua que surt, amb la finalitat d'estalviar aigua.
- Les cisternes dels vàters disposaran de sistema de descàrrega amb interrupció.

Els punts de consum que requereixen d'aigua potable són la pica de la cuina, els bidets, lavabos, dutxes, la banyera i la piscina. L'aigua de la resta de punts de consum es pot substituir per aigua reutilitzada, provinent de la pluja o reutilitzada dels diferents aparells que ho permetin.

2.8.4.3. INSTAL·LACIÓ D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE

Per tal d'evitar que la vivenda estigui connectada a xarxa d'abastament d'aigua pública, per obtenir aigua per al consum s'ha considerat convenient realitzar un pou d'abastament per a l'obtenció de l'aigua.

Analitzant les característiques del municipi on es troba l'habitatge i els voltants de la seva ubicació, s'ha considerat que és possible realitzar un pou ja que en el municipi (Caldes de Malavella) hi ha una quantitat d'aigua freàtica important, la qual es pot aprofitar i, observant els voltants del solar on es té previst construir l'habitatge, hi ha diverses masies les quals s'autoabasteixen d'aigua mitjançant pous, el que vol dir que les possibilitats de trobar aigua al excavar el pou són altes.

2.8.4.3.1. SISTEMES DE DEPURACIÓ DE L'AIGUA

Existeixen diferents sistemes per tal de netejar l'aigua i donar-li unes condicions òptimes per al seu consum. Alguns d'aquests sistemes s'expliquen a continuació:

- **OSMOSIS**

La depuració de l'aigua mitjançant el procés d'osmosis inversa, consisteix en fer passar l'aigua de forma forçada, mitjançant l'aplicació de pressió, a través d'uns filtres i d'una membrana semipermeable la qual no deixa passar les impureses de l'aigua. La permeabilitat de la membrana pot ser tan petita que pot treure de l'aigua pràcticament totes les partícules d'impureses que aquesta pugui tenir en suspensió o dissoltes (molècules de sal, nitrats, clor, pesticides, bacteris, etc.).



Equip d'osmosis inversa. Font: www.culligan.es

La osmosis inversa és un procés físic que no requereix de l'ús de productes químics, pel que l'aigua retornada al medi ambient (l'aigua que conté impureses), tant sols conté components que ja contenia des del principi, sent, per tant, un sistema respectuós amb el medi ambient.

En les vivendes, es sol col·locar un petit sistema de filtració en la part de sota de la pica de la cuina, tot i que es poden trobar sistemes que permeten altres solucions. Les possibilitats que es poden trobar en el mercat normalment són sistemes compactes, que ocupen poc espai i que estan dissenyats per a facilitar el canvi de filtres. L'equip sol estar format per varis filtres previs

(sediments, carbó, etc.) i una membrana osmòtica. Els filtres i la membrana s'han de substituir de forma periòdica (aproximadament un cop a l'any). Tots els sistemes són automàtics.

L'efectivitat d'un sistema de depuració mitjançant osmosis ronda al 95% de mitjana, tot i que aquest percentatge no és estàndard, si no que varia segons el tipus de contaminant que pugui contenir l'aigua.

Opcionalment, aquests equips poden disposar d'una bomba per augmentar la pressió de l'aigua d'entrada i, d'aquesta manera, millorar la qualitat de l'aigua de sortida, de sistemes automàtics de detecció de fugues i deterioraments en els filtres o en la membrana, d'una làmpada ultraviolada per evitar la proliferació de bacteris, etc.

- **DESTILACIÓ**

Una destil·ladora és un equip capaç de depurar l'aigua amb un percentatge de, pràcticament, el 99% de les impureses.

La majoria d'equips destil·ladors estan formats per dos dipòsits: un que conté l'aigua provinent de xarxa i l'altra que recull l'aigua ja purificada. L'aigua del dipòsit de xarxa, es fa bullir mitjançant una resistència, eliminant paràsits, bacteris i virus, i posteriorment s'evapora per tal de separar minerals, plom, nitrats, etc. A continuació el vapor es fa condensar fent-lo passar per un serpentí refrigerat i, previ a una filtració mitjançant un filtre de carbó, s'emmagatzema en el segon dipòsit, quedant una aigua lliure d'impureses en un 99%, apta per al consum. En el recipient inicial queden les partícules contaminants que s'han d'eliminar periòdicament.



Destil·ladora automàtica. Font: www.aguapur.com

En el mercat es poden trobar destil·ladores semiautomàtiques, les quals precisen que s'hagi d'emplenar manualment un dipòsit cada cop que es desitgi depurar aigua, i destil·ladores automàtiques, les quals estan connectades a la xarxa de la vivenda i s'autoabasteixen de l'aigua necessària.

- **CARBÓ ACTIU**

Els sistemes de depuració de l'aigua mitjançant carbó actiu consisteixen en un filtre, que es connecta directament a la xarxa d'aigua corrent. Al obrir l'aixeta, l'aigua passa per el filtre de

carbó, el qual elimina les substàncies dissoltes en l'aigua. Aquest filtre està format per tres fases: carbó actiu, perles de ceràmica i ultrafiltració. El seu funcionament no requereix d'energia elèctrica, amb la pressió que porta l'aigua de xarxa és suficient.

Aquest sistema absorbeix, entre altres, les partícules de clor, pesticides, herbicides, trihalometans i algun metall, com el plom.



Equip de filtració per carbó actiu. Font: www.aguapur.com

2.8.4.3.2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA AL PROJECTE

La instal·lació d'abastament d'aigua potable de la vivenda tractada en el present estudi, com ja s'ha mencionat anteriorment, estarà formada per un pou que subministrarà aigua a tots els punts de consum que requereixin d'aigua potable. Donat que es preveu que el pou serà suficient per abastir de l'aigua necessària per a cobrir les necessitats, la vivenda no estarà connectada a la xarxa d'aigua pública.

S'ha considerat la opció de realitzar un pou per a l'abastament de l'aigua potable, ja que al trobar-se, la vivenda, en un municipi on la quantitat d'aigua freàtica és important, es considera convenient el seu aprofitament.

El pou subministrarà aigua a la cuina, als lavabos, a les dutxes, a la banyera i als bidets, i proporcionarà subministra a la xarxa d'aigües pluvials quan la reserva d'aigua pluvial sigui insuficient per a cobrir totes les seves necessitats previstes.

La instal·lació estarà formada per un pou de 30m de profunditat i 1,30m de diàmetre. L'abastament de l'aigua es realitzarà mitjançant un sistema de bombeig format per dues bombes, de funcionament alternat, del model tipus AQUARIA07 7M N de ESPA o similar, les quals subministraran aigua a tots els punts de consum a través de la xarxa de distribució interior. El motiu de col·locar dues bombes de funcionament alternat per a l'extracció de l'aigua del pou, és perquè si es donés al cas que s'espatlli una d'elles, se'n continuaria disposant d'una i d'aquesta manera es continuaria tenint aigua durant el temps que es triguï en reparar la bomba o en substituir-la. Aquestes bombes es posen en servei de manera alternada per tal de que funcionin regularment i no



Bomba ESPA AQUARIA07 7MN. Font: www.espa.com

s'espallin a causa del seu desús.

La pressió mínima inicial de la instal·lació serà de 30mca. Mitjançant els càlculs de pèrdues de pressió de la instal·lació (veure apartat 2.8.4.3.5. *Càlculs de la instal·lació*), comprovem que amb una pressió inicial de 30mca estem per sobre de la pressió mínima de 10mca en aixetes i de 15mca en fluxors i en escalfadors.

El sistema de canonades de distribució de l'aigua als punts de consum, estarà format per conductes de polietilè de diàmetre variable.

Tot i que l'aigua del pou sol ser apta per al consum sense necessitat de potabilitzar-la, s'instal·larà un sistema de depuració de l'aigua per osmosis inversa en la cuina del tipus ECODEPUR 18 PUMP de AGUAPUR o similar, per tal de que l'aigua utilitzada per al consum, tingui una menor quantitat d'impureses. Aquest sistema només s'instal·larà en la cuina perquè és el lloc on l'aigua precisa d'una major qualitat, ja que és on s'agafa l'aigua per al consum. En la resta d'aparells, tot i que precisen d'aigua potable, aquesta pot presentar una qualitat inferior respecte a la de consum.

2.8.4.3.3. CONSTRUCCIÓ DEL POU

Els passos a seguir per a la realització d'un pou són els següents:

- 1) Primer de tot cal trobar la situació i la profunditat del riu subterrani. La majoria de vegades és un saurí, amb l'ajuda d'una vareta i d'un pèndol, qui determina aquests aspectes.
- 2) En la ubicació on s'ha determinat que passa el riu subterrani, es realitza l'excavació amb una pala mecànica. S'ha d'excavar fins a trobar l'aigua. En el nostre cas s'excavarà fins als 30m de profunditat. Aquest procés s'ha de realitzar d'una forma ràpida, per tal d'evitar possibles esllavissaments de terra, que tornin a taponar el pou.
- 3) Una vegada s'ha arribat a la profunditat desitjada, amb l'ajuda d'una pala mecànica, es col·loquen les parets del pou, assegurant el seu aplom. Aquestes parets són poroses permetent l'entrada de l'aigua i actuant com a filtre.
- 4) La resta de forat realitzat, al voltant de les parets del pou, s'emplenarà de còdols de riu, amb la finalitat d'estabilitzar les parets del pou i la terra del voltant i augmentar el



subministrament d'aigua. Durant la realització d'aquest procés, cal tapar el pou superficialment per tal d'evitar que entrin còdols a dins del pou.

- 5) A continuació s'estén una làmina geotèxtil sobre la grava al voltant del pou i sobre el tram sobresortint d'aquest i es torna a omplir de terra fins a la cota superior.
- 6) Seguidament, s'excava una rasa per on es fa passar un conducte que conté: un tub per a la conducció de l'aigua fins a l'interior de la vivenda (es fa servir PEHD d'ús alimentari) i els cables elèctrics d'alimentació de les bombes. La profunditat d'enterrament dels conductes ha d'evitar que l'aigua es pugui gelar. Habitualment s'enterren a 80cm de profunditat.
- 7) El pas següent és buidar el pou mitjançant una bomba d'extracció. D'aquesta manera traiem tota l'aigua bruta que ha quedat durant la seva realització. Un cop buit es pot determinar la velocitat de drenatge i reompliment del pou.
- 8) A continuació es col·loca la bomba submergible. Aquesta es sol col·locar a uns 30m de profunditat, en funció de la profunditat que tingui el pou. A l'escollir aquesta s'ha de tenir en compte la pressió manomètrica que ha d'oferir. Aquesta, al estar submergida en aigua, no genera problemes de soroll.
- 9) La instal·lació del pou consisteix en: la bomba submergible, un cable d'acer inoxidable de sujecció de la canonada d'aigua, un flotador, que s'ha de fixar mecànicament per sobre del punt d'aspiració de la bomba, la funció del qual és servir com a "interruptor" i apagar la bomba si detecta que el pou no té aigua i del cable d'alimentació de la bomba.
- 10) Totes les connexions elèctriques entre la bomba, el flotador i els cables que venen de la casa s'interconnexionen en una carcassa que posteriorment és segellada contra el pas de l'aigua. El segellat consisteix en omplir la caixa de connexions amb un producte que assegura l'estanquitat. Aquest producte no és conductor de l'electricitat i, si es desitja, pot ser retirat més tard per realitzar alguna intervenció.
- 11) Seguidament s'han de col·locar tots els aparells i conductes a



Procés de construcció d'un pou.
Font: Revista "La casa ecològica"
edició febrer – març 2014.

l'entrada del pou. També s'han de realitzar les connexions elèctriques en un lloc resguardat de les gelades, habitualment es realitza a dins de la vivenda.

- 12) Finalment es realitza la instal·lació de distribució de l'aigua a l'interior de la vivenda. En usos domèstics, es sol col·locar un filtre que purifiqui l'aigua.

2.8.4.3.4. PRESCRIPCIONS D'UTILITZACIÓ I MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

Per tal de garantir que les condicions de l'aigua del pou son aptes per al seu consum, és necessari realitzar, al menys un cop l'any, un anàlisi de l'aigua en un laboratori acreditat, per comprovar que aquesta no conté partícules perjudicials per a la salut de les persones i per tant verificar que és apta per al seu consum.

Els filtres de l'equip d'osmosi inversa s'han de canviar, també, com a mínim un cop a l'any, per tal garantir una màxima eficàcia del sistema de depuració.

2.8.4.3.5. CÀLCULS DE LA INSTAL·LACIÓ

A continuació es detalla el càlcul de les seccions dels conductes i de les pèrdues de càrrega de la instal·lació d'abastament d'aigua de pou:

CABALS INSTANTANIS MÍNIMS (segons HS-4)		
Estança	Aparell	Cabal (l/s)
Cuina	Pica	0,20
	Total	0,20
Bany 1	Bidet	0,10
	Lavabo	0,10
	Dutxa	0,20
	Total	0,40
Bany 2	Lavabo	0,10
	Dutxa	0,20
	Total	0,30
Bany ppal.	Bidet	0,10
	Lavabo	0,10
	Banyera	0,30
	Total	0,50
Piscina	Piscina	1,20
	Total	1,20
TOTAL		2,60

CÀLCUL DE LES SECCIONS I DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA DE LES CANONADES DEL SISTEMA D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE															
	Tram	Cabal (l/s)	K	Cabal simultani	V (m/s)	Ø teòric (mm)	Ø comercial	J (mmca/m)	L (m)	J·L	λ	J·l+λ	H (m)	P ₀ (mca)	P _f (mca)
Xarxa aigua de pou	A-B	2,60	0,35	0,92	1,00	34,21	PE 40x3,7	19,00	27,00	0,51	0,15	0,67	7,00	30,00	22,33
	B-C	2,40	0,38	0,91	1,00	33,98	PE 40x3,7	21,00	0,50	0,01	0,003	0,014	0,00	22,33	22,32
	C-D	0,40	0,71	0,28	1,00	18,98	PE 20x2,0	65,00	2,50	0,16	0,05	0,21	0,00	22,32	22,11
	B-E	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0	95,00	9,50	0,90	0,27	1,17	0,00	22,33	21,16
	C-F	0,80	0,50	0,40	1,00	22,57	PE 25x2,3	40,00	3,00	0,12	0,04	0,16	2,50	22,32	19,66
	F-G	0,50	0,71	0,35	1,00	21,22	PE 25x2,3	55,00	2,50	0,14	0,04	0,18	0,00	19,66	19,48
	F-H	0,30	1,00	0,30	1,00	19,54	PE 20x2,0	80,00	11,00	0,88	0,26	1,14	0,00	19,66	18,52
	Pica	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0								
Aparells	Bidet	0,10	1,00	0,10	1,00	11,28	PE 20x2,0								
	Lavabo	0,10	1,00	0,10	1,00	11,28	PE 20x2,0								
	Dutxa	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0								
	Banyera	0,30	1,00	0,30	1,00	19,54	PE 20x2,0								

2.8.4.3.6. EQUIPS I MATERIALS UTILITZATS EN LA INSTAL·LACIÓ

A continuació s'especifiquen els principals elements i equips utilitzats en la present instal·lació, fent referència a la marca comercial i models escollits, així com a les seves característiques més rellevants. (Veure documentació tècnica a ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques)

- **Bombes d'abastament de l'aigua:** Model *AQUARIA07 7M N* de *ESPA*.
 - Pressió de subministra: 290,7kpa (29,07mca)
 - Cabal de subministra: 3,2m³/h (0,90l/s).
 - Consum: 1,30kW.

Bomba tipus *AQUARIA07*.
Font: www.espa.com



- **Equip de depuració per osmosi:** Model *ECODEPUR 18 PUMP* de *AGUAPUR*.
 - **Producció màxima:** 150l/dia.
 - **Pressió d'entrada:** 2,5bars.
 - **Consum:** 24W.

Equip d'osmosi model *ECODEPUR 18*.
Font: *catàleg tècnic "AGUAPUR"*.



2.8.4.4. SISTEMA D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS

Les característiques de l'aigua de la pluja, fan que aquesta sigui perfectament utilitzable per a ús domèstic. L'aigua potable és un aigua de gran qualitat que, per a molts usos domèstics, es pot substituir per aigua pluvial.

Les instal·lacions de recollida d'aigües pluvials consisteixen, bàsicament, en la canalització de l'aigua que cau, generalment, sobre la teulada o patis de la vivenda fins a un dipòsit. Després, aquesta aigua és distribuïda fins als punts de consum a través d'un circuit independent de la xarxa d'aigua potable.

L'estudi de les precipitacions del nostre municipi ens permetrà dimensionar el dipòsit d'aigües pluvials que ens garanteixi una reserva d'aigua suficient per tal de realitzar les diferents activitats previstes per a les quals es dimensiona.

L'aigua de pluja, tot i que no és potable, és de gran qualitat, ja que conté una concentració molt baixa de contaminants. L'aigua de pluja pot substituir a l'aigua potable en diversos usos domèstics, com per exemple, per al reg, al WC, a la rentadora o per a la neteja. Per a altres usos, com per a la dutxa, lavabos, cuina o per al consum s'utilitza aigua potable, directament de xarxa, provinent de pou o instal·lant sistemes en la xarxa d'aprofitament d'aigües pluvials que potabilitzin l'aigua.

Per fer-nos una idea de l'aigua que es gasta en una vivenda, aproximadament en cada descàrrega del vàter s'utilitzen entre 6 i 8 litres d'aigua, el que, al final de l'any, suposa al voltant d'un 30% del consum d'aigua d'una vivenda. Tot i que cada vegada s'instal·len més cisternes amb possibilitat de reduir la descàrrega o de tallar el flux de descàrrega, el consum d'aigua d'aquests aparells continua sent important. Una rentadora de classificació energètica A⁺ consumeix uns 20 litres d'aigua en cada rentat. S'estima que, en una família de 4 membres, s'utilitzen uns 5.000 litres anuals en el reg del jardí i en la neteja general de la vivenda.

En resum, al aprofitar l'aigua de la pluja en un habitatge mitjà, es podrien arribar a substituir fins a un 50% de l'aigua potable anual per aigua de la pluja, tot i que aquest numero és funció de la pluviometria de la zona, del consum de la vivenda previst, etc., això suposa una important contribució a la sostenibilitat que presenti la nostra vivenda.

Una bona instal·lació de recollida d'aigües ha de ser senzilla i ha de requerir un manteniment mínim. S'han d'evitar factors que poden alterar a la qualitat de l'aigua recollida com són la brutícia, la llum i la calor excessiva.

La condició prèvia per tal de que la instal·lació funcioni bé, és una bona planificació i selecció dels diferents elements constructius. Un punt important que s'ha de tenir en compte és decidir el lloc de recollida d'aquesta aigua pluvial:

- Sostres verds o cobertes enjardinades no són convenients perquè aporten partícules orgàniques a l'aigua.
- Cobertes de tela asfàltica tenyeixen l'aigua de groc.
- Cobertes i sostres de fibrociment desprenen fibres contaminants d'amiant.
- Qualsevol altra tipus de coberta resulta apte per realitzar-hi la captació.

