



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Arquitectura Tècnica. Pla 1998

Títol: CASA EFICIENT ENERGÈTICAMENT

Document: 2: CAS PRÀCTIC

Alumne: David Roca Cartañá

Director/Tutor: Joan Llorens Sulivera

Departament: Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construcció

Convocatòria (mes/any): Juliol/2008

**C
A
S

P
R
À
C
T
I
C**

**Í
N
D
E
X**

ÍNDEX**Document 2: CAS PRÀCTIC**

1.- DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI	Pg. 130
1.1.- UBICACIÓ I ENTORN	Pg. 130
2.- EDIFICI AMB SISTEMES TRADICIONALS	Pg. 133
2.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR	Pg.133
2.1.1.- Façanes	Pg.133
2.1.2.- Coberta	Pg.133
2.1.3.- Forjat sanitari i paviment	Pg.133
2.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia	Pg.134
2.1.5.- Compliment del DB-HS1 Protecció contra la humitat	Pg.147
2.1.5.1.- Façanes	Pg.147
2.1.5.2.- Coberta	Pg.149
2.1.5.3.- Forjat sanitari	Pg.151
2.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS	Pg.152
2.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg.152
2.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ UTILITZATS	Pg.152
2.4.1.- Calefacció	Pg.152
2.4.2.- Refrigeració	Pg.152
2.4.3.- Caldera	Pg.152
2.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA	Pg.153
3.- EDIFICI EFICIENT	Pg. 155
3.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR	Pg.155
3.1.1.- Façanes	Pg.155
3.1.2.- Coberta	Pg.156
3.1.3.- Forjat sanitari i paviment	Pg.156
3.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia	Pg.156
3.1.5.- Compliment del DB-HS1 Protecció contra la humitat	Pg.157
3.1.5.1.- Façanes	Pg.157
3.1.5.2.- Coberta	Pg.158
3.1.5.3.- Forjat sanitari	Pg.158
3.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS	Pg.158
3.2.1.- Tècniques de calefacció	Pg.158
3.2.2.- Tècniques de ventilació i refrigeració	Pg.158
3.2.3.- Tècniques d'il·luminació i control solar	Pg.159
3.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC	Pg.159
3.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ UTILITZATS	Pg.159
3.4.1.- Calefacció	Pg.159
3.4.2.- Refrigeració	Pg.159

3.4.3.- Caldera	Pg.159
3.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA	Pg.160
4.- COMPARATIU ECONÒMIC	Pg. 161
4.1.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ	Pg.163
4.1.1.- Hipòtesis 1	Pg.164
4.1.2.- Hipòtesis 2	Pg.165
4.1.3.- Hipòtesis 3	Pg.166
4.1.4.- Hipòtesis 4	Pg.167
4.1.5.- Gràfic comparatiu	Pg.168
4.2.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA PRODUCCIÓ D'ACS AMB ENERGIA SOLAR	Pg.169
4.2.1.- Hipòtesis 1	Pg.170
4.2.2.- Hipòtesis 2	Pg.171
4.2.3.- Hipòtesis 3	Pg.172
4.2.4.- Gràfic comparatiu	Pg.173
4.3.- COMPARATIU ECONÒMIC DEL TERRA RADIANT AMB ENERGIA SOLAR	Pg.174
4.3.1.- Hipòtesis 1	Pg.175
4.3.2.- Hipòtesis 2	Pg.176
4.3.3.- Hipòtesis 3	Pg.177
4.3.4.- Gràfic comparatiu	Pg.178
4.4.- COMPARATIU ECONÒMIC DE L'ENERGIA FOTOVOLTAICA	Pg.179
4.4.1.- Hipòtesis 1	Pg.180
4.4.2.- Hipòtesis 2	Pg.181
4.4.3.- Hipòtesis 3	Pg.182
4.4.4.- Hipòtesis 2	Pg.183
4.4.5.- Hipòtesis 3	Pg.184
4.4.6.- Gràfic comparatiu	Pg.185
4.5.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA GEOTÈRMIA	Pg.186
4.5.1.- Hipòtesis 1	Pg.187
4.6.- ESTUDI ECONÒMIC i MEDIAMBIENTAL	Pg.188
4.6.1.- Casa totalment eficient	Pg.189
4.6.2.- Casa totalment eficient	Pg.193
5.- CONCLUSIONS I AGRAÏMENTS	Pg. 198

C
A
S

P
R
À
C
T
I
C

1.- DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI

1.- DESCRIPCIÓ GENERAL DE L'EDIFICI

L'edifici que serà objecte d'aquest exemple pràctic s'ha extret del *tomo III de la col·lecció biblioteca atrium de la construcció*. Aquest edifici s'ha emplaçat a la província del Gironès, concretament al encreuament del Carrer Ros del Palau i el Carrer de la Sarriera, al barri de Palau a Girona capital (s'adjunten plànols amb situació).

Es tracta d'un edifici unifamiliar desenvolupat en planta baixa, el qual està distribuït en 4 habitacions (dos d'individuals, una doble i una habitació de matrimoni), un bany, un lavabo, un despatx, una cuina, un safareig, la sala d'estar-menjador amb una llar de foc, de les corresponents zones de pas (rebedor, passadís i un distribuïdor) i un aparcament. A part la casa, té una zona de pati i jardí amb una barbacoa que s'acobla al conducte de sortida de fums de la llar de foc interior.

La seva estructura es basa en parets de càrrega, forjat sanitari i forjat coberta de formigó.

La seva façana principal, és la façana Sud que dona al Carrer Ros del Palau, la façana Est dona al Carrer de la Sarriera, i les façanes Nord i Oest donen al pati i el jardí de la casa.

La descripció anterior, és una descripció general de l'edifici i de la seva composició.

En aquest exemple pràctic el que es farà és comparar un edifici amb sistemes tradicionals i un edifici amb uns altres sistemes, que a partir de la part teòrica del present projecte, s'han triat com els que s'han cregut més convenients per una millora del funcionament energètic de l'edifici.