A l'hora de dissenyar la instal·lació d'aprofitament d'aigües pluvials, cal tenir present que l'aigua de la pluja sol ser captada durant un període de l'any determinat i que, conseqüentment, pot ser que aquesta no sigui suficient per abastir a les necessitats de la vivenda fins al següent període de pluges. Per aquest motiu es fa necessari la combinació d'aquest sistema amb una altra font de subministrament d'aigua com pot ser un pou o la xarxa pública.

2.8.4.4.1. ELEMENTS QUE COMPOSEN LA INSTAL·LACIÓ

Una instal·lació habitual de recollida d'aigües pluvials està formada per una superfície de captació i recollida de les aigües, que usualment sol ser la coberta, una xarxa de conductes, un filtre, el dipòsit, la bomba d'impulsió de l'aigua, diversos accessoris i d'una unitat de control de tot el sistema:

- **SUPERFÍCIE DE CAPTACIÓ I RECOLLIDA DE LES AIGÜES**

Habitualment, la recollida de les aigües pluvials es realitza a través de les cobertes i/o terrasses de la vivenda. No són recomanables les cobertes enjardinades o verdes ja que aquestes aporten biomassa a l'aigua, podent taponar el filtre o el decantador, cobertes de tela asfàltica ja que tenyeixen l'aigua de groc, ni cobertes o sostres de fibrociment ja que transmeten partícules cancerígenes a l'aigua. Quant major sigui la superfície de captació més quantitat d'aigua es recollirà.

- **CONDUCTES**

Es tracta de realitzar una xarxa que transporti l'aigua pluvial des de la superfície de captació i recollida d'aigües fins al dipòsit, i una altra que transporti l'aigua des de el dipòsit fins als punts de

consum. El material utilitzat en les canalitzacions no ha de ser fàcilment alterable ni ha d'alterar la qualitat de l'aigua transportada. Tot i que el material més aconsellable és el polietilè, la normativa és menys estricta que per a l'aigua potable, podent-se utilitzar altres materials, ja que l'aigua de pluja, al ser tova, no els agredeix.

Abans dels baixants de la xarxa de recollida, és aconsellable col·locar algun sistema que eviti l'entrada de fulles i altres elements que puguin contaminar l'aigua, taponar els conductes i/o acumular brutícia en el dipòsit.

Convé diferenciar la canonada de distribució d'aigües pluvials de la resta indicant que es tracta de la canonada d'"aigües pluvials".

- **FILTRE**

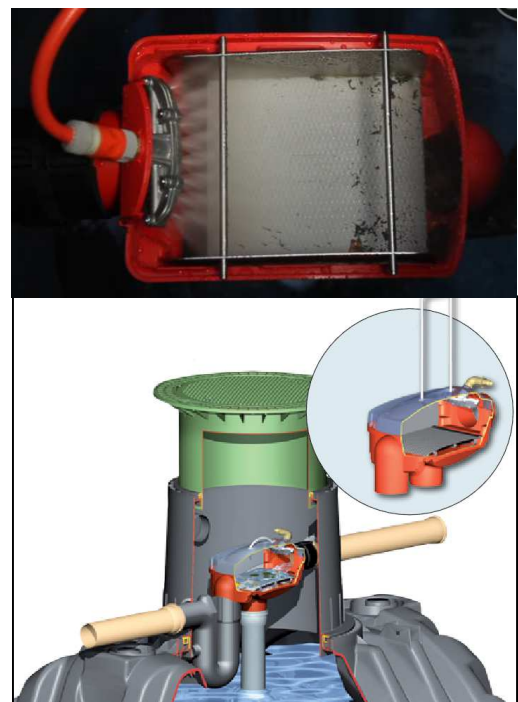
En aquest tipus d'instal·lacions, es poden trobar diferents tipus de filtres: filtres de col·locació en els baixants, filtres externs al dipòsit i filtres interns al dipòsit. La funció de tots ells és netejar l'aigua de partícules de brutícia per tal de consumir un aigua quant més neta millor.

És imprescindible la col·locació d'un filtre a l'entrada del dipòsit per tal d'evitar l'entrada de brutícia i altres elements no desitjats. Si l'aigua és recollida sense un filtre, la seva utilització és desaconsellable per a les instal·lacions de dintre de les cases, encara que es podria continuar utilitzant per a reg.

Abans del filtre, es pot instal·lar un sistema automàtic que permet rebutjar els litres inicials d'aigua, ja que aquests poden presentar més brutícia que la resta.

L'eficàcia dels filtres varia en funció del disseny i de la intensitat de la pluja. La majoria dels filtres disponibles en el mercat tenen una eficàcia entre un 80 i un 100%.

El grau de filtració habitual és entre 0,1 i 1mm. En funció de l'ús previst per a l'aigua i el filtre d'entrada escollit, pot ser necessària la instal·lació de filtres més fins en la línia de subministra. Els filtres s'han d'instal·lar de forma que es faciliti la seva neteja i manteniment.



Filtre per a la seva col·locació a l'interior del dipòsit. Font: Catàleg Tècnic "GRAF".

- **DIPÒSIT**

El dipòsit és el lloc on s'emmagatzema l'aigua de la pluja ja filtrada. Aquest ha de ser d'ús exclusiu per a aigües pluvials. En el mercat existeixen dipòsits de diferents materials i formes. Un dels materials més comuns en aquest tipus d'instal·lacions, són els dipòsits de polietilè. Un altre tipus de dipòsit molt utilitzat és el de formigó, prefabricat o realitzat in situ. Per raons ecològiques no es recomanen els dipòsits de PVC o els plàstics reforçats amb fibra de vidre.

El dipòsit, en cap cas, ha de deixar passar la llum, ja que aquesta podria produir el creixement d'algues, ni ha de permetre l'entrada de petits animals.

És important considerar la ubicació d'aquest, de manera que permeti realitzar el seu manteniment i control, que permeti buidar l'aigua a la xarxa pública quan aquest està ple i que estigui allunyat de fonts de calor (calefacció, caldera, etc.) ja que augmentaria considerablement el risc de proliferació de bacteris. La temperatura d'emmagatzematge de l'aigua ideal és de 12°C. Una manera d'aconseguir aproximar-se a aquesta temperatura és soterrant el dipòsit.

És fonamental que aquest disposi d'elements específics tals com un deflector de l'aigua d'entrada, un sifó antirosegadors, un sistema d'aspiració flotant, sensors de nivell per informar al sistema de gestió, etc. Ha de ser registrable per permetre la seva neteja i el seu manteniment periòdics i s'han de poder desmuntar tots els seus components per tal de permetre reparacions en cas d'averies.

La funció del sistema d'aspiració flotant és la captació de l'aigua a una determinada distància de la superfície i del fons del dipòsit, amb la finalitat d'aspirar l'aigua de millor qualitat sense remoure els possibles residus que es dipositen al fons ni aspirar els que es queden flotant en la superfície.

En el mercat es poden trobar dipòsits de capacitats molt variables: des de els 500 litres fins als 13.000 litres. En el cas que fos necessària una major capacitat, es poden connectar varis dipòsits entre si. En el cas dels dipòsits de formigó in situ, la seva capacitat pot ser tant gran com es desitgi o com les característiques de la zona ho permetin. Aquest es dimensiona en funció dels usos desitjats, de la superfície de captació prevista i de la pluviometria de la zona.



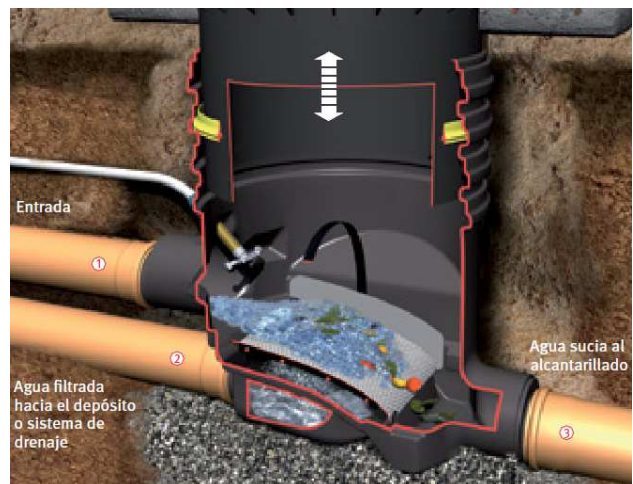
Dipòsit de plàstic per col·locar enterrat a l'esquerra, dipòsit prefabricat de formigó al centre i dipòsit flexible tipus bossa a la dreta. Font: www.grafiberica.com, imatges Google.

- **BOMBA**

És l'element més important de la instal·lació, ja que sense ella, la distribució de l'aigua des del dipòsit fins al punt de consum no seria possible. S'ha d'escollir aquella que sigui més adequada a la nostra instal·lació, fixant-se bàsicament en la potència i en la qualitat. Una bona elecció és una bomba no sobredimensionada i resistent a l'aigua. Les millors per a aquesta aplicació són les de plàstic (generalment de polietilè), ja que són econòmiques i molt més duradores en aquest tipus d'aigua que les d'acer inoxidable.

- **ACCESSORIS**

En una instal·lació de recollida d'aigües pluvials, a vegades, es fa necessari la col·locació de diversos accessoris per tal de que aquesta funcioni d'una manera més eficaç. En el mercat existeixen una gran varietat d'accessoris com poden ser: filtres de diferents tipus i capacitats, separadors de fulles, equips de bombeig, equips de succió, indicadors del nivell de l'aigua, fonts de jardí, etc.



Filtre pluvial autonetejable per a col·locació enterrat fora del dipòsit. Font: Catàleg tècnic "GRAF".

- **UNITAT DE CONTROL**

Aquest, és l'equip que s'encarrega del control automàtic de la instal·lació d'aigües pluvials. Tot i que aquest element pot encarir una mica la instal·lació, és recomanable disposar-ne d'un, ja que és indispensable per a un funcionament correcte del sistema.

Aquesta unitat és la central on hi arriben les canonades d'aigua pluvial i d'aigua potable. A través d'un sensor, quan es detecta que el volum d'aigua del dipòsit és insuficient, aquesta permet el pas d'aigua potable. També es l'encarregada de controlar la bomba d'impulsió per tal de proveir als punts de consum quan és necessari, controlar la capacitat del dipòsit, comptabilitzar el consum d'aigua, controlar la neteja dels filtres, etc.



Equip de control sistema d'aigües pluvials. Font: www.grafiberica.com.

2.8.4.4.2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA AL PROJECTE

En la instal·lació d'aprofitament d'aigües pluvials del present projecte, la superfície de captació i recollida d'aigües la formaran les terrasses de la planta pis i la coberta de l'aparcament, amb una superfície de 75m², i la coberta enjardinada de la vivenda, amb una superfície de 85m². Aquesta última, tot i que no és aconsellable degut a que aporta partícules de biomassa a l'aigua, s'utilitzarà com a superfície de recollida d'aigües, amb la incorporació de filtres que impedeixin el pas d'aquestes partícules, ja que la superfície de les terrasses és insuficient per a l'aprovisionament de suficient quantitat d'aigua per a cobrir totes les necessitats de la vivenda.

Tant la coberta com les terrasses presenten un pendent màxim del 3%. La superfície total de captació de la present instal·lació és de 160m². La coberta tindrà un total de 4 punts de desguàs, la terrassa sud en tindrà 3, la terrassa davantera 1 i la coberta de l'aparcament 2 (segons especificacions del CTE HS 5).

L'aigua serà recollida per un baixant des de cada punt de desguàs, que passaran ocults per dins de la façana. Tots els baixants desemboquen en un col·lector que passarà enterrat pel jardí, a uns 50cm aproximadament, fins arribar al dipòsit. Tota la xarxa de recollida d'aigües pluvials es realitzarà amb canonades de polietilè, ja que aquest no es degrada a causa de la baixa duresa de l'aigua de la pluja. Tota la xarxa de recollida horitzontal, tindrà una pendent del 2%. Les baixants de la coberta enjardinada tindran un diàmetre de 75mm i els de la terrassa sud i de la coberta de l'aparcament de 50mm. El col·lector serà d'un diàmetre de 90mm (segons càlculs realitzats conforme el CTE HS5, veure apartat *ANNEX 6. Dimensionament de la xarxa d'aprofitament d'aigües pluvials*).

El dipòsit, es col·locarà soterrat a la zona de jardí de la banda oest de la vivenda (veure Plànol 23: Sistema de captació i aprofitament d'aigües pluvials). Aquest serà de polietilè, del model comercial CARAT XL de la casa comercial GRAF o similar, i tindrà una capacitat de 10.000 litres d'aigua.

Degut a que agafem aigua de la coberta enjardinada, per tal de netejar-la bé i evitar que contingui partícules orgàniques, primerament, els punts de captació d'aigua de la coberta enjardinada seran embornals que evitin el pas de la grava i de la terra. A més, la instal·lació disposarà d'un filtre (del tipus REGENDIEB PRO de GRAF o similar) a cada baixant de recollida d'aigües, que eviti l'entrada principalment de fulles i altra brutícia de mida gran. També es disposarà d'un altra filtre intern al dipòsit (del tipus OPTIMAX-PRO INTERNO de GRAF o similar) per tal d'acabar de netejar l'aigua abans d'entrar al dipòsit.



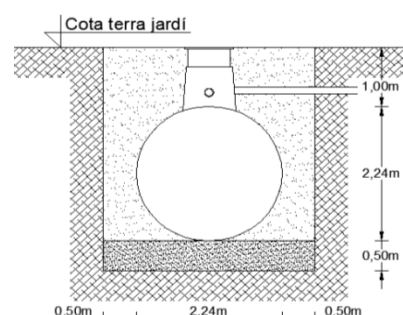
Filtere per a baixant tipus REGENDIEB PRO a l'esquerra i filtere intern al dipòsit tipus OPTIMAX a la dreta. Font: Catàleg tècnic "Sistemas de recuperación de agua de lluvia" de "GRAF".

Gràcies al sistema de captació de l'aigua pluvial que incorpora la present instal·lació, s'assegura una màxima qualitat de l'aigua: primerament l'aigua és filtrada a través dels filters instal·lats en els baixants, on es separen els elements de brutícia de major tamany. Seguidament, l'aigua és conduïda fins al dipòsit, on al entrar, passa per un segon filtere. Aquest, rebutja la primera aigua que entra i acaba de netejar l'aigua. L'aigua inicial i la brutícia són conduïts cap a la xarxa pública de clavegueram. Les possibles partícules que pugui continuar tenint l'aigua, poden sedimentar-se al fons del dipòsit o quedar-se flotant a la superfície. Per aquest motiu, per tal d'agafar l'aigua de major qualitat, el dipòsit disposa d'un sistema d'aspiració de l'aigua flotant mitjançant una boia, el qual permet agafar l'aigua a uns 10cm de la superfície. Les partícules de brutícia més lleugeres que es queden flotant a la superfície, són expulsades cap a la xarxa de clavegueram quan el dipòsit arriba al límit de la seva capacitat. Les partícules més pesants que queden al fons del dipòsit, cal netejar-les manualment, al menys un cop a l'any. El dipòsit ha de disposar, també, d'una entrada antiturbulència de l'aigua. Aquesta ha d'entrar per la part inferior del dipòsit encarada cap a la part superior per tal de no remoure-la.



Interior del dipòsit on es pot observar el filtere interior i la boia de captació de l'aigua. Font: www.grafiberica.com.

Com ja s'ha dit anteriorment, el dipòsit anirà soterrat a la zona de jardí de la banda oest de la vivenda. Per a la seva col·locació, cal realitzar un forat de mides 50cm majors que les dimensions del dipòsit. Cal realitzar-li un llit de sorra de 50cm d'espessor. Finalment, es tornarà a omplir el forat amb la mateixa terra extreta.



Esquema soterrament dipòsit. Font pròpia.

En cas de que la quantitat d'aigua recollida sigui superior a la capacitat del dipòsit, aquest estarà connectat a la xarxa pública d'aigües pluvials, la qual es troba a 1,20m sota del carrer de Ramón Muntaner, per tal de buidar-hi l'aigua sobrant.

En la sala de màquines de la vivenda, s'instal·larà la unitat de control de la xarxa, tipus "AQUA-CENTER-SILENTIO" de GRAF o similar. Aquesta unitat serà l'encarregada de bombejar l'aigua cap als diferents punts de consum, comptabilitzar el consum d'aigua, permetre l'entrada d'aigua d'un subministrament alternatiu en cas que l'aigua del dipòsit s'acabi, controlar la capacitat del dipòsit, controlar la neteja automàtica dels filtres, etc.



Unitat de control tipus SILENTIO de la casa comercial GRAF. Font: www.grafiberica.com.

La xarxa interior estarà formada per canonades de polietilè de 20x2,0mm, excepte en els trams 1-2 i 2-4 els quals seran de 25x2,3mm de diàmetre (veure Plànols 24 i 25: Aprofitament aigües pluvials i fontaneria).

Els usos previstos d'aigua pluvial per a la present vivenda són: per al reg del jardí i de la coberta enjardinada, en els vàters, en la rentadora, per a la neteja en general i en l'aixeta de l'aparcament.

Donat que, vistos els càlculs, el volum d'aigua necessària per a cobrir les necessitats és superior a la quantitat d'aigua que podem recollir, es fa necessari disposar d'una entrada d'aigua procedent d'una altra font per tal de proveir d'aigua quan el dipòsit estigui buit.



Exemple d'una instal·lació d'aprofitament d'aigües pluvials en una vivenda unifamiliar. Font: www.grafiberica.com.

2.8.4.4.3. PREVISIÓ D'APROFITAMENT D'AIGUA POTABLE

A continuació es realitzarà una previsió de l'aigua potable que es pot estalviar mitjançant una instal·lació de captació i aprofitament d'aigües pluvials.