Per aquesta raó aquest exemple pràctic es dividirà en tres apartats, un corresponent a l'edifici amb sistemes tradicional, un altre a l'edifici amb els sistemes escollits i per últim un comparatiu dels dos. En aquests dos primers apartats l'edifici en qüestió és el de la descripció anterior, però s'explicaran els sistemes específics de cada un dels dos edificis en el corresponent apartat de cadascun.

1.1.- UBICACIÓ I ENTORN

La ubicació s'ha exposat en l'apartat exterior i es pot consultar en la documentació gràfica.

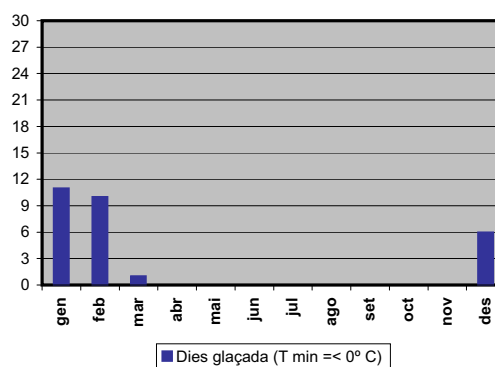
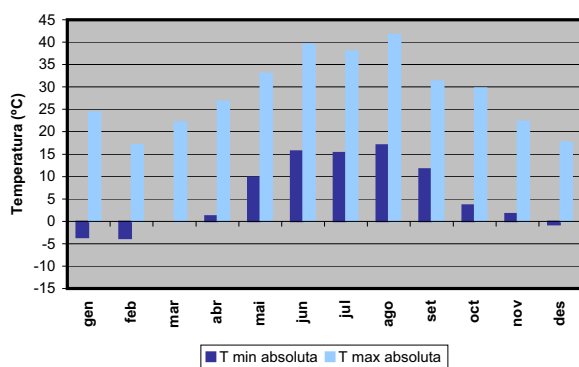
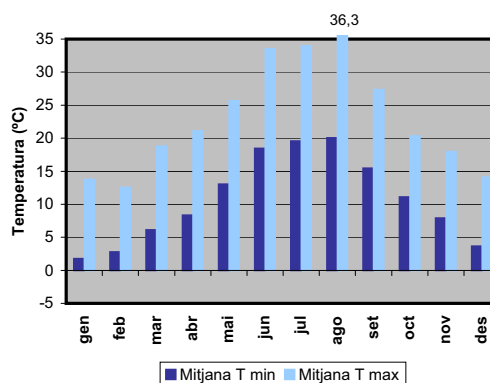
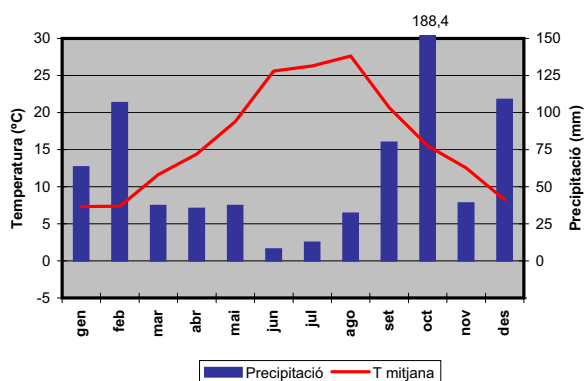
La façana principal està orientada en la seva totalitat al Sud, en aquesta es troben les estances on es desenvolupa la vida diürna, les façanes laterals estan orientades una a l'oest i l'altra a l'est, en la façana oest hi ha una part del garatge i un bany; en l'est es troben principalment les estances on es desenvolupa la vida nocturna que serien els dormitoris. Per últim la façana posterior de la casa està orientada en la seva totalitat al Nord en aquesta es troba el garatge i una part de la sala d'estar.

En l'entorn immediat de la casa hi ha cases unifamiliars desenvolupades en planta baixa, la casa està situada en una zona residencial, això fa que la casa no tingui cap interferència que li tapi el sol durant tot el dia, únicament té una tanca paral·lela a les seves façanes Nord i Oest, la qual ens servirà de protecció dels vents freds procedents del sol, i una certa protecció del sol a les últimes dies del dia que evitarà que se'ns sobreescalfi la casa. (mirar fotografies a continuació)



Per veure les condicions climàtiques de la zona en la qual s'ha emplaçat la casa, que és la capital de Girona. A continuació s'adjunta una taula el resum anual de les condicions climàtiques de Girona, aquesta ha estat extreta del Servei Meteorològic de Catalunya.

GIRONA (Gironès)



Resum any 2003

Precipitació total acumulada:	748,6 mm
Temperatura mitjana:	16,4 °C
Mitjana de temperatures màximes:	23,0 °C
Mitjana de temperatures mínimes:	10,7 °C
Temperatura màxima absoluta:	41,7 °C (12/08/2003)
Temperatura mínima absoluta:	-3,8 °C (16/02/2003)
Velocitat mitjana del vent (a 10 m):	1,5 m/s
Direcció dominant:	d.i.
Humitat relativa mitjana	70 %
Irradiació global mitjana diària:	15,0 MJ/m ²

C
A
S

P
R
À
C
T
I
C

2.- EDIFICI AMB SISTEMES TRADICIONALS

2.- EDIFICI AMB SISTEMES TRADICIONALS

2.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR

2.1.1.- Façanes

En aquest cas, totes les façanes són iguals, és a dir, estan composades totes amb els mateixos materials. El tipus de façana utilitzat en aquest apartat és de façana amb cambra d'aire no ventilada. Aquesta està composta:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Paret estructural d'una cara vista de 11,5 cm de gruix, de maó calat hidròfug, HD, R-35, de 240x115x50 mm, cares vistes, col·locat amb morter de ciment CEM II, de dosificació 1:0,25:3 (15 N/mm²) i amb una resistència a compressió de la paret de 11 N/mm²
- Arrebossat amb morter mixt hidròfug 1:2:10 de 1,5 cm de gruix.
- Cambra d'aire sense ventilar de 2 cm de gruix.
- Aïllament projectat de gruix 2 cm, amb escuma de poliuretà de densitat 35 kg/m³
- Envà ceràmic de 4 cm de gruix, de supermaó de dimensions 600x400x40 mm, per a revestir, col·locat amb morter mixt 1:2:10.
- Enguixat reglejat amb guix YG, acabat lliscat amb guix YF