Suposant els consums estimats anuals següents en la vivenda estudiada,

Aparells de consum d'aigua potable		Aparells de consum d'aigua pluvial	
Pica cuina	21.900 l	Rentadora	11.400 l
Lavabo	43.800 l	Vàter	17.600 l
Bidet	8.760 l	Reg	85.000 l
Dutxa	52.560 l	Neteja	2.400 l
Banyera	22.400 l		
TOTAL	149.420 l	TOTAL	116.400 l

Considerant que les precipitacions anuals són suficients per a satisfer tota la demanda, podem considerar que, gràcies a l'aprofitament de les aigües pluvials, podem estalviar fins a un 43,80% d'aigua potable:

$$\% \text{ Estalvi d'aigua potable} = \frac{116.400l}{149.420l + 116.400l} \cdot 100 = 43,80\%$$

2.8.4.4.4. CÀLCULS DE LA INSTAL·LACIÓ

CÀLCUL DEL DIPÒSIT

a) Volum d'aigua que es pot recollir:

Per tal de calcular el volum d'aigua que podem recollir, s'han de tenir presents els valors de pluviometria de la zona on es troba la vivenda. S'agafarà com a valor de referència per al present càlcul, el valor mitjà de la pluviometria de Girona dels últims cinc anys, segons les dades proporcionades per l'Institut d'Estadística de Catalunya (idescat) i pel Servei Meteorològic de Catalunya:

VALORS DE LA PRECIPITACIÓ MENSUAL I ANUAL DE GIRONA (l/m ²)													
Any	Mes												Total anual
	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	
2013	13,20	37,10	121,00	83,60	86,80	43,90	31,60	65,90	24,50	17,10	155,80	15,90	696,40
2012	23,20	2,50	51,60	45,80	50,00	30,50	14,50	26,50	68,50	187,80	51,00	0,40	552,30
2011	48,80	15,30	124,40	41,70	53,20	49,90	155,30	5,00	38,70	95,80	263,70	0,30	892,10
2010	45,20	107,40	106,80	30,00	125,10	29,50	6,20	71,00	82,20	89,70	30,10	20,50	743,70
2009	59,70	52,70	42,60	131,40	69,40	19,30	32,50	18,00	52,50	55,20	45,40	18,30	597,00
													Mitja: 696,30

VOLUM D'AIGUA QUE ES POT RECOLLIR				
Superfície de captació	Pluviometria anual (l/m ² /any)	Superfície de recollida (m ²)	Coefficient d'aprofitament	Volum d'aigua recollida (l/any)
Coberta	696,30	85	0,5	29.592,75
Terrasses	696,30	75	0,9	47.000,25
			TOTAL:	76.593,00

El coeficient d'aprofitament varia en funció del material de la superfície de recollida de les aigües pluvials que es tingui:

- Terrat convencional acabat enrajolat: 0,9
- Formigó / grava: 0,8
- Coberta enjardinada: 0,5

Vistos els càlculs, podem considerar que el volum aproximat d'aigua pluvial que es recollirà a l'any és d'uns 76.600,00l/any.

b) Volum d'aigua necessària per a cobrir les necessitats:

En aquest cas hem de tenir presents els consums d'aigua dels diferents aparells els quals utilitzaran aigua pluvial. Tenint present que s'utilitzarà aigua pluvial per al reg del jardí i de la coberta enjardinada, en els vàters, en la rentadora i per a la neteja en general, el consum d'aigua previst per a la vivenda és el següent:

VOLUM D'AIGUA NECESSARI PER COBRIR LES NECESSITATS			
Aparell / ús	Consum mig	Unitats	Total (l)
Reg	100 l/m ² /any	850,00 m ²	85.000 l
Vàter	4.400 l/pers./any	4,00 pers.	17.600 l
Rentadora	2.850 l/pers./any	4,00 pers.	11.400 l
Neteja	600 l/pers./any	4,00 pers.	2.400 l
		TOTAL:	116.400 l

c) Volum del dipòsit:

Per al càlcul del volum del dipòsit es buscarà la mitja entre l'aigua anual que podem recollir i l'aigua anual necessària per a cobrir les necessitats de la vivenda. Cal considerar un temps de reserva, en el qual es disposarà d'aigua sense que plougui. En aquest cas considerem una reserva de 30 dies.

$$\text{Capacitat del dipòsit} = \frac{\text{Volum d'aigua que es pot recollir}}{\text{Volum d'aigua per cobrir les necessitats}} \times \frac{\text{Temps de reserva}}{365}$$

Volum d'aigua que es pot recollir:	76.593 l
Volum d'aigua necessari:	116.400 l
Període de reserva:	30 dies
Volum necessari del tanc:	7.931,22 l

Com que en el mercat no s'hi pot trobar un dipòsit amb la capacitat que ens ha sortit per càlcul, se n'escollirà un la capacitat del qual sigui superior a la donada. A més, com que el règim de pluges de la zona és bastant irregular, es recomana sobredimensionar el dipòsit, per tal de poder donar més cabuda a l'aigua en cas de pluja intensa i, conseqüentment, tenir més reserva.

En aquest cas s'ha escollit un dipòsit de 10.000 litres, model *CARAT XL* de la casa comercial *GRAF* o similar, de col·locació soterrat.

CÀLCUL DE LA XARXA DE DISTRIBUCIÓ INTERIOR

Seguint les especificacions del CTE DB HS 4 – *Subministre de aigua*, calculem la xarxa de distribució interior d'aigües pluvials:

CABALS INSTANTANIS MÍNIMS (segons HS-4)		
Estança	Aparell	Cabal (l/s)
Cuina	Rentadora	0,20
	Total	0,20
Bany 1	Vàter	0,10
	Total	0,10
Bany 2	Vàter	0,10
	Total	0,10
Bany ppal.	Vàter	0,10
	Total	0,10
Jardí	Mànega	0,20
	Reg	0,20
	Total	0,40
Garatge	Mànega	0,20
	Total	0,20
TOTAL		1,10

CÀLCUL DE LA SECCIÓ I DE LES PÈRDUES DE CÀRREGA DE LES CANONADES D'AIGUA PLUVIAL I D'AIGUA POTABLE															
	Tram	Cabal (l/s)	K	Cabal simultani	V (m/s)	∅ teòric (mm)	∅ comercial	J (mmca/m)	L (m)	J·L	λ	J·L·λ	H (m)	P _o (mca)	P _f (mca)
Xarxa aigües pluvials	1-2	1,10	0,38	0,42	1,00	23,01	PE 25x2,3	24,00	10,00	0,24	0,07	0,31	1,50	25,00	23,19
	2-3	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0	95,00	10,50	1,00	0,30	1,30	0,00	23,19	21,89
	2-4	0,40	1,00	0,40	1,00	22,57	PE 25x2,3	65,00	14,00	0,91	0,27	1,18	0,00	23,19	22,01
	2-5	0,40	0,71	0,28	1,00	18,98	PE 20x2,0	65,00	3,00	0,20	0,06	0,25	2,50	23,19	20,43
	5-6	0,10	1,00	0,10	1,00	11,28	PE 20x2,0	140,00	1,00	0,14	0,04	0,18	0,00	20,43	20,25
	5-7	0,10	1,00	0,10	1,00	11,28	PE 20x2,0	140,00	8,00	1,12	0,34	1,46	0,00	20,43	18,98
	5-8	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0	95,00	3,00	0,29	0,09	0,37	2,50	20,43	17,56
	Aparells	Rentadora	0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0							
Vàter		0,10	1,00	0,10	1,00	11,28	PE 20x2,0								
Mànega		0,20	1,00	0,20	1,00	15,96	PE 20x2,0								

2.8.4.4.5. EQUIPS I MATERIALS UTILITZATS EN LA INSTAL·LACIÓ

A continuació s'especifiquen els principals elements i equips utilitzats en la present instal·lació, fent referència a la marca comercial i models escollits, així com a les seves característiques més rellevants. (Veure documentació tècnica a ANNEX 9. Recull de fitxes tècniques)

- **Dipòsit:** model *CARAT XL* de la casa comercial *GRAFF* o similar.
 - Volum d'aigua pluvial: 10.000l.
 - Dimensions: 3.520x2.240x2.900mm.
 - Cúpula d'alçada ajustable.



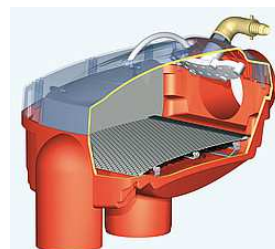
Dipòsit tipus *CARAT XL* de 9.600l.
Font: www.grafiberica.com

- **Filtre connexió a baixants:** model *REGENDIEB PRO* de la casa comercial *GRAFF* o similar.



Filtre de baixant tipus *GRAFF REGENDIEB PRO*.

- **Filtre intern al dipòsit:** model *OTIMAX –PRO INTERNO* de la casa comercial *GRAFF* o similar.



Filtre interior dipòsit tipus *GRAFF OTIMAX*.

- **Unitat de control:** model *AQUA CENTER SILENTIO* de la casa comercial *GRAFF* o similar.
 - Bomba de 0,66kW incorporada de 3-5bar.
 - Cabal màxim: 3.600l/h



Unitat de control tipus *GRAFF AQUA CENTER SILENTIO*.

2.8.4.4.6. PRESCRIPCIONS D'UTILITZACIÓ I MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

És necessari mantenir la qualitat de l'aigua del dipòsit a través de la seva vigilància, en funció del servei final que se li doni i de les característiques de la pròpia instal·lació.

Es realitzarà un manteniment periòdic de tot el sistema de reaprofitament d'aigües pluvials (mínim un cop a l'any), revistant com a mínim els punts següents:

- Sistema de captació. Revisar l'estat de conservació i evitar possibles obstruccions de cobertes, canals i baixants.
- Revisió periòdica de l'estat de conservació i neteja de l'equip de desviament de les primeres aigües.
- Sistema de filtració. Revisió i neteja periòdica del dispositiu filtrant.
- Dipòsit. Revisió del dipòsit i dels seus equips per verificar necessitats de neteja i estat de conservació.
- Equips del sistema de distribució.
- En cas de detectar males olors es recomana una neteja o desinfecció de l'origen del problema i realitzar les accions correctives per tal d'evitar que es tornin a produir.

2.8.4.5. DESCRIPCIÓ DE LA XARXA DE SANEJAMENT D'AIGÜES NEGRES

Tal i com especifica el Codi Tècnic de l'Edificació en el DB HS-5 – *Evacuación de aguas*, la present vivenda tindrà un sistema separatiu de recollida d'aigües: el sistema de recollida d'aigües pluvials, descrit anteriorment, les quals aprofitarem per al seu ús, i el sistema de recollida d'aigües negres, el qual es descriu a continuació.

La xarxa de recollida d'aigües residuals estarà formada per canonades de PVC, les quals passaran per fals sostre, en el cas de la recollida d'aigües de la planta pis, i pel forjat sanitari, en el cas de la recollida d'aigües de la planta baixa. Tots els ramals connectaran amb un col·lector, el qual passa soterrat pel jardí fins a desembocar a la xarxa pública de clavegueram d'aigües negres, a 1,20m de profunditat, sota el carrer de Ramon Muntaner, per la banda nord-est de la vivenda.

En cada trobada de canonades, canvi de secció, direcció o pendent hi anirà un arqueta de registre, així com cada 20m de recorregut del col·lector. En la connexió amb la xarxa pública hi anirà un pou de registre.

La present instal·lació permet evacuar les aigües per gravetat, ja que la vivenda es troba per sobre de la cota de connexió amb la xarxa pública de clavegueram. Tota la xarxa horitzontal presenta una pendent del 2%.

Totes les baixants de la vivenda estan situades en quartos humits i passen amagades per falsos pilars. La unió de les baixants amb el col·lector es realitzarà amb un angle de 135° per tal de suavitzar l'impacta de la caiguda de les aigües.

Per tal d'evitar males olors, tots els aparells disposaran de desaigua sifònic.

2.8.4.5.1. DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

Seguint les especificacions de l'apartat 4 "*Dimensionado*" del CTE DB HS 5 – *Evacuación de aguas* (veure càlculs a ANNEX 7. *Dimensionament de la instal·lació de sanejament d'aigües negres*), obtenim els diàmetres necessaris de la nostra instal·lació:

- **Derivacions individuals:**
 - Lavabo: 32mm.
 - Bidet: 32mm.
 - Dutxa: 40mm.

- Banyera: 40mm.
- Vàter: 110mm.
- Pica cuina: 40mm.
- Rentadora: 40mm.

- **Ramals col·lectors:**
 - Ramal A: 110mm.
 - Ramal B: 110mm.
 - Ramal C: 110mm.
 - Ramal D: 50mm.

- **Baixants:**
 - Baixant A: 110mm.
 - Baixant B: 110mm.
 - Baixant C: 110mm.
 - Baixant D: 110mm.

- **Col·lector: 110mm.**

- **Col·lector garatge: 40mm.**

- **Col·lector piscina: 110mm.**

3. AMIDAMENTS I PRESSUPOST

Per tal de valorar econòmicament la vivenda tractada i les diverses instal·lacions definides, així com, per poder realitzar l'estudi de viabilitat econòmica del projecte, a continuació s'adjunta el pressupost d'aquesta: pressupost detallat, relació i detall de preus descompostos de les partides i resum de pressupost. Aquest pressupost ha estat realitzat a partir de pressupostos lliurats per diferents empreses dedicades als diferents temes tractats en el treball i anomenades al llarg d'aquest (*technal, Soliclima, bureaubaterias, etc.*) i a partir dels preus publicats a les pàgines web dels fabricants/distribuïdors. S'han adjuntat els pressupostos lliurats per les diferents empreses en *l'ANNEX 10. Pressupostos lliurats per les empreses instal·ladors.*

En el següent pressupost cal considerar que, degut a les millores que s'han realitzat en les condicions tèrmiques dels tancaments, s'ha incrementat el preu de la vivenda prefabricada, proporcionat per l'empresa A-cero (Preu d'oferta PVP = 290.000€, CEM = 205.900€), un 3% (CEM = 4.118€), el qual representa l'augment de cost aproximat degut a l'increment d'aïllament tèrmic i als canvis de composició d'alguns del tancaments.

El cost de la mà d'obra encarregada del muntatge de les diferents instal·lacions, s'ha obtingut de les diferents empreses que han proporcionat els pressupostos, els quals estableixen un cost global per feina a realitzar. Altres, per falta de referències, s'ha extret un cost orientatiu de la base de dades de preus de la construcció de CYPE per a cada professional.

En el present pressupost no s'hi detalla el cost del solar.

Donat que es tracta d'un estudi i no d'un projecte d'una vivenda, s'ha realitzat un càlcul aproximat del pressupost, ja que els pressupostos facilitats pels diferents industrials també són aproximats, al no visitar l'obra i realitzar-los a partir de la informació lliurada disponible en el projecte, i no coneixem diversos aspectes per tal de detallar el càlcul d'aquest.

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
01	MOVIMENT DE TERRES								
ADL005	m² Esbrossada i neteja del terreny								
	Esbrossada i neteja del terreny, amb mitjans mecànics. Comprèn els treballs necessaris per retirar de les zones previstes per a l'edificació o urbanització: arbres, petites plantes, mala herba, brossa, fustes caigudes, runes, escombraries o qualsevol altre material existent, fins a una profunditat no menor que el gruix de la capa de terra vegetal, considerant com mínima 15 cm. Inclús transport de la maquinària, retirada dels materials excavats i càrrega a camió, sense incloure transport a l'abocador autoritzat.								
	Inclou: Replanteig en el terreny. Remoció mecànica dels materials d'esbrossada. Retirada i disposició mecànica dels materials objecte d'esbrossada. Carga mecànica a camió i transport a abocador autoritzat.								
	Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Solar	1	1.387,77			1.387,77	1.387,77		1.248,99
							1.387,77	0,90	1.248,99
ADE005.1	m³ Excavació a cel obert								
	Excavació de terres a cel obert fins a 2 m de profunditat, que en tot el seu perímetre quedin per sota de la rasant natural, en terra d'argila tova, amb mitjans mecànics, fins a aconseguir la cota de profunditat indicada en el Projecte. Inclús transport de la maquinària, repassat de paraments i fons d'excavació, extracció de terres fora de l'excavació, retirada dels materials excavats i càrrega a camió.								
	Inclou: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència.								
	Col·locació de les lliteres en els cantons i extrems de les alineacions. Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres. Refinat de fons i laterals a ma, amb extracció de les terres. Càrrega a camió i transport de les terres excavades a abocador autoritzat.								
	Criteri d'amidament de projecte: Volum mesurat sobre les seccions teòriques de l'excavació, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Forjat sanitari	1	127,00	0,55		69,85	69,85		369,51
							69,85	5,29	369,51
ADE010.1	m³ Excavació de rases i pous de fonamentació								
	Excavació de terres a cel obert per a formació de rases de fonamentació fins a una profunditat de 2 m, en terra d'argila tova, amb mitjans mecànics, fins a aconseguir la profunditat indicada en el Projecte. Inclús transport de la maquinària, repassat de paraments i fons d'excavació, extracció de terres fora de l'excavació, retirada dels materials excavats i càrrega a camió.								
	Inclou: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència.								
	Col·locació de les lliteres en els cantons i extrems de les alineacions. Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres. Refinat de fons i laterals a ma, amb extracció de les terres. Càrrega a camió i transport de les terres excavades a abocador autoritzat.								
	Criteri d'amidament de projecte: Volum mesurat sobre les seccions teòriques de l'excavació, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Rases fonamentació	1	6,20	0,60	0,70	2,60			
		1	3,40	0,60	0,70	1,43			
		2	13,20	0,60	0,70	11,09			
		1	5,80	0,60	0,70	2,44			
		1	3,80	0,60	0,70	1,60			
		2	0,70	0,70	0,70	0,69	19,85		333,88
							19,85	16,82	333,88
ASC010.1	m Col·lector soterrat de sanejament								
	Subministrament i muntatge de col·lector soterrat de xarxa horitzontal de sanejament, de xarxa separativa, amb arquetes, amb una pendent mínima del 2%, per a l'evacuació d'aigües residuals o pluvials, format per tub de PVC llis, sèrie SN-4, rigidesa anular nominal 4 kN/m², de 125 mm de								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<p>diàmetre exterior, enganxat mitjançant adhesiu, col·locat sobre llit de sorra de 10 cm d'espessor, degudament compactada i anivellada amb picó vibrant de guiat manual, reblert lateral compactant fins als ronyons i posterior reblert amb la mateixa sorra fins a 30 cm per sobre de la generatriu superior de la canonada. Fins i tot líquid netejador i adhesiu, sense incloure l'excavació ni el posterior reblert principal de les rases. Totalment muntat, connexionat i provat mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat del conducte en planta i pendents. Eliminació de les terres soltes del fons de l'excavació. Presentació en sec de tubs i peces especials. Abocat de la sorra en el fons de la rasa. Descens i col·locació dels col·lectors en el fons de la rasa. Muntatge de la instal·lació començant per l'extrem de capçalera. Neteja de la zona a unir amb el líquid netejador, aplicació de l'adhesiu i encaix de peces. Execució del reblert envoltant. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte, entre cares interiors d'arquetes.</p>								
	Sanejament exterior	1	12,30			12,30			
		1	12,65			12,65			
		1	6,75			6,75			
		1	19,50			19,50	51,20		728,58
							51,20	14,23	728,58
ASB020	u Connexió amb la xarxa general de sanejament								
	<p>Subministrament i muntatge de la connexió de l'escomesa de l'edifici a la xarxa general de sanejament del municipi a través de pou de registre (sense incloure). Inclús comprovació del bon estat de l'escomesa existent, treballs de connexió, trencament del pou de registre des de l'exterior amb martell compressor fins la seva completa perforació, acoblament i rebuda del tub de connexió de servei, empalmament amb junta flexible, repàs i brunyiment amb morter de ciment en l'interior del pou, segellat, proves d'estanquitat, reposició d'elements en cas de trencaments o d'aquells que es trobin deteriorats en el tram d'escomesa existent. Totalment muntada, connexionada i provada. Sense incloure excavació.</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat de la connexió en el pou de registre. Trencament del pou amb compressor. Col·locació de la connexió de servei. Resolució de la connexió.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Connexió xarxa sanejament	1				1,00	1,00		82,11
							1,00	82,11	82,11
	TOTAL 01.....								2.763,07