2.1.2.- Coberta

En aquest cas, el tipus de coberta utilitzada és una coberta inclinada sobre forjat estructural pla, amb envanets de sostre mort. Aquesta està composta:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Teula àrab mecànica de ceràmica de color marró, col·locada amb morter mixt 1:2:10.
- Solera de supermaó de 500x200x40 mm col·locada amb morter mixt 1:2:10, recolzada sobre envanets de sostremort
- Parets de ceràmica de 14 cm de gruix i envanets de sostre mort.
- Aïllament amb feltres de llana de roca de densitat 60 a 70 kg/m³, de 60 mm de gruix amb làmina d'alumini en la mateixa direcció de les fibres, col·locades sense adherir

2.1.3.- Forjat sanitari i paviment

En aquest cas pel al forjat inferior, s'ha optat un forjat sanitari ventilat, amb paviment de terratzo. Aquest està compostat:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Forjat de formigó armat HA-25/B/12/IIa unidireccional amb biguetes autoresistents de 30 cm de gruix.
- Aïllament projectat de gruix 5 cm, amb escuma de poliuretà de densitat 35 kg/m³
- Paviment de terratzo llis de gra petit, de 40x40 cm, col·locat a truc de maceta, sobre capa de sorra de 2 cm de gruix.

2.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia

En aquest cas, de la casa amb sistemes tradicionals, l'aïllament tèrmic que s'ha col·locat és el mínim per complir les exigències del CTE. Per tal que la transmitància dels tancaments ens compleixi la normativa.

Compliment de la exigència bàsica de HE-1 de la limitació de demanda energètica

Zona climàtica:

Segons l'annex D d'aquests apartat:

Girona = **Zona climàtica C2**

Transmitància límit dels tancaments:

Segons el CTE per la zona climàtica C2, que en la qual es troba la ciutat de Girona, la transmitància màxima dels tancaments serà la indicada per la taula següent:

ZONA CLIMÀTICA C2									
Transmitància límit de murs de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					$U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Transmitància límit de suelos					$U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Transmitància límit de cubiertas					$U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$				
Factor solar modificado límit de lucernarios					$F_{Lim}: 0,32$				

% de huecos	Transmitància límit de huecos ⁽¹⁾ $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límit de huecos F_{Hlim}					
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

⁽¹⁾ En los casos en que la transmitància media de los muros de fachada U_{Hm} , definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,52 se podrá tomar el valor de U_{Hm} indicado entre paréntesis para las zonas climáticas C1, C2, C3 y C4.

Justificació de la transmitància tèrmica dels tancaments:

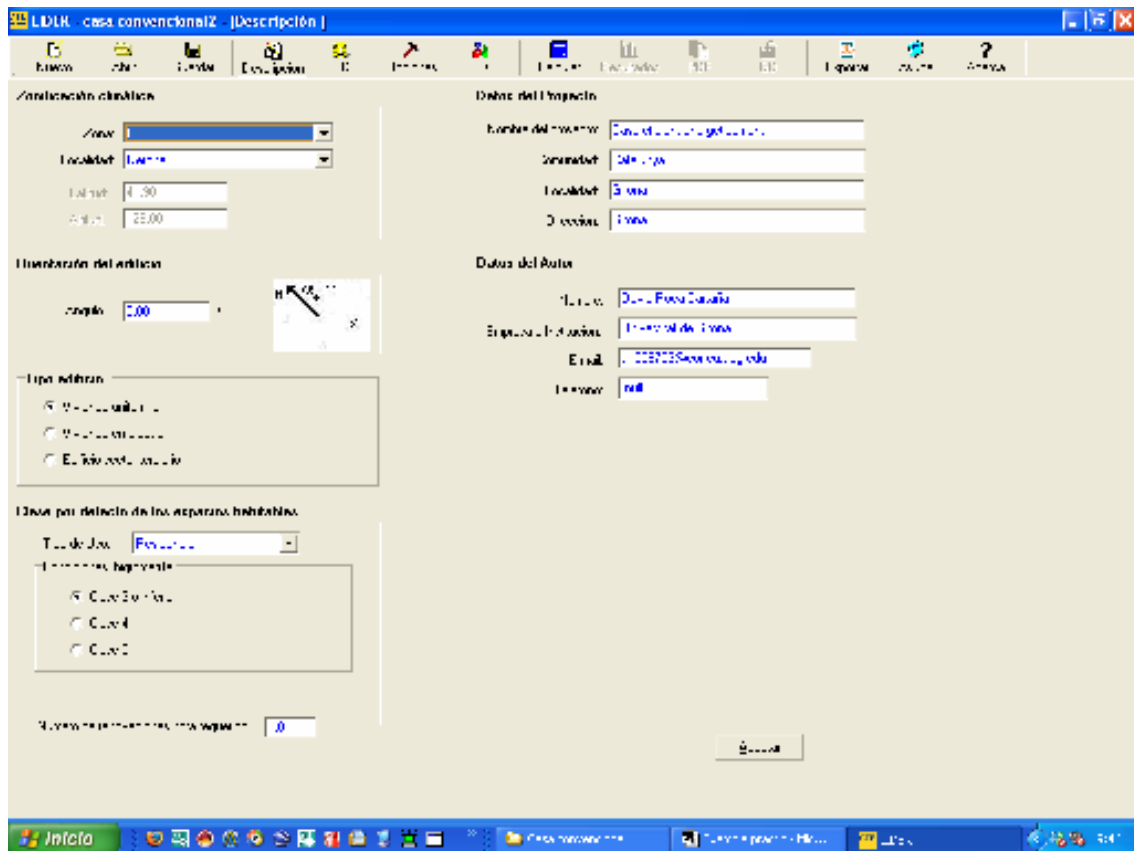
S'ha fet mitjançant programa LIDER, aquets programa és l'eina que contempla la normativa vigent per realitzar el càlcul de la demanda energètica mitjançant el mètode general. Tot seguit s'explicarà com s'ha fet servir aquest programa d'una manera

simplificada ja que explicar-ho amb detall resultaria molt extens, per qualsevol dubte consultar el manual d'instruccions del programa LIDER. . Per veure el informe mirar a l'annex C.

PASOS A SEGUIR:

El programa com es pot veure a les imatges consta de una sèrie de pestanyes, en cada una d'aquestes s'han d'introduir unes dades, tot seguit s'explicarà com, les pestanyes estan disposades de manera que tenim que anar des de la esquerra cap a la dreta.

1er PAS:



El primer pas és obrir la primera pestanya “DESCRIPCIÓN”, en aquesta hem d'introduir les dades següents:

- **La zona climàtica**, el programa ja té establertes totes les zones climàtiques d' Espanya nosaltres el que hem de fer és obrir la pestanya on posa “ZONA” i triar la zona climàtica en el nostre cas “C2”, una vegada triada la zona en la pestanya de sota triem la localitat, que en el nostre cas és “GIRONA”.
- **L'orientació del edifici**, hem de determinar l'angle de l'edifici respecte a l'orientació sud, en el nostre cas la façana principal està directament orientada al sud llavors l'angle és igual a 0°.

- **La tipologia de l'edifici**, el programa ens dona tres opcions "VIVENDA UNIFAMILIAR", "VIVENDA EN BLOC" i "EDIFICI TERCIARI", en el nostre cas es tracta d'una vivenda unifamiliar.
- **La tipologia d'ús**, aquests es refereix a l'ús principal de l'edifici, que en el nostre cas és "RESIDENCIAL".
- **Les condicions higromètriques**, també hem d'introduir les condicions higromètriques de l'edifici, per saber quines són les condicions higromètriques consultar CTE. En el nostre cas és 3.

Una vegada introduïdes les dades principals de l'edifici, tot seguit haurem d'emplenar els camps referents al projecte i a l'autor del mateix:

- **Dades del projecte**, en aquest apartat hem d'introduir les dades referents al projecte, les que ens demana el programa LIDER són: "NOM DEL PROJECTE", "COMUNITAT", "LOCALITAT" i "ADREÇA".
- **Dades de l'autor**, en aquest apartat hem d'introduir les dades referents a l'autor del projecte, les que ens demana el programa LIDER són: "NOM", "EMPRESA", "E-MAIL" i "TELÈFON".

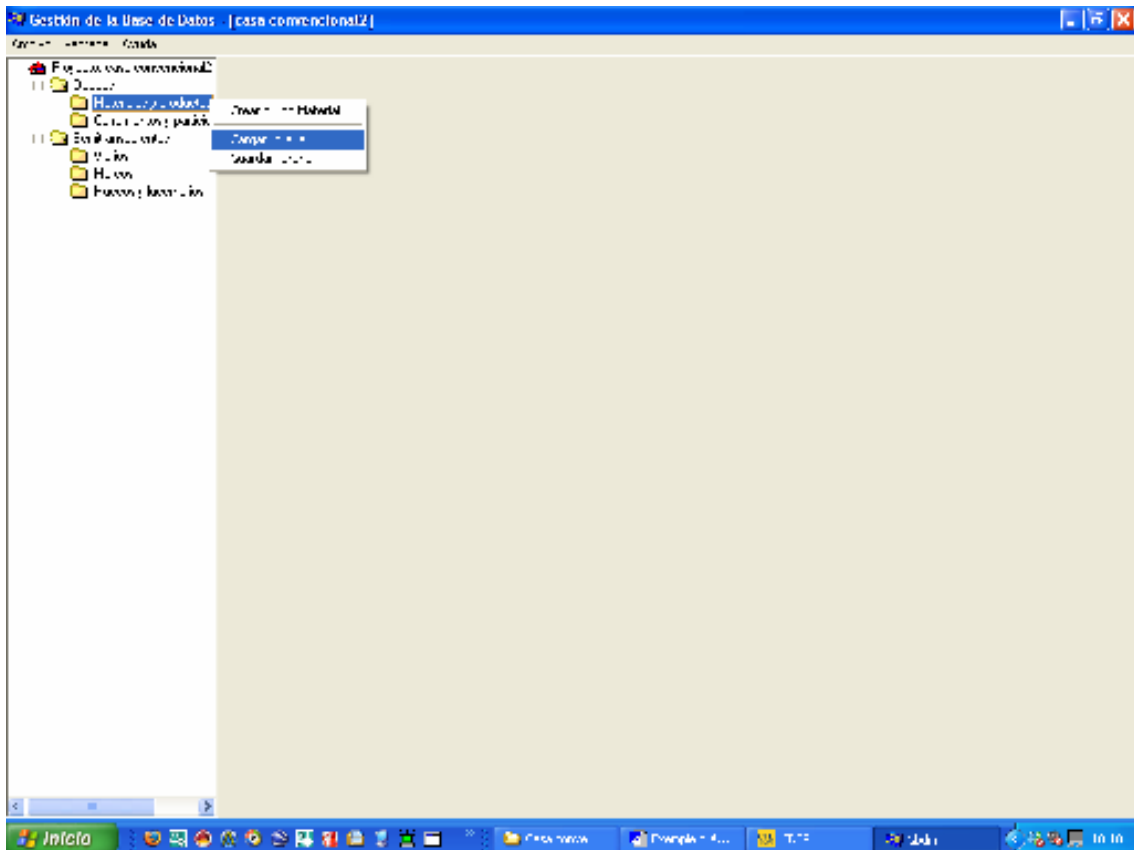
2on PAS:

Una vegada introduïdes totes les dades en la pestanya "DESCRIPCIÓ", obrim la pestanya següent que és "BD (base de dades)", quan obrim aquesta ens apareixerà una altra finestra amb el nom de "GESTIÓ DE LA BASE DE DADES". En aquesta finestra el que farem el triar tots els materials que hem d'utilitzar en el nostre projecte i després haurem de descriure de que estan formats cada u dels nostres tancaments.