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
02	FONAMENTACIÓ								
CRL010	m² Capa de formigó de neteja								
	Formació de capa de formigó de neteja i anivellament de fons de fonamentació, de 10 cm d'espessor, de formigó HL-150/F/20, fabricat en central i abocament des de camió, en el fons de l'excavació prèviament realitzada.								
	Inclou: Replanteig. Col·locació de tocs i/o formació de mestres. Abocament i compactació del formigó. Coronació i enrasament del formigó.								
	Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada sobre la superfície teòrica de l'excavació, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Sabata correguda	1	6,20	0,60		3,72			
		1	3,40	0,60		2,04			
		2	13,20	0,60		15,84			
		1	5,80	0,60		3,48			
		1	3,80	0,60		2,28			
		2	0,70	0,70		0,98	28,34		254,78
							28,34	8,99	254,78
CSV010	m³ Sabata correguda de fonamentació								
	Formació de sabata correguda de fonamentació, de formigó armat, realitzada en excavació prèvia, amb formigó HA-25/B/20/IIa fabricat en central amb Distintiu de qualitat Oficialment Reconegut (D.O.R.), i abocament des de camió, i acer UNE-EN 10080 B 500 SD, amb una quantia aproximada de 24kg/m ³ . Inclús p/p de separadors, passa-tubs per a pas d'instal·lacions i armadures d'espera dels pilars o altres elements.								
	Inclou: Replanteig i traçat de les bigues i dels pilars o altres elements estructurals que es recolzin en les mateixes. Col·locació de separadors i fixació de les armadures. Col·locació de passa-canonades. Abocament i compactació del formigó. Coronació i enrasament de fonaments. Curat del formigó.								
	Criteri d'amidament de projecte: Volum mesurat sobre les seccions teòriques de l'excavació, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Sabata correguda	1	6,20	0,60	0,60	2,23			
		1	3,40	0,60	0,60	1,22			
		2	13,20	0,60	0,60	9,50			
		1	5,80	0,60	0,60	2,09			
		1	3,80	0,60	0,60	1,37			
		2	0,70	0,70	0,60	0,59	17,00		2.133,16
							17,00	125,48	2.133,16
EFM010	m² Mur de càrrega de formació del forjat sanitari								
	Execució de mur de càrrega, de 20 cm d'espessor de fàbrica 2 cares vistes, de bloc 2CV buit de formigó, split amb dos cares vistes, gris, 40x20x20 cm, amb junt de 1 cm, rebuda amb morter de ciment M-10, reblert de formigó en la formació de cercol perimetral realitzat amb peces en U i armadura d'acer segons normativa. Inclús p/p de formació de buits, ruptures, lligadures, execució de trobades, enllaços entre murs i forjats i elements especials.								
	Inclou: Neteja i preparació de la superfície suport. Replanteig. Col·locació i aplomat de mires de referència. Estesa de fils entre mires. Col·locació dels blocs per filades a nivell. Col·locació d'armadures en llença. Col·locació de les armadures en la faixa armada de lligat perimetral i posterior reblert de formigó. Abocat, vibrat i curat del formigó. Realització de tots els treballs necessaris per a la resolució de buits. Enllaç entre murs i forjats.								
	Criteri d'amidament de projecte: Superfície mesurada segons documentació gràfica de Projecte, sense duplicar cantonades ni encontres, deduïnt els buits de superfície major de 2 m ² .								
	Mur f. sanitari	1	5,70		0,30	1,71			
		1	5,50		0,30	1,65			
		1	2,20		0,30	0,66			
		1	13,20		0,30	3,96			
		1	8,60		0,30	2,58			

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
		1	0,60		0,30	0,18			
		1	3,05		0,30	0,92			
		1	4,65		0,30	1,40	13,06		737,37
							13,06	56,46	737,37
	TOTAL 02.....								3.125,31

03 VIVENDA PREFABRICADA

0301 u Vivenda prefabricada a-cero

Subministrament i instal·lació de vivenda prefabricada tipus "CUBIC EVO-LUTION" dissenyada per l'estudi d'arquitectura A-cero, de 219,16m2 útils sense porxos, 290,91m2 útils amb porxos i 342,76m2 contruits, composta per diversos mòduls connectats i instal·lats a obra, formada per les següents estances: hall, cuina, sala d'estar-menjador, escala, traster, sala de màquines, distribuïdor PB i PP, un dormitori individual, tres dormitoris dobles (un dels quals és el de matrimoni), dos vestidors, tres banys complets, garatge, dues terrasses i porxo.

Vivenda constituïda per:

- Estructura a base de bigues i pilars metàl·lics d'acer conformat en calent, tipus IPN, UPN i perfils rectangulars foradats, de diferents seccions.
- Forjat col·laborant mixta de xapa grecada d'acer galvanitzat i formigó armat amb malla electrosoldada ME#20x20Ø6-6B500T de 14cm de gruix total.
- Façana ventilada sobre rastrells, acabada amb panells tipus *Euronit* o *Werzalit* segons zona, panells sandvitx d'acer amb ànima de poliuretà de 40mm de gruix, muntant vertical de 46mm amb capa d'aïllament de llana de roca i capa interior de cartró guix de 15mm.
- Coberta plana no transitable, acabada amb capa de graves de canto rodat de 5cm d'espessor, sobre capa separadora de geotèxtil, membrana impermeabilitzant EPDM, panell sandvitx d'acer de 60mm amb ànima de poliuretà i xapa de remat i impermeabilització perimetral.
- Envans de distribució interior formats per: placa de cartró guix de 15 mm de gruix, muntant vertical de 70mm amb capa de llana de roca de 40mm i una altra placa de cartró guix de 15mm. En zones humides, els envans estan formats per: capa de cartró guix WA de 15mm, dos muntants verticals de 46mm amb capa de llana de roca de 40mm i un altra capa de cartró guix WA de 15mm.
- Fals sostres continus de cartró guix, hidròfug en les zones humides. Fals sostre exterior de plaques laminades de ciment tipus *Aquapanel Outdoor* o similar.
- Paraments interiors verticls i sostres acabats amb pintura plàstica de color blanc acabat mat, amb additiu antifongs en les zones humides. Banys i cuina enrajolats amb alumini lacat de color negre mat i vidre lacat de color negre.
- Paviment ceràmic tipus *Cicogres* o similar.
- Portes de pas interiors batents, de fusta laminada en blanc, amb tapajuntes llisos de DM acabats del mateix color. Porta principal batent, llisa, amb part fixa, realitzada amb perfil d'alumini amb ruptura de pont tèrmic de poliuretà, lacada de color negre a l'interior i folrada amb vidre a l'exterior, xarneres de seguretat llargues i pany de seguretat de tres punts. Fronts d'armari amb portes lacades en color blanc brillant, realitzades amb taulers de DM de 19mm de gruix.
- Banys amb lavabos de porcella vitrificada, sobre taulell, en blanc, model *JAM460* de *NOKEN PORCELANOSA* o similar. Banyera acrílica per encastar, amb disseny de doble esquena, de saigua central, model *SP ONE BASIC BB* de *SYSTEMPOOL PORCELANOSA* o similar, de 170x70cm amb mampara. Plat de dutxa acrílic extraplà model *ARQUITECT BASIC BB* de *SYSTEMPOOL PORCELANOSA* o similar de 120x70cm amb mampara. Vàters de porcellana vitrificada en blanc, de tanc baix i bidet model *BELLA* de *NOKEN PORCELANOSA* o similar. Taulells en fòrmica de color negre. Griferia monocomandament model *ACRO N* de *PORCELANOSA* o similar. Miralls de 6mm.

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<ul style="list-style-type: none"> - Cuina amb mobiliari de melamina i taulells de fòrmica. Electrodomèstics marca <i>ASPES</i> o similar (forn, vitroceràmica i capana extractora). Aigüera tipus <i>UNIVERSO</i> de <i>TECA</i> o similar. Griferia monocomandament tipus <i>BELA</i> de <i>NOKEN PORCELANOSA</i> o similar. - Distribució d'aigua freda i calenta en canonada de polietilè reticulat, amb claus de pas en cada cuarto humit i claus d'esquadra en cada aparell. - Desaigües dels aparells de canonada de PVC i baixants amb canonada de PVC de doble paret. - Mecanismes elèctrics de la marca <i>NIESSEN</i> o similar de color gris antracita o blanc segons color de la paret. Quadre general elèctric amb elements de protecció de primera qualitat. - Canalització de la línia telefònica amb preses en totes les estances principals de la vivenda. Doble canalització de TV amb preses en totes les estances principals de la vivenda, una d'elles instal·lada amb cable coaxial i l'altra amb guia per instal·lació d'altres sistemes de TV. Canalització de xarxa local amb preses a totes les estances principals de la vivenda. <p>Inclou: projecte, arquitecte, arquitecte tècnic, peons especialitzats, transport dels mòduls que formen la vivenda i muntatge de la vivenda. No inclou: fonamentació ni sanejament d'enllaç vivenda amb xarxa pública del municipi.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Vivenda a-cero	1				1,02		1,021.02	210.018,00
							1,02	205.900,00	210.018,00
	TOTAL 03								210.018,00

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT	
04	OBERTURES I PROTECCIONS SOLARS									
0401	<p>u Balconera corredissa d'alumini de 160x210cm</p> <p>Subministrament i col·locació de balconera corredissa, de 160x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL CORREDERA 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per dues fulles i dos rails. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>									
	Balconera 160x210cm	6				6,00	6,00		4.797,84	
							6,00	799,64	4.797,84	
0402	<p>u Finestra corredissa d'alumini de 160x120cm</p> <p>Subministrament i col·locació de finestra corredissa, de 160x120cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL CORREDERA 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per dues fulles i dos rails. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>									
	Finestra 160x120cm	1				1,00	1,00		763,01	
							1,00	763,01	763,01	
0403	<p>u Balconera corredissa d'alumini de 100x210cm</p> <p>Subministrament i col·locació de balconera corredissa, de 100x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL CORREDERA 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per dues fulles i dos rails. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p>									

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Balconera 100x210cm	1				1,00	1,00		846,32
							1,00	846,32	846,32
0404	u Finestra fixa d'alumini de 80x210cm								
	Subministrament i col·locació de finestra fixa, de 80x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per una fulla fixa. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu). Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Finestra 80x210cm	2				2,00	2,00		763,18
							2,00	381,59	763,18
0405	u Balconera corredissa d'alumini de 80x210cm								
	Subministrament i col·locació de balconera corredissa, de 80x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL CORREDERA 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per dues fulles i dos rails. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu). Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.								
	Balconera 80x210cm	1				1,00	1,00		794,23
							1,00	794,23	794,23
0406	u Finestra oscil·lobatent d'alumini de 60x60cm								
	Subministrament i col·locació de finestra oscil·lobatent, de 60x60cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per una fulla oscil·lobatent. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<p>segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Finestra 60x60m		3			3,00	3,00		1.162,26
							3,00	387,42	1.162,26
0407	<p>u Finestra fixa d'alumini de 60x210cm</p> <p>Subministrament i col·locació de finestra fixa, de 60x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per una fulla fixa. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Finestra 60x210cm		1			1,00	1,00		260,02
							1,00	260,02	260,02
0408	<p>u Balconera corredissa d'alumini de 190x210cm</p> <p>Subministrament i col·locació de balconera corredissa, de 160x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, amb ruptura de pont tèrmic, tipus SOLEAL CORREDERA 55 VISTA de TECHNAL o similar, formada per dues fulles i dos rails. Composta per premarc d'acer galvanitzat i pates de fixació, vidre tèrmic de seguretat i acústic 6+6/16/4 del tipus SUNGUARD SUPER NEUTRAL 62/34 o similar amb cambra d'aire amb un 90% d'argó, perfils extrusionats formant marcs i fulles de 1,5 mm d'espessor mínim en perfils estructurals. Accessoris, ferraments de penjar i obertura, juntes d'envidriament de EPDM, cargols d'acer inoxidable, elements de estanquitat, accessoris i utilitatges de mecanitzat homologats. Inclús p/p d'urpes de fixació segellat perimetral de junts mitjançant un cordó de silicona neutra i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntada i provada per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Segellat de juntes perimetrals. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Balconera 190x210cm		1			1,00	1,00		1.080,69
							1,00	1.080,69	1.080,69
0409	<p>u Panell d'ocultació d'alumini de 160x210cm</p> <p>Subministrament i col·locació de panell d'ocultació corredís de 160x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, tipus gamma NO-TEAL CORREDERA de TECHNAL o similar, de lames rectangulars disposades en una inclinació de 42°. Inclús p/p d'accessoris, ferraments de penjar i obertura, cargols d'acer inoxidable, accessoris, utilitatges de mecanit-</p>								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<p>zat homologats i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntat i provat per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	PO 160x210	6				6,00	6,00		3.610,50
							6,00	601,75	3.610,50
0410	u Panell d'ocultació d'alumini de 160x120cm								
	<p>Subministrament i col·locació de panell d'ocultació corredís de 160x120cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, tipus gamma NO-TEAL CORREDERA de TECHNICAL o similar, de lames rectangulars disposades en una inclinació de 42°. Inclús p/p d'accessoris, ferraments de penjar i obertura, cargols d'acer inoxidable, accessoris, utilitatges de mecanitzat homologats i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntat i provat per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	PO 160x100cm	1				1,00	1,00		511,35
							1,00	511,35	511,35
0411	u Panell d'ocultació d'alumini de 100x210cm								
	<p>Subministrament i col·locació de panell d'ocultació corredís de 100x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, tipus gamma NO-TEAL CORREDERA de TECHNICAL o similar, de lames rectangulars disposades en una inclinació de 42°. Inclús p/p d'accessoris, ferraments de penjar i obertura, cargols d'acer inoxidable, accessoris, utilitatges de mecanitzat homologats i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntat i provat per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	PO 100x210cm	1				1,00	1,00		595,31
							1,00	595,31	595,31
0412	u Panell d'ocultació d'alumini de 80x210cm								
	<p>Subministrament i col·locació de panell d'ocultació corredís de 80x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, tipus gamma NOTEAL CORREDERA de TECHNICAL o similar, de lames rectangulars disposades en una inclinació de 42°. Inclús p/p d'accessoris, ferraments de penjar i obertura, cargols d'acer inoxidable, accessoris, utilitatges de mecanitzat homologats i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntat i provat per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	PO 80x210cm	2				2,00	2,00		1.134,76
							2,00	567,38	1.134,76

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
0413	u Panell d'ocultació d'alumini de 190x210cm								
	<p>Subministrament i col·locació de panell d'ocultació corredís de 80x210cm, d'alumini lacat color gris RAL 7022 mate, tipus gamma NOTE-AL CORREDERA de TECHNAL o similar, de lames rectangulars disposades en una inclinació de 42°. Inclús p/p d'accessoris, ferraments de penjar i obertura, cargols d'acer inoxidable, accessoris, utilitatges de mecanitzat homologats i ajust final en obra. Elaborada en taller. Totalment muntat i provat per la empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Col·locació de la fusteria. Ajust final de les fulles. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	PO 190x210cm	1				1,00	1,00		659,81
							1,00	659,81	659,81
	TOTAL 04.....								16.979,28

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUD	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
05	SISTEMES IL·LUMINACIÓ NATURAL								
0501	u Conducte solar + cúpula + difusor de 300mm de diàmetre								
	Subministrament i instal·lació de conducte solar tipus DEPLOSUN GLASS TOP GTR300 o similar, per a una il·luminació prevista normal (100-200lux), de 300mm de diàmetre i 0,80m de longitud, l'interior del qual està realitzat amb tub tipus SOLVER PLUS o similar, realitzat en alumini i un tractament superficial amb plata altament reflectant. Cúpula tipus GLASS TOP REDONDO (GTR) o similar de col·locació en coberta plana, realitzada amb doble vidre temperat amb cambra d'aire anticondensacions. Difusor interior estandard fosejat col·locat en fals sostre, realitzat en metacrilat amb protecció dels rajos UV, i marcs circulars d'alumini. Opció de tancar el pas de la llum, amb un aprofitament previst mitjà del 98% de la llum i un valor de transmitància de 1,90W/m ² ·K. Inclou: Subministrament i instal·lació dels conductes. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Conducte GTR300	5				5,00	5,00		3.396,15
							5,00	679,23	3.396,15
0502	u Conducte solar + cúpula + difusor de 400mm de diàmetre								
	Subministrament i instal·lació de conducte solar tipus DEPLOSUN GLASS TOP GTR400 o similar, per a una il·luminació prevista normal (100-200lux), de 400mm de diàmetre i 0,80m de longitud, l'interior del qual està realitzat amb tub tipus SOLVER PLUS o similar, realitzat en alumini i un tractament superficial amb plata altament reflectant. Cúpula tipus GLASS TOP REDONDO (GTR) o similar de col·locació en coberta plana, realitzada amb doble vidre temperat amb cambra d'aire anticondensacions. Difusor interior estandard fosejat col·locat en fals sostre, realitzat en metacrilat amb protecció dels rajos UV, i marcs circulars d'alumini. Opció de tancar el pas de la llum, amb un aprofitament previst mitjà del 98% de la llum i un valor de transmitància de 1,90W/m ² ·K. Inclou: Subministrament i instal·lació dels conductes. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Conducte GTR400	2				2,00	2,00		1.623,56
							2,00	811,78	1.623,56
0503	u Transport conductes solars								
	Transport dels conductes solars des de centre de fabricació fins a obra. Inclou: Transport en camió de 5 conductes tipus DEPLOSUN GLASS TOP CÚPULA CRISTAL REDONDO + DIFUSOR ESTANDAR GTR300 o similar i de 2 conductes tipus DEPLOSUN GLASS TOP CÚPULA CRISTAL REDONDO + DIFUSOR ESTANDAR GTR400 o similar, fins a obra a la província de Girona (zona 2). Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Transport	1				1,00	1,00		128,00
							1,00	128,00	128,00
0504	u Sistema captació llum solar per fibra òptica								
	Subministrament i instal·lació de sistema de captació i transmissió de la llum solar a través de cables de fibra òptica del tipus PARANS de ESPACIOSOLAR o similar, format per panells de captació tipus PARANS SP2.1 o similar, constituït per 64 lents de captació (8x8) de vidre temperat, elaborats amb alumini, de 980x980x180mm de dimensions i 30kg de pes cadascun, col·locat en 30° d'inclinació respecte l'horitzontal en orientació sud, sobre estructura de suport d'alumini; lluminàries interiors tipus PARANS L1 SMALL o similar constituïdes per una superfície de transmissió acrílica i un punt de llum el qual s'abasteix de 16 lents de captació; sistema de transmissió de la llum a través de cables de fibra òptica tipus PARANS OC o similar, de 6mm de diàmetre, d'una densitat de 30g/m, cadascun format per 16 fils de fibra òptica de 0,75mm de diàmetre, realit-								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	zats amb polimetilmetacrilat. Inclou: Instal·lació dels panells de captació de la llum solar a coberta sobre suports d'alumini. Estesa del sistema de cablejat de fibra òptica ocults dins els envans de cartró guix. Muntatge de les lluminàries interiors. Connexions entre els elements de la instal·lació. Posta a punt. Comprovació del funcionament de la instal·lació. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Sistema fibra òptica	3				3,00	3,00		2.109,63
							3,00	703,21	2.109,63
	TOTAL 05								7.257,34

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
06	INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA								
0601	<p>u Bomba de calor geotèrmica ECOFOREST ECOGEOC2 3-12</p> <p>Subministrament i instal·lació de bomba de calor geotèrmica terra-aire tipus ECOFOREST ECO GEO C2 3-12 o similar, per a la producció de calefacció, ACS i refrigeració passiva, amb acumulador per a ACS de 170l incorporat, de potència calorífica regulable entre 3-15kW, potència de refrigeració passiva de 6kW, d'un consum entre 0,7-3,2kW, COP de 4,6-5, incorpora refrigerant tipus R410A. De dimensions 1.800x600x700mm (alt x ampla x fons) i 260Kg de pes.</p> <p>Inclou: Compressor tipus Scroll amb inverter de Copeland o similar, vàlvula d'expansió electrònica tipus Carel o similar, plaques d'intercanviació Alfa Laval o similar, bombes de circulació de velocitat variable d'alta eficiència, acumulador amb serpentí d'acer inoxidable. Instal·lació en la ubicació corresponent. Posta en marxa. Comprovació del correcte funcionament del sistema.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Bomba de calor	1				1,00	1,00		11.742,94
							1,00	11.742,94	11.742,94
0602	<p>u Sistema de captació enterrat exterior</p> <p>Subministrament i instal·lació de sistema de captació geotèrmic format per canonada de polietilè de 40mm de diàmetre nominal (PE DN40 PN16), enterrada en el terreny a una profunditat de 3,50m, disposada en forma de serpentí, d'una amplada aproximada de 11m, amb una separació aproximada entre conductes de 1m.</p> <p>Inclou: Estesa i connexió de les canonades. Connexió amb el sistema geotèrmic. Ompliment del sistema amb glicol anticongelant. Posta a punt i comprovació del correcte funcionament del sistema.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Sistema captació	1				1,00	1,00		6.619,31
							1,00	6.619,31	6.619,31
0603	<p>u Terra radiant per a calefacció i refrigeració per a 160m2</p> <p>Subministrament i instal·lació de terra radiant per a la calefacció i refrigeració passiva de la vivenda, dimensionat per a una vivenda de 160m2 útils a condicionar, unes pèrdues tèrmiques de 4.975,60kcal/h i uns guanys tèrmics de 10.729,98kcal/h, format per canonades de polietilè de 16mm de diàmetre nominal, esteses en el paviment en forma d'espiral bi-tubular sobre mallatzo de distribució de canonades tipus SCHUTZ TAKK EPS-T 30-2 o similar amb una separació entre tubs de 25cm en totes les estances i de 15cm en els banys, col·lectors d'entrada i sortida de llautó de 11 circuits dins d'armari de connexions. Muntat sobre capa d'aïllament de polietilè extrudit de 120mm i amb 44mm de paviment de morter desde cota superior dels conductes.</p> <p>Inclou: Estesa i distribució de les canonades. Connexions entre canonades, entre canonades i col·lectors i entre canonades i sistema geotèrmic. Posta a punt i comprovació del correcte funcionament del sistema.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Terra radiant	1				1,00	1,00		4.785,11
							1,00	4.785,11	4.785,11
0604	<p>u Sistema de control terra radiant 160m2 - bombeig i control 1 zona</p> <p>Subministrament i instal·lació de sistema de control per al terra radiant format per un grup de bombeig de DN25 amb mescladora de 3 vies i actuator amb bomba tipus GRUNDFOS ALPHA 2 15-60 o similar, centralita de gestió del terra radiant. Inclús canonades, aïllament, cablejat i petit material elèctric necessaris per a la correcta instal·lació del sistema.</p> <p>Inclou: Instal·lació del sistema. Connexionat. Posta a punt i comprovació del correcte funcionament del sistema.</p>								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Sistema de control	1				1,00	1,00		1.849,81
							1,00	1.849,81	1.849,81
	TOTAL 06								24.997,17

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
07	INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ								
0701	<p>m Conducte rectangular de polipropilè de 0,22x0,11m</p> <p>Subministrament i col·locació de conducte per a instal·lació de ventilació, format per tub rectangular de polipropilè, del tipus SIBER ESTANCO CLIC de SIBER VENTILACIÓN o similar, de 220x110mm, d'una temperatura de treball de fins 90°C, col·locat en posició horitzontal entre fals sostre, dimensionat per a un cabal d'aire de 528,67m³/h. Fins i tot p/p de retallada de materials, unions, reforços, embocadures, tapes de registre, elements de fixació, connexions, accessoris i peces especials, sense incloure reixetes i difusores. Totalment muntat, connexionat i provat.</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat del conducte. Presentació de tubs, accessoris i peces especials. Col·locació i fixació de tubs, accessoris i peces especials. Criteri d'amidament de projecte: Longitud projectada, segons documentació gràfica de Projecte, mesurada entre els eixos dels elements o dels punts a connectar, sense descomptar les peces especials.</p>								
		Tram A-B	1	1,30		1,30			
			1	1,70		1,70	3,00		38,76
							3,00	12,92	38,76
0702	<p>m Conducte rectangular de polipropilè de 0,22x0,055m</p> <p>Subministrament i col·locació de conducte per a instal·lació de ventilació, format per tub rectangular de polipropilè, del tipus SIBER ESTANCO CLIC de SIBER VENTILACIÓN o similar, de 220x55mm, d'una temperatura de treball de fins 90°C, col·locat en posició horitzontal entre fals sostre. Fins i tot p/p de retallada de materials, unions, reforços, embocadures, tapes de registre, elements de fixació, connexions, accessoris i peces especials, sense incloure reixetes i difusores. Totalment muntat, connexionat i provat.</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat del conducte. Presentació de tubs, accessoris i peces especials. Col·locació i fixació de tubs, accessoris i peces especials. Criteri d'amidament de projecte: Longitud projectada, segons documentació gràfica de Projecte, mesurada entre els eixos dels elements o dels punts a connectar, sense descomptar les peces especials.</p>								
		Tram B-C	1	9,80		9,80			
			1	25,20		25,20			
		Tram B-D	1	10,90		10,90			
			1	23,15		23,15			
			2	3,20		6,40	75,45		658,68
							75,45	8,73	658,68
0703	<p>Ut Reixeta de plàstic per a admissió i extracció</p> <p>Subministre i muntatge de reixeta de plàstic tipus E-H1 de EUROCLIMA o similar, amb lamel·les horitzontals fixes, sortida d'aire perpendicular a la reixeta, color blanc RAL 9010, per a conducte d'admissió o extracció, de 250x200mm, per ventilació mecànica. Inclús accessoris de fixació i connexió. Totalment muntada.</p> <p>Inclou: Replanteig. Col·locació i fixació mitjançant elements d'ancoratge. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
		Reixeta	24			24,00	24,00		325,68
							24,00	13,57	325,68
0704	<p>Ut Recuperador de calor</p> <p>Subministre i muntatge de central de ventilació de doble flux amb recuperador de calor, muntatge amagat dins el fals sostre, model LOSSNAY LGH-65RX5-E de MITSUBISHI ELECTRIC o similar, amb un cabal màxim de 650m³/h a 120 Pa, de 908x954x386mm, ventiladors controlats electrònicament per a cabal constant, recuperació de calor de fins al 86% amb bescanviador a contracorrent i fluxos creuats, de material plàstic, bypass automàtic per a free-cooling, filtres tipus G3, sistema de protecció anti-glaç i sensors de CO₂, compatible amb sistema geotèrmic bescanviador de calor aire-terra, per ventilació mecànica i 265W de cosum. Inclús ac-</p>								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<p>cessoris de fixació i connexió. Totalment muntat, connexionat i provat. Inclou: Replanteig. Fixació i col·locació mitjançant elements d'ancoratge. Connexionat. Posta en marxa del sistema. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Recuperador de calor	1				1,00	1,00		2.815,17
							1,00	2.815,17	2.815,17
0705	<p>Ut Sistema geotèrmic bescanviador de calor aire-terra</p> <p>Subministrament i muntatge de sistema geotèrmic bescanviador de calor aire-terra (pou canadenc), per a acoblar a un sistema de ventilació amb recuperador de calor, format per conducte geotèrmic intercanviador de calor aire-terra de polietilè d'alta densitat (PEAD/HDPE), de 200 mm de diàmetre, model CP 200 de SIBER o similar, de 63 m de longitud, soterrat a 3m de profunditat, col·locat sobre llit de sorra de 10 cm de gruix, degudament compactada i anivellada amb picó vibrant manual, replè lateral compactant fins els ronyons i posterior reblert amb la mateixa sorra fins 10 cm per damunt de la generatriu superior del conducte, presa d'aire exterior, d'acer galvanitzat, de 300x300x800 mm, model PAG de SIBER o similar, reixeta mural d'alumini, de 165x165 mm, model ME 125 de SIBER o similar, kit de punt d'inspecció per a exterior amb sifó de 400 mm de diàmetre i 2450 mm d'altura model POZO 300 EXT de SIBER o similar i kit de control automàtic d'admissió d'aire, model RR 125 M1 PAG de SIBER o similar, per a acoblar a un sistema de ventilació. També p/p de accessoris i peces especials. Inclús la ruptura i restauració del ferm existent, l'excavació i el posterior rebliment principal. Completament muntat, connexionat i provat.</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat del conducte. Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres. Refinat de fons amb extracció de les terres. Càrrega de les terres excavades. Eliminació de les terres soltes del fons de l'excavació. Abocat de la sorra en el fons de la rasa. Presentació de tubs, accessoris i peces especials. Muntatge del conjunt. Execució del reblert envoltant.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Sistema pou canadenc	1				1,00	1,00		4.416,43
							1,00	4.416,43	4.416,43
TOTAL 07.....									8.254,72

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT	
08	INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA									
0801	<p>u Mòdul AIXITEC AC-250P/156-60S 250Wp (1000Wp)</p> <p>Subministrament i instal·lació de mòdul fotovoltaic policristal·lí de 60 cèl·lules, per a instal·lació aïllada, del tipus AIXITEC AC-250P/156-60S o similar, d'una potència de 250Wp, una corrent de curtcircuit de 8,71A, un coeficient de rendiment del 15,37%, de dimensions 1640x992x40mm i 19,5Kg de pes, amb marc d'alumini anoditzat a la plata de 40mm, protegit amb vidre temperat, caixa de connexió, precablejat amb connectores especials, col·locat amb suport en terreny sobre pedestals de formigó armat a una alçada de 0,50m i amb una inclinació de 55° en orientació sud. Inclou: Col·locació i fixació dels mòduls. Interconnexió entre mòduls i connexió amb la resta d'elements de la instal·lació.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>									
	Mòdul fotovoltaic	12				12,00	12,00		2.520,00	
							12,00	210,00	2.520,00	
0802	<p>u Bateria 2V HOPPECKE 8 OPzS 800 de 1820Ah C100</p> <p>Subministrament i instal·lació de bateria estacionaria per a instal·lació fotovoltaica aïllada tipus HOPPECKE 8 OPzS 800, de 2V, d'una capacitat nominal de 1820Ah amb una descàrrega C100 (de 4 dies), amb 1500 cicles amb una profunditat de descàrrega del 80% i 6000 cicles amb una profunditat de descàrrega del 20%, de 215x277x710mm de dimensions i 88Kg de pes i una vida útil estimada de 20 anys.</p> <p>Inclou: Col·locació, fixació i interconnexió de les bateries i connexió amb la resta d'elements de la instal·lació.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>									
	Bateria	24				24,00	24,00		9.840,00	
							24,00	410,00	9.840,00	
0803	<p>u Regulador de càrrega OUTBACK FM60-150VDC 60A</p> <p>Subministrament i instal·lació de regulador de càrrega per a instal·lació fotovoltaica aïllada tipus OUTBACK FM60-150VDC o similar, d'una intensitat màxima de 60A, per a un voltatge de la instal·lació de 48V i una eficiència del 19,10%, amb sensor de temperatura i pantalla LCD de 3,1", de 40x14x10cm de dimensions i 5,30Kg de pes.</p> <p>Inclou: Col·locació, fixació, anivellació i connexió amb la resta d'elements de la instal·lació. Posta en marxa.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>									
	Regulador	1				1,00	1,00		620,00	
							1,00	620,00	620,00	
0804	<p>u Inversor/carregador STUDER XTH 6000-48 500W i 100A a 48V</p> <p>Subministrament i instal·lació de inversor per a instal·lació solar fotovoltaica aïllada monofàsica tipus STUDER XTH 6000-48 o similar, d'una potència de 500W, una tensió nominal de 48V, un rendiment del 96%, un corrent de càrrega de 100A, un índex de protecció IP23, de 230x300x500mm de dimensions i 42Kg de pes.</p> <p>Inclou: Col·locació, fixació i anivellació de l'inversor. Connexió amb la resta d'elements de la instal·lació. Posta en marxa.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>									
	Inversor	1				1,00	1,00		3.737,65	
							1,00	3.737,65	3.737,65	
0805	<p>u Estructura suport mòduls fotovoltaics d'alumini d'inclinació regulable</p> <p>Subministrament i muntatge de estructura de suport dels mòduls fotovoltaics realitzada en alumini, formada per tres estructures, una per a cada filera de 4 mòduls fotovoltaics, d'inclinació ajustable manualment, recolzada sobre peanes de formigó armat de 0,20x0,20x0,50m, que evitaran el</p>									

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	<p>contacte directe de l'estructura i dels mòduls amb el terreny. Inclou: Realització de les peanes de formigó. Subministrament i muntatge de l'estructura de suport. Fixació dels mòduls fotovoltaics a l'estructura de suport. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Estructura suport	3				3,00	3,00		1.221,00
							3,00	407,00	1.221,00
0806	u Centraleta remota i de programació RCC-02								
	<p>Subministrament i instal·lació de centraleta de programació i control de la instal·lació solar fotovoltaica, instal·lada en sala de màquines de la venda. Inclou: Subministrament i instal·lació en el lloc corresponent. Posada en marxa. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Centraleta de programació	1				1,00	1,00		278,35
							1,00	278,35	278,35
0807	u Set de connexió MC4								
	<p>Subministrament i muntatge de set de connexió dels mòduls fotovoltaics, format per tot el cablejat i elements necessaris per fer efectiva la connexió. Inclou: Subministrament del set. Connexió dels mòduls. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Set de connexió	5				5,00	5,00		25,00
							5,00	5,00	25,00
0808	u Cables, fusibles i petit material								
	<p>Subministrament, estesa i connexió del cablejat necessari en la instal·lació per a una correcta interconnexió i funcionament dels diferents elements de la instal·lació. Subministrament, muntatge i connexió dels diferents fusibles i elements de protecció de la instal·lació. Subministrament d'altre petit material necessari per efectuar una correcta instal·lació, tal com caixes de connexió, cargols, pelacables, guants de protecció elèctrica, tornavisos, etc. Inclou: Subministrament de tot el material necessari per fer efectiva la instal·lació. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Cables, fusibles i petit material	1				1,00	1,00		460,00
							1,00	460,00	460,00
0809	u Instal·lació i posta en marxa								
	<p>Instal·lació i posta en marxa de la instal·lació solar fotovoltaica. Inclou: Personal tècnic qualificat instal·lador de sistemes fotovoltaics. Hores necessàries per a la instal·lació. Posta en marxa de la instal·lació. Comprovació del correcte connexionat de tots els elements. Posta a punt del sistema acumulador. Calibració del sistema inversor i del sistema regulador. Comprovació del correcte funcionament de tots els aparells i equips de la instal·lació. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Instal·lació i posta en marxa	1				1,00	1,00		3.399,12
							1,00	3.399,12	3.399,12
	TOTAL 08.....								22.101,12

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT	
09	INSTAL·LACIÓ ABATSTAMENT AIGUA POTABLE									
0901	<p>u Pou d'abastament d'aigua potable</p> <p>Excavació de terres a cel obert per a execució de pou per a subministrament d'aigua freàtica per al consum humà, amb mitjans mecànics, de 30m de profunditat i 1,30m de diàmetre efectiu, en vivenda unifamiliar, en terreny d'argila tova, amb parets realitzades amb peces cilíndriques de formigó porós de 1,30m de diàmetre interior, 1m d'alçada i 5cm de gruix, amb juntes encadellades. Inclús transport de la maquinària, repassat de paraments i fons d'excavació, extracció de terres fora de l'excavació, retirada dels materials excavats i càrrega a camió.</p> <p>Inclou: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència. Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres. Refinat de laterals, amb extracció de les terres. Muntatge de panells i estampadors metàl·lics, per a la formació de l'entibació. Fixació de tots els elements. Desmuntatge gradual de l'entibació. Càrrega a camió de les terres excavades. Muntatge de les parets del pou. Tancament superficial del pou amb rajol ceràmic.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>	1					1,00	1,00	4.079,28	4.079,28
							1,00	4.079,28	4.079,28	
0902	<p>u Sistema de bombeig</p> <p>Subministrament i instal·lació de sistema de bombeig en pou d'abastament d'aigua, mitjançant bombes d'extracció per a pous del tipus ESPA AQUARIA07 7M N o similar, per a funcionament alternat amb una altra bomba, de tipus centrífuga multietapa monobloc, de col·locació submergida en l'aigua, realitzada en acer inoxidable i difusors de termoplàstic, amb un consum de 1,30kW a 5,50A, amb un cabal d'extracció regulable entre 2,6m³/h a 20,50m d'alçada i 0,4m³/h a 79,4m d'alçada.</p> <p>Inclou: Instal·lació de la bomba. Connexió elèctrica. Connexió amb la xarxa de fontaneria interior. Valvuleria, racors i altres elements necessaris per a la correcta instal·lació. Comprovació del correcte funcionament de tots els components de la instal·lació. Realització de les proves de servei oportunes.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>	2					2,00	2,00	992,50	992,50
							2,00	496,25	992,50	
0903	<p>u Sistema de depuració de l'aigua</p> <p>Subministrament i instal·lació de sistema de depuració de l'aigua provinent del pou de captació d'aigua freàtica, consistent en equip d'osmosi inversa del tipus AGUAPUR ECODEPUR 18 PUMP o similar, amb una membrana de filtració tipus 1x1812 75 GPD amb una producció de fins a 150 litres per dia amb una pressió de 3,4bar, tanc d'acumulació de 7 litres, de 24W de consum elèctric a 240V 50/60Hz, de 430x250x410mm de dimensions i 14kg de pes.</p> <p>Inclou: Instal·lació del sistema. Filtre de sediments, de carbó, membrana òsmotica i postfiltre. Comprovació del correcte funcionament de tots els components del sistema. Realització de les proves de servei oportunes.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>	1					1,00	1,00	407,18	407,18
							1,00	407,18	407,18	
TOTAL 09.....									5.478,96	