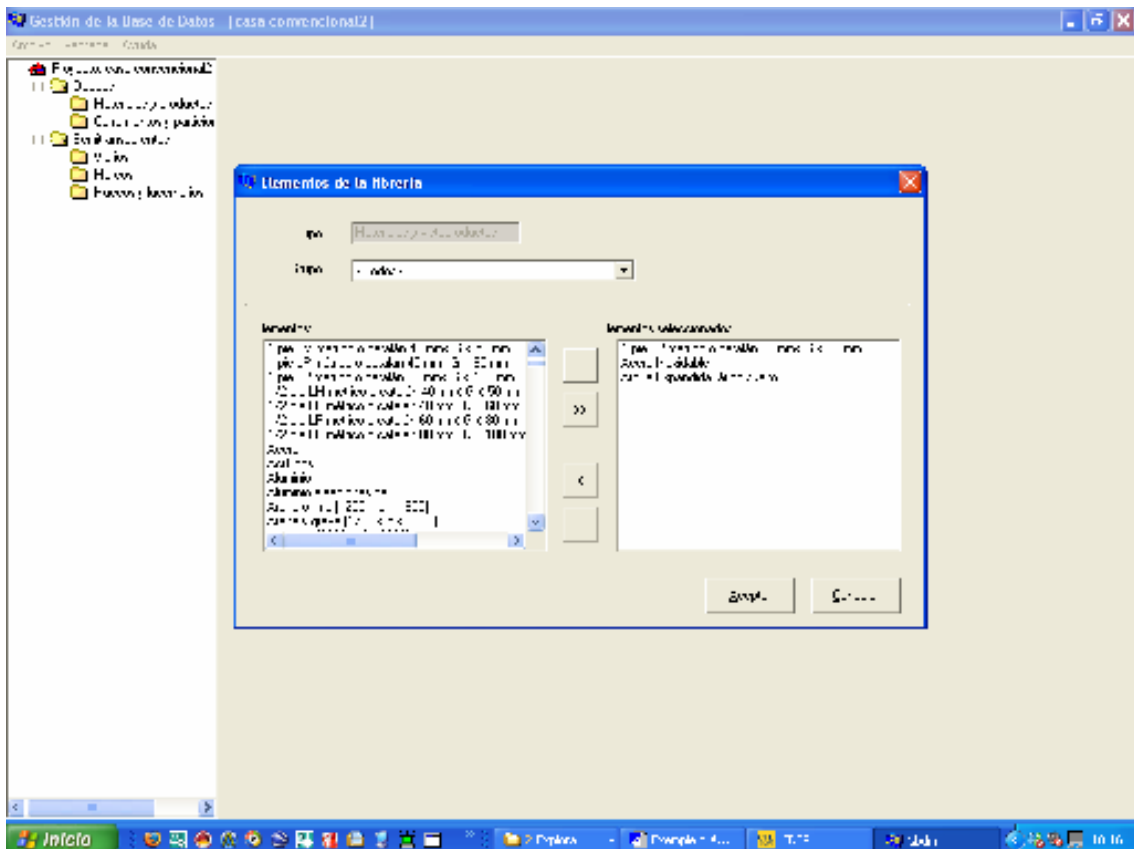
Primer anirem a triar els materials:

Per triar els materials, hem d'anar a la carpeta que ens surt que posa "MATERIALS Y PRODUCTES", en aquesta farem click amb el botó dret del ratolí i ens sortirà un diàleg en el qual tenim dues opcions o crear una nova carpeta de grup de materials o anar directament a la base de dades del programa, fem click per anar a la base de dades del programa "CARREGAR LLIBRERIA".

Quan se'ns carregui la llibreria s'obrirà una altra finestra en aquesta hem de triar els materials que nosaltres tenim en el projecte i li donem a "ACCEPTAR".