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
10	INSTAL·LACIÓ APROFITAMENT AIGUES PLUVIALS								
1001	<p>m³ Excavació forat per a soterrament de dipòsit</p> <p>Excavació de terres a cel obert per a formació de forat de 4,52x3,24x3,74m per a posterior soterrament de dipòsit plàstic per a acumulació d'aigües pluvials, en terra d'argila tova, amb mitjans mecànics, fins a aconseguir la cota de profunditat indicada en el Projecte. Inclús transport de la maquinària, repassat de paraments i fons d'excavació, extracció de terres fora de l'excavació, retirada dels materials excavats i càrrega a camió. Formació de subbase per al dipòsit de 50cm d'espessor i posterior reompliment del forat amb la mateixa terra extreta.</p> <p>Inclou: Replanteig general i fixació dels punts i nivells de referència. Excavació en successives rases horitzontals i extracció de terres. Refinat de fons i laterals a ma, amb extracció de les terres. Càrrega a camió de les terres excavades. Formació de subbase de sorra de 50cm de gruix i posterior reompliment del forat amb la mateixa terra extreta de l'excavació.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Volum mesurat sobre les seccions teòriques de l'excavació, segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Soterrament dipòsit	1	4,52	3,24	3,74	54,77	54,77		230,03
							54,77	4,20	230,03
1002	<p>u Dipòsit pluvials GRAFF CARAT XL de 9.600 litres</p> <p>Subministrament i instal·lació de dipòsit per a aigües pluvials de 9.600 litres tipus GRAFF CARAT XL 6.900l o similar, per a col·locació soterrat, realitzat amb polietilè, apte per a utilització en jardí i en interior vivenda, de dimensions 3.520x2.240x2.900mm i 455kg de pes, amb cúpula d'alçada ajustable de 650mm de diàmetre. Inclús: sistema d'aspiració de l'aigua flotant amb boia, entrada antiturbulència inferior de l'aigua i connexió amb la xarxa pública de clavagueram.</p> <p>Inclou: Subministrament del dipòsit. Posta a punt.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Dipòsit	1				1,00	1,00		3.465,00
							1,00	3.465,00	3.465,00
1003	<p>m Baixant de polietilè de recollida d'aigües pluvials</p> <p>Subministrament i muntatge de baixant exterior insonoritzada de la xarxa d'evacuació d'aigües pluvials, amagat dins de façana, formada per tub de polietilè, insonoritzat, de 75 mm de diàmetre i 2,6 mm d'espessor en l'evacuació de coberta i de 50 mm de diàmetre i 1,8 mm d'espessor en l'evacuació de les terrasses. Fins i tot p/p de material auxiliar per a muntatge i subjecció a l'obra, accessoris i peces especials col·locats mitjançant unió a pressió amb junta elàstica. Totalment muntada, connexionada i provada per l'empresa instal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu).</p> <p>Inclou: Replanteig i traçat de la baixant. Presentació en sec de tubs, accessoris i peces especials. Col·locació i fixació de tubs, accessoris i peces especials. Neteja de la zona a unir, col·locació de la junta elàstica i connexió de les peces. Realització de proves de servei.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada segons documentació gràfica de Projecte.</p>								
	Baixant 75mm coberta	4	6,20			24,80			
	Baixant 50mm terrasses i aparcament	6	3,25			19,50	44,30		458,95
							44,30	10,36	458,95
1004	<p>u Filtre d'aigües pluvials de connexió en baixants</p> <p>Subministrament i instal·lació de filtre per a la neteja de partícules en suspensió en aigua pluvial, del tipus GRAFF REGENDIEB PRO GRIS o similar, col·locat en les baixants de recollida d'aigües pluvials, realitzat amb PVC, amb carcassa filtrant giratòria per millorar la connexió entre canonades, d'utilització per a superfícies de captació de fins a 200m2. Fins i tot p/p de material auxiliar per a muntatge i subjecció a l'obra, accessoris i peces especials. Totalment muntats, connexionats i provats per l'empresa ins-</p>								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIALS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	tal·ladora mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu). Inclou: Subministrament dels filtres. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Filtre a baixant	10				10,00	10,00		494,90
							10,00	49,49	494,90
1005	u Filtre pluvials intern al dipòsit								
	Subministrament i instal·lació de filtre pluvial de col·locació interior al dipòsit per a la neteja de partícules en suspensió en l'aigua de pluja recollida abans d'entrar al dipòsit per evitar la seva acumulació dins d'aquest, del model tipus OPTIMAX PRO de la casa comercial GRAFF o similar, autonetejable i de dimensions reduïdes. Inclou: Subministrament del filtre. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								
	Filtre intern	1				1,00	1,00		355,50
							1,00	355,50	355,50
1006	m Col·lector soterrat recollida pluvials								
	Subministrament i muntatge de col·lector soterrat de xarxa horitzontal de sanejament, amb arquetes, amb una pendent mínima del 2%, per a l'evacuació d'aigües pluvials, format per tub de polietilè, de 90 mm de diàmetre exterior, amb junta elàstica, col·locat sobre llit de sorra de 10 cm d'espessor, degudament compactada i anivellada amb picó vibrant de guiat manual, reblert lateral compactant fins als ronyons i posterior reblert amb la mateixa sorra fins a 30 cm per sobre de la generatriu superior de la canonada. Fins i tot juntes i lubricant per a muntatge, incloses l'excavació i el posterior reblert principal de les rases. Totalment muntat, connectat i provat mitjançant les corresponents proves de servei (incloses en aquest preu). Inclou: Replanteig i traçat del conducte en planta i pendents. Eliminació de les terres soltes del fons de l'excavació. Presentació en sec de tubs i peces especials. Abocat de la sorra en el fons de la rasa. Descens i col·locació dels col·lectors en el fons de la rasa. Muntatge de la instal·lació començant per l'extrem de capçalera. Neteja de la zona a unir, col·locació de juntes i encaix de peces. Execució del reblert envoltant. Realització de proves de servei. Criteri d'amidament de projecte: Longitud mesurada en projecció horitzontal, segons documentació gràfica de Projecte, entre cares interiors d'arquetes.								
	Col·lector	1	26,40			26,40			
		1	3,50			3,50	29,90		686,21
							29,90	22,95	686,21
1007	u Unitat de control del sistema								
	Subministrament i instal·lació de unitat de control del sistema de recollida d'aigües pluvials tipus GRAFF AQUA-SILENTIO o similar, de 0,66kW de potència, una producció de soroll de 49dB, una pressió de treball de 3-5bar, 3.600l/h de cabal màxim, alçada màxima de subministra de 35m, de mides 580x530x295mm (ample x alt x fons) i 34kg de pes. Inclús manòmetre, control automàtic de la unitat de neteja de filtres, aïllament de qualsevol font de soroll per a un funcionament silenciós, vàlvula automàtica de tres vies i realimentació d'aigua potable provinent d'una altra font diferent a la d'aigües pluvials en cas de necessitat, bomba d'impulsió de l'aigua de centrifugat tipus GRAFF KSB-SUPERINOX o similar, de funcionament silenciós i de varis nivells de potència, protecció antigèlada, pantalla LCD per a la indicació del volum d'aigua en el dipòsit, pressió operativa, etc. Inclou: Subministrament de la unitat de control. Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.								

PRESSUPOST I AMIDAMENTS

CODI	RESUM	UTS	LONGITUT	AMPLADA	ALÇADA	PARCIAIS	QUANTITAT	PREU	IMPORT
	Unitat de control	1				1,00	1,00		1.975,50
							1,00	1.975,50	1.975,50
1008	u Instal·lació i posta en marxa								
	<p>Instal·lació i posta en marxa de la instal·lació d'aprofitament d'aigües pluvials.</p> <p>Inclou: Personal tècnic qualificat instal·lador de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials. Hores necessàries per a la instal·lació. Subministrament i col·locació del dipòsit en excavació prèviament realitzada. Anivellament de la cúpula del dipòsit amb la cota de terreny. Comprovació de pèrdues d'aigua del dipòsit. Connexió del dipòsit amb la xarxa de pluvials. Presentació en sec de tubs, filtres a baixants, accessoris i peces especials. Comprovació de fugues d'aigua. Neteja de la zona a unir, col·locació de la junta elàstica i connexió de les peces. Realització de proves de servei. Instal·lació de la unitat de control. Connexió amb la xarxa d'aigua. Presentació en sec de conductes i peces especials. Comprovació del correcte funcionament de tots els components de la instal·lació. Realització de les proves de servei oportunes.</p> <p>Criteri d'amidament de projecte: Nombre d'unitats previstes segons documentació gràfica de projecte.</p>								
	Instal·lació	1				1,00	1,00		709,68
							1,00	709,68	709,68
	TOTAL 10.....								8.375,77
	TOTAL.....								309.350,74

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
01	MOVIMENT DE TERRES				
ADL005	Esbrossada i neteja del terreny	m²			
	Peó ordinari construcció.	0,016 h	15,58	0,25	
	Costos directes complementaris	2,000 %	0,30	0,01	
	Pala carregadora sobre pneumàtics de 120 kW/1,9 m ³ .	0,016 h	40,23	0,64	
	Ma d'obra				0,25
	Maquinària.....				0,64
	Altres.....				0,01
	TOTAL PARTIDA				0,90
ADE005.1	Excavació a cel obert	m³			
	Peó ordinari construcció.	0,101 h	15,58	1,57	
	Costos directes complementaris	2,000 %	1,60	0,03	
	Retrocarregadora sobre pneumàtics, de 70 kW.	0,101 h	36,52	3,69	
	Ma d'obra				1,57
	Maquinària.....				3,69
	Altres.....				0,03
	TOTAL PARTIDA				5,29
ADE010.1	Excavació de rases i pous de fonamentació	m³			
	Peó ordinari construcció.	0,321 h	15,58	5,00	
	Costos directes complementaris	2,000 %	5,00	0,10	
	Retrocarregadora sobre pneumàtics, de 70 kW.	0,321 h	36,52	11,72	
	Ma d'obra				5,00
	Maquinària.....				11,72
	Altres.....				0,10
	TOTAL PARTIDA				16,82
ASC010.1	Col·lector soterrat de sanejament	m			
	Oficial 1ª construcció.	0,100 h	19,67	1,97	
	Peó ordinari construcció.	0,100 h	15,58	1,56	
	Costos directes complementaris	2,000 %	3,50	0,07	
	Sorra de 0 a 5 mm de diàmetre.	0,300 m ³	12,02	3,61	
	Tub de PVC llis, per sanejament soterrat sense pressió, sèrie SN-4, rigidesa anular nominal 4 kN/m ² , de 125 mm de diàmetre exter	1,050 m	4,22	4,43	
	Líquid netejador per enganxat mitjançant adhesiu de tubs i accessoris de PVC.	0,045 l	11,85	0,53	
	Adhesiu per tubs i accessoris de PVC.	0,030 l	18,06	0,54	
	Dúmpier de descàrrega frontal de 2 t de càrrega útil.	0,040 h	9,27	0,37	
	Picó vibrant de guiat manual, de 80 kg, amb placa de 30x30 cm, tipus piconadora de granota.	0,294 h	3,50	1,03	
	Camió cisterna de 8 m ³ de capacitat.	0,003 h	40,08	0,12	
	Ma d'obra				3,53
	Maquinària.....				1,52
	Materials.....				9,11
	Altres.....				0,07
	TOTAL PARTIDA				14,23
ASB020	Connexió amb la xarxa general de sanejament	u			
	Oficial 1ª construcció.	1,433 h	19,67	28,19	
	Peó especialitzat construcció.	1,433 h	16,47	23,60	
	Costos directes complementaris	2,000 %	51,80	1,04	
	Morter de ciment CEM II/B-P 32,5 N tipus M-5, confeccionat en obra con 250 kg/m ³ de ciment i una proporció en volum 1/6.	0,065 m ³	115,30	7,49	
	Material per a execució de junta flexible en l'empalmament de la connexió de servei al pou de registre.	1,000 Ut	15,50	15,50	
	Compressor portàtil dièsel mitja pressió 10 m ³ /min.	0,417 h	6,92	2,89	
	Martell pneumàtic.	0,833 h	4,08	3,40	
	Ma d'obra				51,79
	Maquinària.....				6,29
	Materials.....				22,99
	Altres.....				1,04
	TOTAL PARTIDA				82,11

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
03	VIVENDA PREFABRICADA				
0301	Vivenda prefabricada a-cero	u			
			Sense descomposició		
			TOTAL PARTIDA		205.900,00

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
	tall pont				
	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,259 Ut	3,13	0,81	
	Kit compost per escaires, tapes de condensació i sortida d'aigua, i ferramentes de porta corredissa de dues fulles.	1,000 Ut	12,98	12,98	
	Ma d'obra				62,33
	Materials				730,65
	Altres.....				1,25
	TOTAL PARTIDA				794,23
0406	Finestra oscil·lobatent d'alumini de 60x60cm	u			
	Oficial 1ª serraller.	0,833 h	19,98	16,64	
	Ajudant serraller.	0,833 h	17,41	14,50	
	Costos directes complementaris	2,000 %	31,10	0,62	
	Bastiment de base d'acer galvanitzat de 30x20x1,5 mm, ensamblat mitjançant esquadres i proveït de patilles per a la fixació del	2,400 m	3,38	8,11	
	Finestra 1 fulla oscilobatent TECHNAL SOLEAL 55 VISTA, vidre 6+6/16/4 SG SUPERNEUTRAL 62/34, amb marc amb tall pont termic	1,000 u	320,28	320,28	
	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,084 Ut	3,13	0,26	
	Kit compost per escaires, tapes de condensació i sortida d'aigua, i ferramentes de finestra oscil·lobatent d'una fulla.	1,000 Ut	27,01	27,01	
	Ma d'obra				31,14
	Materials				355,66
	Altres.....				0,62
	TOTAL PARTIDA				387,42
0407	Finestra fixa d'alumini de 60x210cm	u			
	Oficial 1ª serraller.	1,083 h	19,98	21,64	
	Ajudant serraller.	1,083 h	17,41	18,86	
	Costos directes complementaris	2,000 %	40,50	0,81	
	Bastiment de base d'acer galvanitzat de 30x20x1,5 mm, ensamblat mitjançant esquadres i proveït de patilles per a la fixació del	5,400 m	3,38	18,25	
	Finestra 1 fulla fixa TECHNAL SOLEAL 55 VISTA, vidre 6+6/16/4 SG SUPERNEUTRAL 62/34, amb marc amb tall pont termic	1,000 u	199,82	199,82	
	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,203 u	3,13	0,64	
	Ma d'obra				40,50
	Materials				218,71
	Altres.....				0,81
	TOTAL PARTIDA				260,02
0408	Balconera corredissa d'alumini de 190x210cm	u			
	Oficial 1ª serraller.	1,667 h	19,98	33,31	
	Ajudant serraller.	1,667 h	17,41	29,02	
	Costos directes complementaris	2,000 %	62,30	1,25	
	Bastiment de base d'acer galvanitzat de 30x20x1,5 mm, ensamblat mitjançant esquadres i proveït de patilles per a la fixació del	8,000 m	3,38	27,04	
	Balconera 2 fulles corredisses TECHNAL SOLEAL CORREDERA 55 VISTA, vidre 6+6/16/4 SG SUPERNEUTRAL 62/34, amb marc amb tall pont	1,000 u	976,28	976,28	
	Cartutx de massilla de silicona neutra.	0,259 u	3,13	0,81	
	Kit compost per escaires, tapes de condensació i sortida d'aigua, i ferramentes de porta corredissa de dues fulles.	1,000 u	12,98	12,98	
	Ma d'obra				62,33
	Materials				1.017,11
	Altres.....				1,25
	TOTAL PARTIDA				1.080,69
0409	Panell d'ocultació d'alumini de 160x210cm	u			
	Oficial 1ª serraller.	0,750 h	19,98	14,99	
	Ajudant serraller.	0,750 h	17,41	13,06	
	Costos directes complementaris	2,000 %	28,10	0,56	
	Panell d'ocultacilo gamma TECHNAL NOTEAL CORREDERA de 160x210cm d'alumini lacat	1,000 u	563,69	563,69	
	Kit compost per escaires, guies, cargols d'acer inoxidable, etc.	1,000 u	9,45	9,45	
	Ma d'obra				28,05
	Materials				573,14
	Altres.....				0,56
	TOTAL PARTIDA				601,75
0410	Panell d'ocultació d'alumini de 160x120cm	u			
	Oficial 1ª serraller.	0,750 h	19,98	14,99	
	Ajudant serraller.	0,750 h	17,41	13,06	
	Costos directes complementaris	2,000 %	28,10	0,56	
	Panell d'ocultacilo gamma TECHNAL NOTEAL CORREDERA de 160x120cm d'alumini lacat	1,000 u	473,29	473,29	

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
05	SISTEMES IL·LUMINACIÓ NATURAL				
0501	Conducte solar + cúpula + difusor de 300mm de diàmetre	u			
	Oficial 1ª construcció.	2,250 h	19,67	44,26	
	Peó ordinari construcció.	1,125 h	15,58	17,53	
	Costos directes complementaris	2,000 %	61,80	1,24	
	Conducte DEPLOSUN GLASS TOP CÚPULA CRISTAL REDONDO + DIFUSOR ESTANDAR GTR300	1,000 u	609,95	609,95	
	Material auxiliar obra	1,000 u	6,25	6,25	
	Ma d'obra				61,79
	Materials				616,20
	Altres.....				1,24
	TOTAL PARTIDA				679,23
0502	Conducte solar + cúpula + difusor de 400mm de diàmetre	u			
	Oficial 1ª construcció.	2,250 h	19,67	44,26	
	Peó ordinari construcció.	1,125 h	15,58	17,53	
	Costos directes complementaris	2,000 %	61,80	1,24	
	Conducte DEPLOSUN GLASS TOP CÚPULA CRISTAL REDONDO + DIFUSOR ESTANDAR GTR400	1,000 u	742,50	742,50	
	Material auxiliar obra	1,000 u	6,25	6,25	
	Ma d'obra				61,79
	Materials				748,75
	Altres.....				1,24
	TOTAL PARTIDA				811,78
0503	Transport conductes solars	u			
	Transport a ZONA 2 (Girona) de conducte GTR300. 5 unitats	1,000 u	83,00	83,00	
	Transport a ZONA 2 (Girona) de conducte GTR400. 2 unitats	1,000 u	45,00	45,00	
	Materials				128,00
	TOTAL PARTIDA				128,00
0504	Sistema captació llum solar per fibra òptica	u			
	Oficial 1ª instal·lador	1,250 h	20,33	25,41	
	Ajudant instal·lador	1,250 h	17,32	21,65	
	Costos directes complementaris	2,000 %	47,10	0,94	
	Panell de captació PARANS SP2.1	1,000 u	545,00	545,00	
	Lluminària interior PARANS L1 SMALL	4,000 u	14,95	59,80	
	Cable transmissió de la llum 6mm de diàmetre de 16 fibres òptiques	22,000 m	0,68	14,96	
	Estructura alumini 30º suport panells captació llum solar	1,000 u	27,95	27,95	
	Material auxiliar de la instal·lació	3,000 u	2,50	7,50	
	Ma d'obra				47,06
	Materials				655,21
	Altres.....				0,94
	TOTAL PARTIDA				703,21