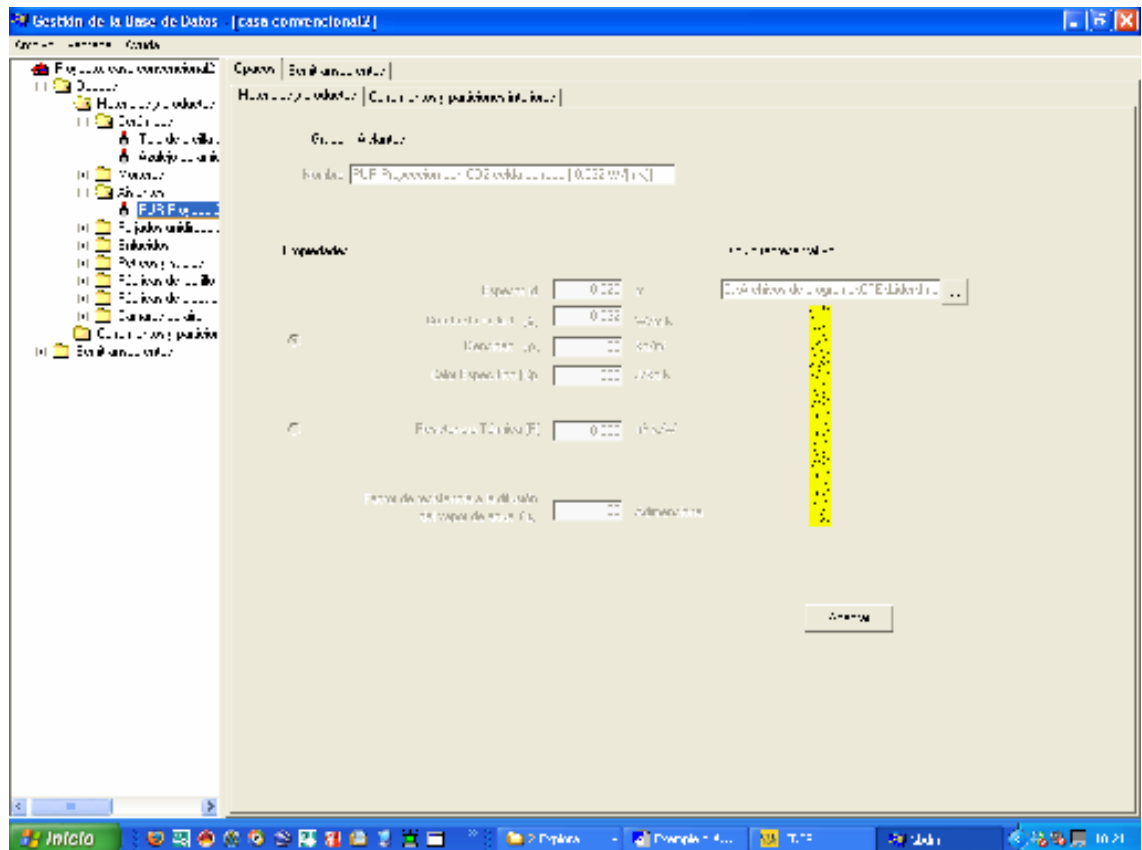
En la imatge superior es veu la finestra de "GESTIÓ DE LA BASE DE DADES".



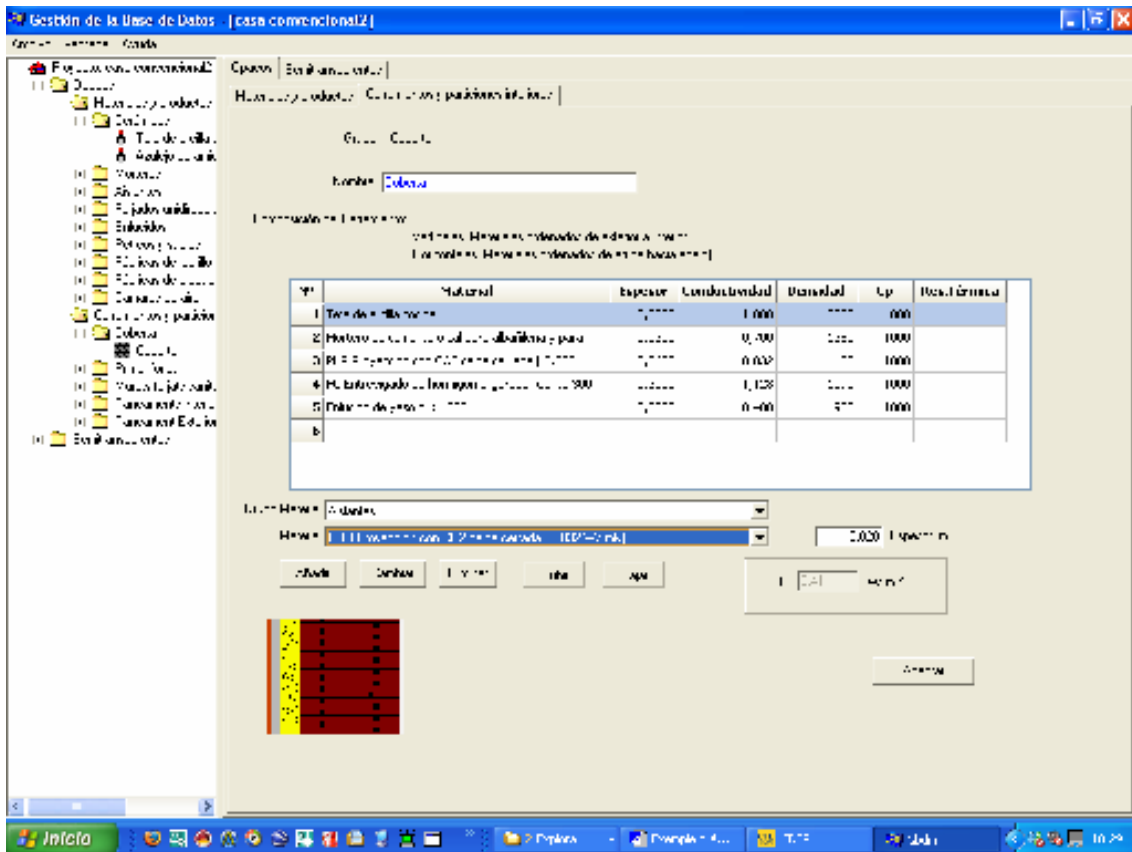
Finestra on hem d'escollir els materials.

Una vegada que hem triat els materials, el LIDER ja ens haurà creat les corresponents carpetes que engloben tots els materials que hem triat, si obrim algun material ens sortirà la pantalla següent amb les propietats del material, aquestes no es poden modificar, si es vol unes propietats diferents s'haurà de crear un material nou.

Això es fa fent click amb el botó dret del ratolí damunt de la carpeta on volem crear el material i triem la opció "CREAR MATERIAL", una vegada s'obri la finestra serà la mateixa que la de la imatge següents però amb la diferència que podrem introduir nosaltres totes les dades.



Una vegada triats i creats tots els materials necessaris, hem de crear els nostres tancaments, per realitzar aquesta tasca anem a la carpeta on posa "TANCAMENTS I PARTICIONS", fem click amb el botó dret i triem "CREAR GRUP NOU", posem el nom del grup que volem crear (per exemple, coberta). Al crear un grup se'ns crearà una carpeta, en aquesta ara hem de fer click amb el botó dret del ratolí i triar l'opció "CREAR TANCAMENT", llavors se'ns obrirà la següent pantalla.



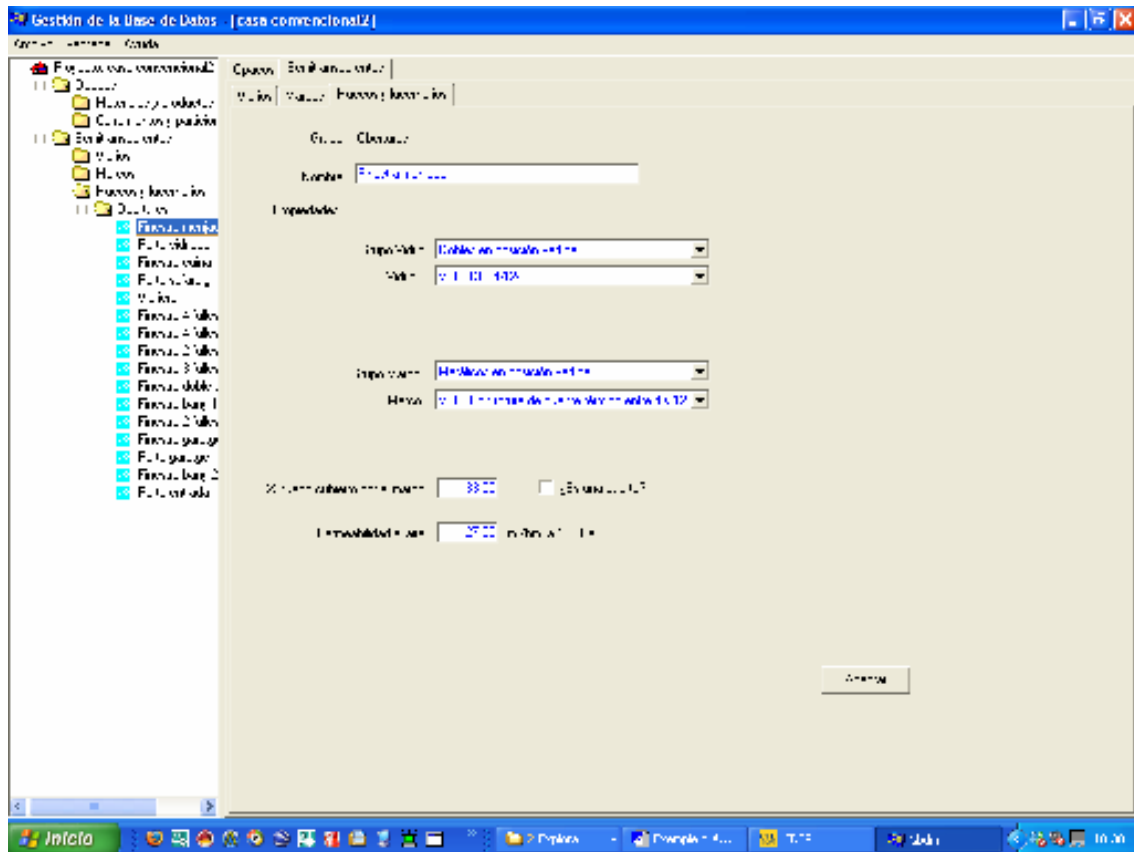
En la finestra, el que hem de fer es introduir els materials que formen el tancament, aquests s'han d'anar afegint de la part exterior cap a la part interior. Per afegir un material, anem a la pestanya desplegable "GRUP DE MATERIAL" triem el grup on tinguem el material que busquem, posteriorment obrim la pestanya desplegable "MATERIAL" i triem el material, i fem "ACCEPTAR" en alguns materials podem introduir l'espessor del material.

Això ho farem amb tots els tancaments.

Crear les finestres:

Per crear les finestres o elements practicables, haurem de triar els materials tal i com s'ha explicat anteriorment amb els materials pels tancaments, ens les finestres es distingeix els materials de la part transparent i de la part opaca, aquests els haurem de triar per separat.

Una vegada triats crearem la finestra, s'ha de tindre el compte que per cada finestra de dimensions diferents, encara que estigui composta dels mateixos materials s'haurà de crear una de diferent. Quan anem a crear una finestra o porta se'ns apareixerà la següent pantalla.