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
06	INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA				
0601	Bomba de calor geotèrmica ECOFOREST ECOGEOC2 3-12	u			
	Bomba de calor geotèrmica ECOFOREST ECOGEOC2 3-12	1,000 u	8.769,00	8.769,00	
	Dipòsit d'inèrcia galvanitzat interior de 170l	1,000 u	411,00	411,00	
	Vasos d'expansió de 25l	1,000 u	33,00	33,00	
	Valvuleria i accessoris	1,000 u	320,00	320,00	
	Canonades i aïllament	18,000 m	23,33	419,94	
	Material elèctric vari	1,000 u	250,00	250,00	
	Instal·lació i posta en marxa	1,000 u	1.540,00	1.540,00	
	Ma d'obra				1.540,00
	Materials				10.202,94
	TOTAL PARTIDA				11.742,94
0602	Sistema de captació enterrat exterior	u			
	Excavació terres a 3,50m de profunditat	763,000 m³	4,96	3.784,48	
	Intercanviador de plaques inoxidable ALFA LAVAL	1,000 u	1.160,00	1.160,00	
	Canonada PE DN40 PN16 i accessoris	250,000 m	2,56	640,00	
	Anticongelant glicol intercanviador de temperatura	31,500 m³	5,55	174,83	
	Instal·lació i posta en marxa	1,000 u	860,00	860,00	
	Ma d'obra				860,00
	Materials				5.759,31
	TOTAL PARTIDA				6.619,31
0603	Terra radiant per a calefacció i refrigeració per a 160m2	u			
	Tub de polietilè reticulat PE-Xa 16x2mm	1.440,000 m	1,25	1.800,00	
	Mallatzo per a la subjecció i distribució dels conductes	160,000 m²	2,26	361,60	
	Caixa grapes de 8mm (caixa de 1000uts.)	4,000 u	50,00	200,00	
	Rotlle cinta autoadhesiva (50m/rotlle)	4,000 u	2,04	8,16	
	Cinta perimetral 160x8mm (rotlle de 25m)	6,000 u	10,00	60,00	
	Col·lector CONFORT 90 en llautó 11 circuits	2,000 u	192,73	385,46	
	Armari per empotrar UP 90-1 (7-12 sortides)	2,000 u	127,37	254,74	
	Kit de claus esfèriques estàndard 1" IG/1" IG per connexió	3,000 u	26,73	80,19	
	Corvatubs 90° per a tub de 14-17mm	36,000 u	1,24	44,64	
	Racors unió tub-col·lector 3/4" per a tub de PE	36,000 u	2,42	87,12	
	Additiu per a morter W 200 S 10kg	4,000 kg	20,80	83,20	
	Instal·lació i posta en marxa	1,000 u	1.420,00	1.420,00	
	Ma d'obra				1.420,00
	Materials				3.365,11
	TOTAL PARTIDA				4.785,11
0604	Sistema de control terra radiant 160m2 - bombeig i control 1 zona	u			
	Grup de bombeig DN25 amb mescladora de 3 vies i actuator amb bomba GRUNDFOS ALPHA 2 15-60 classe A	1,000 u	640,00	640,00	
	Centraleta de gestió terra radiant per a una zona amb sondes de temperatura exterior i terra	1,000 u	480,00	480,00	
	Canonades i aïllament PE	6,850 m	23,33	159,81	
	Cablejat i petit material elèctric	1,000 u	120,00	120,00	
	Instal·lació i posta en marxa	1,000 u	450,00	450,00	
	Ma d'obra				450,00
	Materials				1.399,81
	TOTAL PARTIDA				1.849,81

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
07	INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ				
0701	Conducte rectangular de polipropilè de 0,22x0,11m	m			
	Oficial 1ª muntador.	0,100 h	20,33	2,03	
	Ajudant muntador.	0,050 h	17,34	0,87	
	Costos directes complementaris	2,000 %	2,90	0,06	
	Tub rectangular de polipropilè, de 220x110mm SIBER ESTANCO CLIC	1,050 m	9,33	9,80	
	Material auxiliar per muntatge i subjecció dels conductes	0,500 Ut	0,32	0,16	
	Ma d'obra				2,90
	Materials				9,96
	Altres.....				0,06
	TOTAL PARTIDA				12,92
0702	Conducte rectangular de polipropilè de 0,22x0,055m	m			
	Oficial 1ª muntador.	0,100 h	20,33	2,03	
	Ajudant muntador.	0,050 h	17,34	0,87	
	Costos directes complementaris	2,000 %	2,90	0,06	
	Tub rectangular de polipropilè de 220x55mm SIBER ESTANCO CLIC	1,050 m	5,40	5,67	
	Material auxiliar per muntatge i subjecció dels conductes	0,500 Ut	0,19	0,10	
	Ma d'obra				2,90
	Materials				5,77
	Altres.....				0,06
	TOTAL PARTIDA				8,73
0703	Reixeta de plàstic per a admissió i extracció	Ut			
	Oficial 1ª muntador.	0,165 h	20,33	3,35	
	Costos directes complementaris	2,000 %	3,40	0,07	
	Reixeta de plàstic EUROCLIMA E-H1 amb lamel·les horitzontals fixes color RAL 9010	1,000 Ut	10,15	10,15	
	Ma d'obra				3,35
	Materials				10,15
	Altres.....				0,07
	TOTAL PARTIDA				13,57
0704	Recuperador de calor	Ut			
	Oficial 1ª muntador.	0,525 h	20,33	10,67	
	Ajudant muntador.	0,525 h	17,34	9,10	
	Costos directes complementaris	2,000 %	19,80	0,40	
	Recuperador de calor MITSUBISHI LOSSNAY LGH-65RX5-E	1,000 Ut	2.795,00	2.795,00	
	Ma d'obra				19,77
	Materials				2.795,00
	Altres.....				0,40
	TOTAL PARTIDA				2.815,17
0705	Sistema geotèrmic bescanviador de calor aire-terra	Ut			
	Oficial 1ª lampista.	2,500 h	20,33	50,83	
	Ajudant lampista.	1,250 h	17,32	21,65	
	Oficial 1ª muntador.	2,500 h	20,33	50,83	
	Ajudant muntador.	1,250 h	17,34	21,68	
	Peó ordinari construcció.	3,000 h	15,58	46,74	
	Costos directes complementaris	2,000 %	191,70	3,83	
	Sorra de 0 a 5 mm de diàmetre.	9,361 m³	12,02	112,52	
	Conducte geotèrmic de (PEHD), de 200 mm de diàmetre	63,000 m	42,25	2.661,75	
	Presa d'aire exterior, d'acer galvanitzat, de 300x300x800 mm, model PAG "SIBER", amb connexió per a conducte de 200 mm de diàmet	1,000 Ut	485,00	485,00	
	Reixeta mural d'alumini, de 165x165 mm, model ME 125 "SIBER", amb maneguet telescòpic de 125 mm de diàmetre.	1,000 Ut	29,50	29,50	
	Kit de punt d'inspecció, per a exterior, amb sífó de 400 mm de diàmetre i 2450 mm d'altura, model POZO 300 EXT "SIBER", amb tapa	1,000 Ut	290,00	290,00	
	Kit de control automàtic d'admissió d'aire, model RR 125 M1 PAG "SIBER", format per un registre motoritzat (regulador de cabal d	1,000 Ut	505,00	505,00	
	Miniretroexcavadora sobre pneumàtics, de 37,5 kW.	3,000 h	45,70	137,10	
	Ma d'obra				191,73
	Maquinària.....				137,10
	Materials				4.083,77
	Altres.....				3,83
	TOTAL PARTIDA				4.416,43

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
08	INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA				
0801	Mòdul AIXITEC AC-250P/156-60S 250Wp (1000Wp) Mòdul AIXITEC AC-250P/156-60S 250Wp (1000Wp)	u 1,000 u	210,00	210,00	
		Materials			210,00
		TOTAL PARTIDA			210,00
0802	Bateria 2V HOPPECKE 8 OPzS 800 de 1820Ah C100 Bateria 2V HOPPECKE 8 OPzS 800 de 1820Ah C100	u 1,000 u	410,00	410,00	
		Materials			410,00
		TOTAL PARTIDA			410,00
0803	Regulador de càrrega OUTBACK FM60-150VDC 60A Regulador de càrrega OUTBACK FM60-150VDC 60A	u 1,000 u	620,00	620,00	
		Materials			620,00
		TOTAL PARTIDA			620,00
0804	Inversor/carregador STUDER XTH 6000-48 500W i 100A a 48V Inversor/carregador STUDER XTH 6000-48 500W i 100A a 48V	u 1,000 u	3.737,65	3.737,65	
		Materials			3.737,65
		TOTAL PARTIDA			3.737,65
0805	Estructura suport mòduls fotovoltaics d'alumini d'inclinació regulable Estructura alumini recolzament moduls fotovoltaics Peanes de formigó armat de 0,20x0,20x0,50m	u 1,000 u 16,000 u	215,00 12,00	215,00 192,00	
		Materials			407,00
		TOTAL PARTIDA			407,00
0806	Centraleta remota i de programació RCC-02 Centraleta RCC-02	u 1,000 u	278,35	278,35	
		Materials			278,35
		TOTAL PARTIDA			278,35
0807	Set de connexió MC4 Set de connexió MC4 (Macho/hembra)	u 1,000 u	5,00	5,00	
		Materials			5,00
		TOTAL PARTIDA			5,00
0808	Cables, fusibles i petit material Cable unipolar H07V-K amb conductor multifilar de coure classe 5 (-K) de 6 mm ² de secció, amb aïllament de PVC (V), sent la seva Interruptor diferencial instantani, 2P/40A/30mA, de 2 mòduls, inclús p/p d'accessoris de muntatge. Segons UNE-EN 61008-1. Interruptor automàtic magnetotèrmic, amb 6 kA de poder de tall, de 32 A d'intensitat nominal, corba C, bipolar (2P), de 2 mòduls Altra petit material	u 65,000 m 2,000 Ut 5,000 Ut 1,000 u	0,93 93,73 26,83 77,94	60,45 187,46 134,15 77,94	
		Materials			460,00
		TOTAL PARTIDA			460,00
0809	Instal·lació i posta en marxa Oficial 1ª instal·lador de captadors solars. Ajudant instal·lador de captadors solars. Costos directes complementaris Posta en marxa de la instal·lació fotovoltaica	u 32,000 h 16,000 h 2,000 % 1,000 u	23,33 20,32 1.071,70 2.306,01	746,56 325,12 21,43 2.306,01	
		Ma d'obra			1.071,68
		Altres.....			2.327,44
		TOTAL PARTIDA			3.399,12

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
09	INSTAL·LACIÓ ABATSTAMENT AIGUA POTABLE				
0901	Pou d'abastament d'aigua potable	u			
	Oficial 1ª construcció.	40,000 h	19,67	786,80	
	Peó ordinari construcció.	32,000 h	15,58	498,56	
	Costos directes complementaris	2,000 %	1.285,40	25,71	
	Tub de formigó en massa de 1,30m de diàmetre, 1m d'alçada i 5cm de gruix de juntes encadellades	32,000 u	47,70	1.526,40	
	Apuntalament i entibació aplevat de rases i pous de 2 m d'amplada com a màxim	8,500 m²	42,98	365,33	
	Retroexcavadora hidràulica sobre pneumàtics, de 115 kW.	24,000 h	36,52	876,48	
	Ma d'obra				1.285,36
	Maquinària				876,48
	Materials				1.891,73
	Altres				25,71
	TOTAL PARTIDA				4.079,28
0902	Sistema de bombeig	u			
	Oficial 1ª lampista.	0,633 h	20,33	12,87	
	Ajudant lampista.	0,633 h	17,32	10,96	
	Costos directes complementaris	2,000 %	23,80	0,48	
	Bomba submergible per a pous ESPA AQUARIA 7M N	1,000 u	434,00	434,00	
	Filtre retenidor de residus de llautó, amb tamis d'acer inoxidable amb perforacions de 0,4 mm de diàmetre, amb rosca de 3/4", pe	1,000 Ut	8,09	8,09	
	Vàlvula de retenció de llautó per roscar de 3/4".	1,000 Ut	3,35	3,35	
	Vàlvula de seient de llautó, de 3/4" de diàmetre, amb maneta i embellidor d'acer inoxidable.	2,000 Ut	10,45	20,90	
	Material auxiliar per a instal·lacions de lampisteria.	4,000 Ut	1,40	5,60	
	Ma d'obra				23,83
	Materials				471,94
	Altres				0,48
	TOTAL PARTIDA				496,25
0903	Sistema de depuració de l'aigua	u			
	Lampista	0,633 h	17,32	10,96	
	Costos directes complementaris	2,000 %	11,00	0,22	
	Equip òsmosis AGUAPUR ECODEPUR 18 PUMP	1,000 u	344,00	344,00	
	Prefiltre de sediments de 5 micres	1,000 u	7,90	7,90	
	Filtre de carbó actiu granular (GAC)	1,000 u	7,90	7,90	
	Filtre de carbó activat en bloc de 10 micres	1,000 u	7,90	7,90	
	Postfiltre de carbó de coco	1,000 u	7,90	7,90	
	Material auxiliar per a la instal·lació	6,000 u	3,40	20,40	
	Ma d'obra				10,96
	Materials				396,00
	Altres				0,22
	TOTAL PARTIDA				407,18

QUADRE DE DESCOMPOSATS

CODI	RESUM	QUANTITAT UT	PREU	SUBTOTAL	IMPORT
10	INSTAL·LACIÓ APROFITAMENT AIGUES PLUVIALS				
1001	Excavació forat per a soterrament de dipòsit	m³			
	Peó ordinari construcció.	0,080 h	15,58	1,25	
	Costos directes complementaris	2,000 %	1,30	0,03	
	Retrocarregadora sobre pneumàtics, de 70 kW.	0,080 h	36,52	2,92	
	Ma d'obra				1,25
	Maquinària.....				2,92
	Altres.....				0,03
	TOTAL PARTIDA				4,20
1002	Dipòsit pluvials GRAFF CARAT XL de 9.600 litres	u			
	Dipòsit pluvials GRAFF CARAT XL de 9.600l	1,000 u	3.465,00	3.465,00	
	Materials				3.465,00
	TOTAL PARTIDA				3.465,00
1003	Baixant de polietilè de recollida d'aigües pluvials	m			
	Oficial 1ª lampista.	0,167 h	20,33	3,40	
	Ajudant lampista.	0,083 h	17,32	1,44	
	Costos directes complementaris	2,000 %	4,80	0,10	
	Material auxiliar per a muntatge i subjecció a l'obra de les canonades de polipropilè amb nivell d'insonorització mig, de 75 mm	1,000 Ut	0,79	0,79	
	Tub de polietilè de 75 mm de diàmetre i 2,6 mm de gruix	0,333 m	5,80	1,93	
	Tub de polietilè de 50 mm de diàmetre i 1,8 mm de gruix	0,666 m	4,05	2,70	
	Ma d'obra				4,84
	Materials				5,42
	Altres.....				0,10
	TOTAL PARTIDA				10,36
1004	Filtre d'aigües pluvials de connexió en baixants	u			
	Filtre aigües pluvials GRAFF REGENDIEB PRO connexió a baixant	1,000 u	49,49	49,49	
	Materials				49,49
	TOTAL PARTIDA				49,49
1005	Filtre pluvials intern al dipòsit	u			
	Filtre purificació pluvials GRAFF OPTIMAX	1,000 u	355,50	355,50	
	Materials				355,50
	TOTAL PARTIDA				355,50
1006	Col·lector soterrat recollida pluvials	m			
	Oficial 1ª construcció.	0,116 h	19,67	2,28	
	Peó ordinari construcció.	0,116 h	15,58	1,81	
	Oficial 1ª lampista.	0,140 h	20,33	2,85	
	Ajudant lampista.	0,070 h	17,32	1,21	
	Costos directes complementaris	2,000 %	8,20	0,16	
	Sorra de 0 a 5 mm de diàmetre.	0,199 m³	12,02	2,39	
	Tub de polietilè de 90mm de diàmetre	1,050 m	11,01	11,56	
	Dúmpfer de descàrrega frontal de 2 t de càrrega útil.	0,016 h	9,27	0,15	
	Picó vibrant de guiat manual, de 80 kg, amb placa de 30x30 cm, tipus piconadora de granota.	0,130 h	3,50	0,46	
	Camió cisterna de 8 m³ de capacitat.	0,002 h	40,08	0,08	
	Ma d'obra				8,15
	Maquinària.....				0,69
	Materials				13,95
	Altres.....				0,16
	TOTAL PARTIDA				22,95
1007	Unitat de control del sistema	u			
	Unitat de control GRAFF AQUA CENTER SILENTIO	1,000 u	1.975,50	1.975,50	
	Materials				1.975,50
	TOTAL PARTIDA				1.975,50
1008	Instal·lació i posta en marxa	u			
	Oficial 1ª lampista.	24,000 h	20,33	487,92	
	Ajudant lampista.	12,000 h	17,32	207,84	
	Costos directes complementaris	2,000 %	695,80	13,92	
	Ma d'obra				695,76
	Altres.....				13,92
	TOTAL PARTIDA				709,68

RESUM DE PRESSUPOST

CAPÍTOL	RESUM	IMPORT	%
01	MOVIMENT DE TERRES	2.763,07	0,89
02	FONAMENTACIÓ	3.125,31	1,01
03	VIVENDA PREFABRICADA	210.018,00	67,89
04	OBERTURES I PROTECCIONS SOLARS	16.979,28	5,49
05	SISTEMES IL·LUMINACIÓ NATURAL	7.257,34	2,35
06	INSTAL·LACIÓ GEOTÈRMICA	24.997,17	8,08
07	INSTAL·LACIÓ DE VENTILACIÓ	8.254,72	2,67
08	INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA	22.101,12	7,14
09	INSTAL·LACIÓ ABATSTAMENT AIGUA POTABLE	5.478,96	1,77
10	INSTAL·LACIÓ APROFITAMENT AIGUES PLUVIALS.....	8.375,77	2,71
	PRESSUPOST D' EXECUCIÓ MATERIAL	309.350,74	
	19,00 % Despeses i benefici industrial	58.776,64	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ SENSE IVA	368.127,38	
	10% IVA	36.812,74	
	PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ	404.940,12	

Puja el pressupost l'esmentada quantitat de QUATRE-CENTS QUATRE MIL NOU-CENTS QUARANTA EUROS amb DOTZE CÈNTIMS

Caldes de Malavella, 5 de setembre del 2014.

4. ESTUDI DE VIABILITAT ECONÒMICA DEL PROJECTE

Per finalitzar amb el present projecte final de grau, s'ha considerat oportú i necessari realitzar un petit estudi de comparació de costos entre la vivenda prefabricada sostenible tractada en aquest estudi, respecte una de convencional¹⁶, de característiques similars, la qual tingui unes condicions constructives i unes instal·lacions convencionals, amb l'objectiu de fer-nos una idea del cost que representa construir una vivenda "gairebé" autosuficient, i valorar si, actualment, surt rentable o no realitzar una vivenda d'aquestes característiques.

L'objectiu d'aquest apartat és determinar les següents premisses:

- Valorar el cost que suposa executar la vivenda exposada en el present projecte final de grau, respecte el cost de la vivenda a-cero sense les característiques sostenibles i autosuficients aportades i respecte el cost d'execució d'una vivenda convencional de característiques comparables amb la vivenda escollida sense els aspectes sostenibles i autosuficients.
- Valorar la millora de l'eficiència energètica que suposa la vivenda estudiada respecte la vivenda convencional de A-cero.
- Valorar econòmicament l'estalvi en factures que es permet.
- Estimar el temps que es trigarà en amortitzar el cost que suposen les instal·lacions renovables.

4.1. COMPARACIÓ DE COSTOS D'EXECUCIÓ

El primer dels objectius de l'estudi de viabilitat del projecte és comparar el cost que suposa construir la vivenda prefabricada autosuficient estudiada en el projecte, amb la vivenda prefabricada tal i com l'estableix A-cero i comparar-la també amb el cost d'una vivenda convencional de característiques semblants, en quant a superfícies, tipus i nombre d'estances. Obtenim els següents costos¹⁷:

- El cost proporcionat per a-cero, del model de la vivenda escollit (CUBIC EVOLUTION) és de 290.000€ de pressupost base de licitació amb IVA i de **205.900€** de PEM. Aquest preu no inclou les activitats de moviment de terres ni fonamentació. El cost amb aquestes dues activitats és de **211.788,38€** de PEM.

¹⁶ Per vivenda convencional ens referim a aquella que ha estat construïda o es construirà mitjançant el sistema més emprat en el nostre país: construcció in situ d'estructura de formigó armat i tancaments i separacions de fàbrica, amb instal·lacions que funcionin amb electricitat o gas provinent de xarxa pública, de recurs no renovable.

¹⁷ Aquests preus no inclouen el valor del solar. Ens referirem sempre a costos d'execució material

- El cost d'execució material resultant d'aplicar-li a la vivenda prefabricada les característiques sostenibles i autosuficients és de **309.350,74€**
- El cost d'execució material d'una vivenda comparable és de **353.430€** (en aquest cas s'ha agafat una vivenda model de referència, de 297m² formada per PS+PB+PP, de la revista de costos de la construcció CONSTRUC del 2n trimestre de 2014).

CEM vivenda A-cero	CEM vivenda A-cero amb millores	CEM vivenda convencional
211.788,38€	309.350,74€	353.430,00€

Taula representativa dels diferents costos analitzats.

Finalment, podem veure que el cost d'execució material resultant de donar-li a la vivenda característiques sostenibles i autosuficients, resulta un **25,5%** més car (97.562,36€) (incloent la millora en l'envoltant, la millora en la il·luminació natural i les instal·lacions amb criteris energètics renovables) que optar per la vivenda prefabricada proposada per A-cero. Tot i que el cost de la vivenda estudiada resulta força més elevat, caldrà veure l'estalvi d'energia que suposen les millores i les instal·lacions proposades i si aquest cost es pot rendibilitzar abans de la fi de la seva vida útil.

Analitzant el pressupost, podem observar que gran part d'aquest augment de cost és degut a les noves instal·lacions definides: geotèrmia, fotovoltaica i abastament i aprofitament d'aigües. Concretament aquestes suposen un cost de **69.207,74€**. La millora de les característiques de l'envoltant, incloent millora en els tancaments i en les obertures, suposen una inversió de **14.585,55€**. La resta, **13.769,07€**, son causats per els sistemes d'il·luminació natural i de protecció solar.

La diferència entre el cost d'execució material de la vivenda prefabricada, sense les millores aportades, i la vivenda convencional és de **141.641,62€**, el que demostra que optar per una vivenda prefabricada resulta molt més econòmic que optar per una de convencional. Amb tot, també cal tenir present que "A-cero" és un fabricant de vivendes prefabricades de disseny, amb un estil modern i minimalista, el preu de les quals està per sobre d'altres fabricants del sector.

4.2. VALORACIÓ DE LA MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA DE LA VIVENDA

Per valorar l'estalvi energètic que suposa la vivenda estudiada, feta més eficient energèticament, en la qual s'han millorat els tancaments i les instal·lacions, ho fem comparant els càlculs de les pèrdues de calor i dels guanys tèrmics que es produeixen en la vivenda estudiada, respecte els que es produeixen en la vivenda proposada per a-cero. Bàsicament, es tracta de canviar els valors

de les transmitàncies dels tancaments i desestimar la recuperació de calor (veure càlculs a ANNEX 8. Comparació de les càrregues tèrmiques de la vivenda proposada per a-cero respecte la vivenda millorada en el present PFG):

Pèrdues/guanys tèrmics	Situació d'hivern (pèrdues en calefacció)	Situació d'estiu (pèrdues en refrigeració)
Vivenda proposada per a-cero	8.365,88kcal/h	14.240,48kcal/h
Vivenda PFG eficient energèticament	4.975,60kcal/h	10.729,98kcal/h
MILLORA	40,53%	24,65%

Anàlisi comparatiu de càrregues tèrmiques entre la vivenda de A-cero i la vivenda millorada energèticament.

Vistos els resultats, veiem que la millora de l'eficiència energètica de la vivenda en condicions d'hivern, és a dir, les pèrdues calorífiques, es redueixen un **40,53%**, el que comporta el mateix percentatge d'estalvi en calefacció. En condicions d'estiu, els guanys tèrmics procedents de l'exterior es redueixen un **24,65%**, el que comporta el mateix percentatge d'estalvi en la refrigeració de la vivenda.

Mitjançant aquesta comprovació, podem determinar que, aquestes reduccions de pèrdues energètiques són degudes a la millora de l'envoltant de la vivenda, la qual només representa una inversió de 14.585,55€ el que vol dir que, tinguem el tipus d'instal·lacions que tinguem, ja sigui un tot elèctric o les instal·lacions amb criteris energètics renovables proposades en el treball, reduïrem el seu consum fins a un 40% respecte a la vivenda inicial.

4.3. AMORTITZACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

Un cop vist que la vivenda estudiada en el present PFG, en la qual s'ha millorat l'envoltant i s'han proposat noves instal·lacions amb criteris energètics renovables, resulta força més cara que la vivenda inicial de A-cero, bàsicament degut a l'elevat cost que suposen les instal·lacions definides, s'ha volgut determinar el temps que es trigaria en amortitzar aquest sobrecost motivat per les instal·lacions, amb l'objectiu de veure si és viable la realització d'una vivenda amb característiques sostenibles i autosuficients.

Per començar, s'ha realitzat un càlcul aproximat del que es pot estalviar en les factures d'electricitat i d'aigua en la vivenda tractada, partint del cas que es tractés d'un sistema tot elèctric i suposant que aquesta estigués connectada a xarxa de carrer, suposant un ús d'una família de 4 membres a la província de Girona:

- **Electricitat:** Suposant el consum d'electricitat de 660kWh mensuals detallats en el càlcul de consums elèctrics de la vivenda en l'apartat 2.8.3.11. *Càlculs de la instal·lació fotovoltaica*, tenint en compte el cost per potència contractada (9.200W), el lloguer d'equips i l'impost d'electricitat, el cost anual aproximat de la factura d'electricitat és de **3.300,00€/any**.
- **Aigua:** Per a aquesta valoració es desestima l'existència de la xarxa d'aprofitament d'aigües pluvials.
Suposant un consum mitjà de 30m³ d'aigua mensuals, i tenint en compte les taxes municipals que comporten l'ús d'aquest servei i l'IVA, el cost anual aproximat de la factura de l'aigua potable és de **700€/any**.

En la vivenda tractada en el treball només es produeix un consum elèctric de 420kWh mensuals deguts al consum d'electricitat de xarxa elèctrica de la bomba de calor geotèrmica (degut a que si s'inclou aquest aparell a la instal·lació solar fotovoltaica aquesta resultaria desproporcionada. Veure apartat 2.8.3.11. *Càlculs de la instal·lació fotovoltaica*). El cost en la factura d'electricitat degut a aquest consum és d'uns **1.900€/any**. Com que l'aigua utilitzada prové d'un pou i s'aprofiten les aigües pluvials, es pot considerar que el seu consum, en aquesta factura, és nul. Per tant, l'estalvi anual aproximat que es produeix en la vivenda estudiada és de **2.100€**

$$\text{Estalvi anual} = 3.300\text{€ d'electricitat} + 700\text{€ d'aigua} = 4.000\text{€ anuals}$$

$$\text{Estalvi anual total} = 4.000\text{€} - 1.900\text{€} = 2.100\text{€ anuals}$$

Segons el pressupost realitzat:

- El cost que representa realitzar la instal·lació solar fotovoltaica és de **22.101,12€**
- El cost que representa la instal·lació geotèrmica (per obtenir calefacció, refrigeració i ACS) és de **24.997,17€**
- El cost que representa la instal·lació de captació d'aigua potable i de reutilització d'aigües pluvials és de **13.854,73€**

Per tant, el cost total de les tres instal·lacions és de **60.953,02€**

Cal tenir present, que actualment, segons el *Real decret llei 2/2013, d'1 de febrer, de mesures urgents en el sistema elèctric i en el sector financer*, s'han eliminat les subvencions que es donaven per part del govern, d'un import un 575% superior al cost del kWh normal, per a la producció d'energia fotovoltaica en les vivendes. Amb el consegüent, el temps d'amortització d'aquesta instal·lació s'allarga, fent que aquesta, en la majoria dels casos, ja no surti rentable.

Amb les dades obtingudes, podem determinar que, a dia d'avui, el temps d'amortització de les instal·lacions renovables establertes en la vivenda és de **25 anys**:

$$\text{Amortització} = 60.953,02\text{€}/2.100\text{€ anuals} = 29\text{anys}$$

$$\text{Amortització instal·lació fotovoltaica} = \frac{22.101,12\text{€}}{3.300 - 1.900\text{€ anuals}} = 16\text{ anys}$$

$$\text{Amortització instal·lació aigües} = 13.854,73\text{€}/700\text{€ anuals} = 19,8\text{ anys}$$

Amb aquests càlculs es demostra que, a dia d'avui, no és gaire viable realitzar una vivenda amb instal·lacions amb criteris renovables, ja que el cost d'aquestes triga més temps en amortitzar-se que la vida útil de les pròpies instal·lacions, obtenint un cost per unitat d'energia més elevat que el cost que es paga per estar connectat a xarxa pública. Això no vol dir que d'aquí a un temps surtin noves subvencions per a energies renovables per part del govern, o altres ajudes equivalents, amb les quals el temps d'amortització es pugui reduir i fent d'aquesta manera que la instal·lació d'aquests sistemes sigui més viable.

5. CONCLUSIONS DEL TREBALL

Després d'haver desenvolupat, estudiat i treballat els diferents objectius establerts en el present projecte final de grau, a continuació procediré a analitzar els resultats obtinguts i extreure unes conclusions a partir d'aquests.

El primer dels objectius establerts en el present estudi, era millorar **l'eficiència energètica** d'una vivenda prefabricada definida pel projecte bàsic, a través de l'estudi i millora de la composició del seu envoltant espacial. Aquest objectiu s'ha aconseguit: disminuint fins a un 40% les pèrdues energètiques de la vivenda i, conseqüentment, disminuint el consum en la climatització d'aquesta. El segon dels objectius del treball, era aconseguir aquesta **millora en l'eficiència energètica** de la vivenda a través de la introducció d'aspectes bioclimàtics, tals com la ubicació, orientació i il·luminació natural de la vivenda. Cal dir que una part d'aquesta millora, s'ha aconseguit gràcies a aquests factors.

El tercer objectiu principal establert, era projectar **les instal·lacions amb criteris energètics renovables** en la vivenda estudiada per tal d'aconseguir que aquesta es pugui autosubministrar la major part de l'energia i de l'aigua que necessita. Aquest objectiu també s'ha aconseguit, ja que s'ha dissenyat una instal·lació geotèrmica la qual abasta tota la climatització i producció de ACS de la vivenda; s'ha dissenyat un sistema de ventilació mecànica integral de la vivenda el consum del qual és reduït gràcies a la incorporació d'un sistema d'intercanvi de temperatures entre el subsòl i l'aire; tot i que no s'ha volgut realitzar en la seva totalitat un sistema fotovoltaic per abastar tota la demanda energètica prevista, degut a la necessitat de múltiples plaques i bateries i a l'elevat cost que aquests representen, aquest cobreix una part important de la demanda total de la vivenda, reduint el consum d'energia provinent de xarxa; i finalment, s'ha realitzat **un sistema d'abastament d'aigua de pou i de aprofitament de l'aigua de la pluja** el qual cobreix totes les necessitats previstes.

Analitzant l'estudiat, en els diferents apartats del present projecte, podem apreciar que, tant la instal·lació fotovoltaica com la instal·lació geotèrmica, resulten uns sistemes molt eficients energèticament, però avui no resulten econòmicament rentables degut principalment a criteris d'indole política i del propi cost de la seva instal·lació.

Un dels aspectes més rellevants a concloure, és el fet que gran part de la millora aconseguida en l'eficiència energètica de la vivenda és deguda a la millora en les prestacions de la seva envoltant espacial, bàsicament gràcies a l'augment del gruix d'aïllament. Amb això, es pot observar que, mitjançant una petita inversió econòmica de més, respecte al cost de la vivenda inicial, el balanç tèrmic d'aquesta es millora considerablement fins a un 40%, es a dir, es redueix la transmissió

tèrmica un 40%, el qual és directament proporcional a la quantitat d'energia consumida en la seva climatització. El sobrecost d'execució material que representa aquesta millora és de només 4.118€ en aïllament tèrmic de les parts massisses i de 14.585,55 € en total incloent-hi les finestres, la qual quantitat es pot amortitzar en sis anys.

En les instal·lacions renovables no intervenen criteris de rendibilitat exactes, ja que aquests tenen influència política i de cost variable en el temps de les pròpies instal·lacions. És a dir, si es realitzés la instal·lació avui es pot pagar un preu per aquesta el qual es rentabilitzarà en un temps determinat, però demà poden sortir noves subvencions o ajudes similars per part del govern, que ajudin a reduir aquest temps d'amortització i si es realitza aquesta mateixa instal·lació el dia de demà, aquesta sortirà més rentable. La rendibilitat també depèn de la qualitat i del tipus d'equips utilitzats en la instal·lació, així com del professional que la porta a obra, ja que ens podem trobar amb una gran varietat de costos diferents.

Finalment, he de dir que el que pretenc amb la realització d'aquest estudi, no és tant determinar una rendibilitat econòmica de les millores passives i actives energètiques de la vivenda, sinó pròpiament de projectar-les i executar-les pel que per elles mateixes representen, actualment i en un futur proper, en quant a no tenir tant dependència de energies fòssils.

També, un dels motius pels quals he decidit optar per realitzar aquest projecte, és perquè crec que en un futur proper, cada cop es tendirà més cap a la prefabricació dels habitatges, degut principalment a la seva rapidesa d'execució i el seu cost inferior respecte als sistemes tradicionals. A més, a parer meu, les instal·lacions renovables seran les instal·lacions de les vivendes del futur, tal vegada no d'un futur proper, però si del futur a mig plaç, ja que la societat del segle XXI sens dubte tendirà a una menor dependència del petroli.

Finalment, he de dir que la realització d'aquest projecte, m'ha servit per a augmentar els coneixements rebuts durant els estudis del Grau en Arquitectura Tècnica, en un àmbit amb el qual estic força interessat i que crec que serà, tal com ja he dit, una de les vies per les quals anirà l'edificació del futur i, qui sap, pot ser la meva futura professió.

6. BIBLIOGRAFIA

➤ VIVENDA PREFABRICADA

- www.a-cero.com
- www.euronit.es
- www.werzalit.com
- www.hormipresa.com

➤ MESURES D'ESTALVI ENERGÈTIC EN LA VIVENDA

- www.construction21.eu/espana
- www.csostenible.net
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGIA (IDAE); MINISTERIO DE FOMENTO; INSTITUT ILLDEFONS CERDÀ. **Guía de la edificación sostenible. Calidad energética y medioambiental en edificación.** Madrid: Ministerio de Fomento, 1999.
- DIRECCIÓ GENERAL D'ARQUITECTURA I PAISATGE. GENERALITAT DE CATALUNYA. **Pràctiques de sostenibilitat en l'edificació** [En línia]. Edició primera. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 2005.
<www.gencat.cat/mediamb/.../practiques_sostenibilitat_edificacio.pdf> [Consulta: 2 març 2014]

➤ ELEMENTS DELS TANCAMENTS I OBERTURES

- www.isover.es
- www.rockwool.es
- www.knaufinsulation.es
- www.texsa.com
- www.poliuretanos.com
- www.pladur.com
- www.danosa.com
- www.fachadasaquapanel.es
- www.technal.es
- www.climalit.es
- www.saint-gobain-glass.com
- www.guardiansun.es
- www.sunguardglass.es

➤ **SISTEMES D'IL·LUMINACIÓ NATURAL**

- www.espaciosolar.com
- www.soltecnic.com
- www.sunlux.es
- ESPACIOSOLAR, BRICOCERAMIC. **Ingenieros de luz natural. Soluciones deplosun: octubre 2013**. Barcelona, 2013

➤ **INSTALACIÓ GEOTÈRMICA**

- www.csostenible.net/index.php/ca/temes_clau/energia-geotermica
- www.soliclimala.es/geotermica
- www.ecoforest.es/espanol/productos/geotermia
- www.geo-termia.com
- www.soliclimala.es/climatizacion-suelo-radiante
- www.idae.es/index.php/id.421/re/menu.323/mod.pags/mem.detalle
- geotermia.vaillant.es/

➤ **INSTALACIÓ DE VENTILACIÓ**

- www.sitiosolar.com/los-pozos-canadienses-y-provenzales-geotermia-de-baja-potencia/
- www20.gencat.cat/docs/habitatge/Home/Ambits%20dactuacio/Qualitat%20tecnica/Materials%20i%20sistemes/Sostenibilitat/Ventilacio/VMC.pdf
- MITSUBISHI ELECTRIC. **Catàleg recuperadores entàlpics gamma Lossnay**. Febrer 2009.
- SIBER VENTILACIÓN INTELIGENTE. **Guía de sistemas de ventilación y tratamiento del aire con eficiencia energética**. Madrid, 2013.
- SIBER VENTILACIÓN INTELIGENTE. **Ventilación de confort i eficiencia energética**. Madrid, 2014.
- adobandolatierra.org/2014/01/tierra-para-acondicionar_intercambiador-tierra-aire/
- www.siberzone.es/
- www.coac.net/mediambiente/renovables/disseny_solar_passiu/torres_de_vent.htm

➤ **INSTALACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA**

- www.csostenible.net/index.php/ca/temes_clau/energia-solar-fotovoltaica
- www.soliclimala.es/fotovoltaica
- www.bureaubaterias.com

- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- GONZÁLEZ DÍAZ, M.J. **Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar**. Madrid: S.A.P.T. Publicaciones técnicas, 2004. (Era solar, energías renovables) ISBN 84-86913-11-X
- JAUME SERRASOLSES, XAVIER VALLVÉ, EMILI LLORACH. **Energía solar fotovoltaica. Conceptes i aplicacions**. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'indústria i energia. Institut Català d'energia, 1993. (Tecnologies avançades en estalvi i eficiència energètica; 11) ISBN 84-393-2358-1
- INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA, GENERALITAT DE CATALUNYA. **Energía solar fotovoltaica** [En línia]. Col·lecció quadern pràctic 4. Barcelona: Generalitat de Catalunya, maig de 2011.
<www.gencat.cat/icaen> [Consulta: 9 juny 2014]
- FERNANDEZ SALGADO, JOSÉ M^a. **Guía completa de la energía solar fotovoltaica y termoeléctrica (adaptada al Código Técnico de la Edificación y al nuevo RITE)**. Madrid: A. Madrid Vicente ediciones, 2008. ISBN 84-96709-12-4
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGIA. Instalaciones de energía fotovoltaica. *Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red*. Madrid: idae, 2009.
- INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA, GENERALITAT DE CATALUNYA. **Atlas de la radiació solar a Catalunya**. Edició 2001. Departament d'indústria, comerç i turisme. 2001.

➤ SISTEMES D'ABASTAMENT D'AIGUA POTABLE I DE REUTILITZACIÓ DE LES AIGUES

- www.aguapur.com
- www.culligan.es
- www.csostenible.net/index.php/ca/temes_clau/aigues-pluvials
- www.solislima.es/aguas-pluviales
- www.grafiberica.com/recuperacion-agua-de-lluvia
- www.aguapur.com/0/lluvias-pluviales.html
- www.idescat.cat
- AQUA ESPAÑA. **Guía técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios** [en línia]. Sant Cugat del Vallès, Barcelona, Asociación española de empresas de tratamiento y control de aguas, 2008.
- **La maison écologique** [Tinténaic, França] Vol. (febrer - març 2014), núm. 79