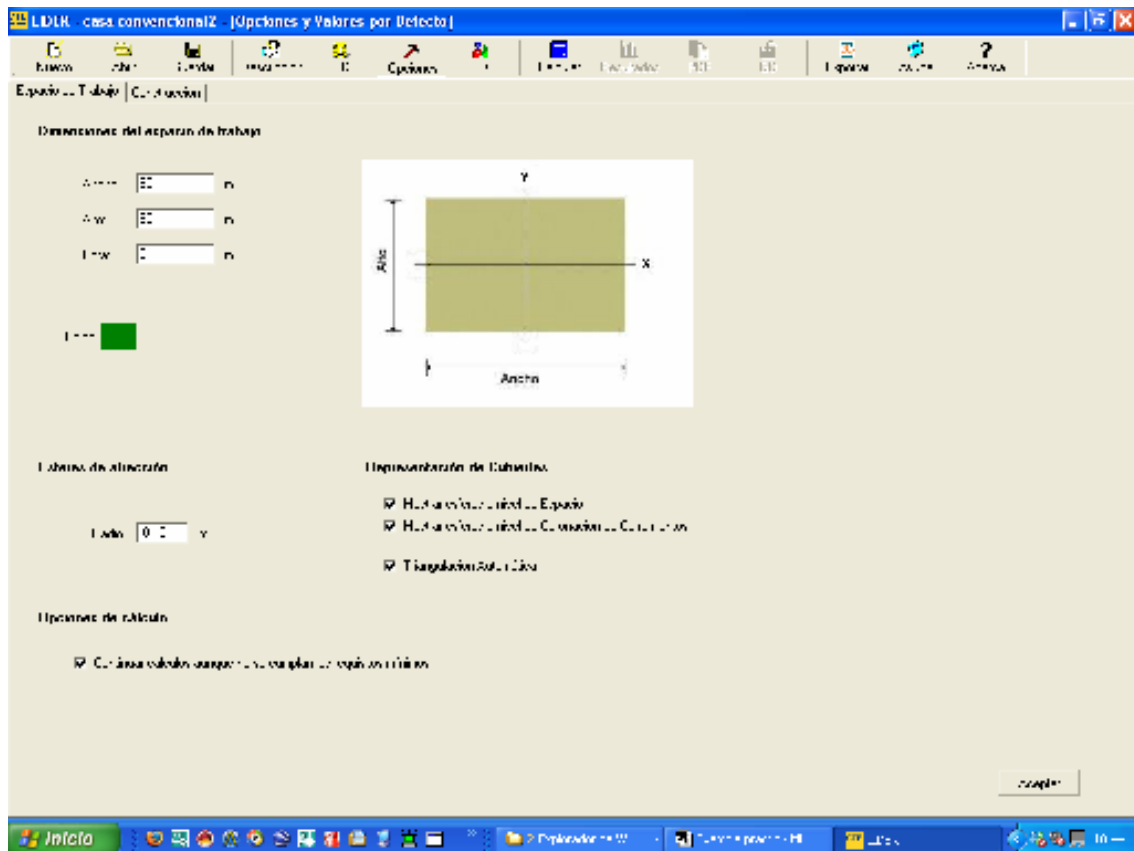
En aquesta pantalla hem de posar primer el “NOM”, després triarem en les corresponents pestanyes desplegable el material que formarà la part transparent i la part opaca. Una vegada triats els materials hem d’introduir el % de la part opaca respecte a la superfície total de la finestra, i si és una porta farem click en “ÉS UNA PORTA”, i farem “ACCEPTAR”.

Ara ja tenim entrats tots els tancaments que conformen el nostre edifici, anirem a “ARXIU” i triarem l’opció “VOLVER A...” i guardarem els canvis.

3er PAS:

Obrirem la pestanya “OPCIONES”, en aquesta hem de triar les propietats del solar i de la construcció.

Propietats del solar:

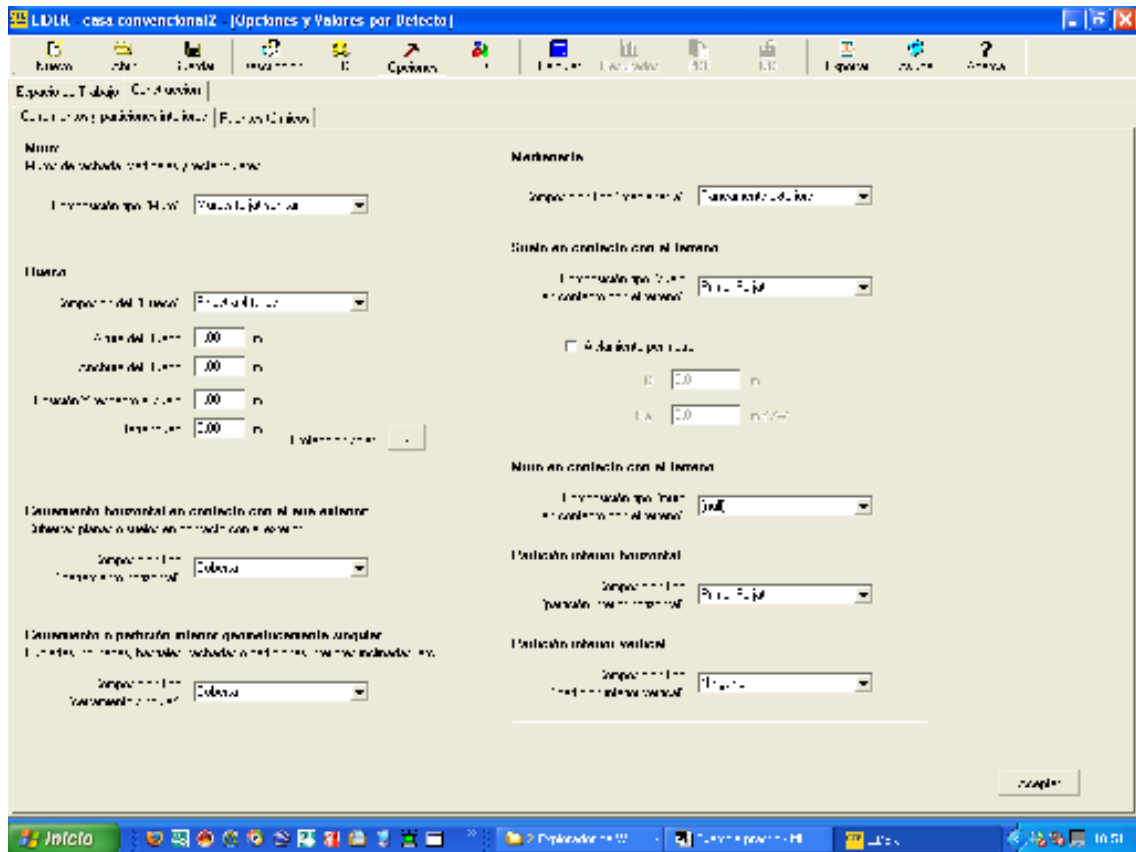


- **Dimensiones de l'espai de treball**, aquí hem de triar l'amplada i la llargada del solar i la seva cota. També podem triar el color del mateix.
- **Esferes d'atracció**, les esferes d'atracció són els punts que es mostraran a la pantalla quan creem gràficament l'edifici, aquí podem establir el radi que volem que tinguin aquestes esferes o punts.
- Les altres opcions deixarem les que hi ha per defecte.

Propietats de la construcció:

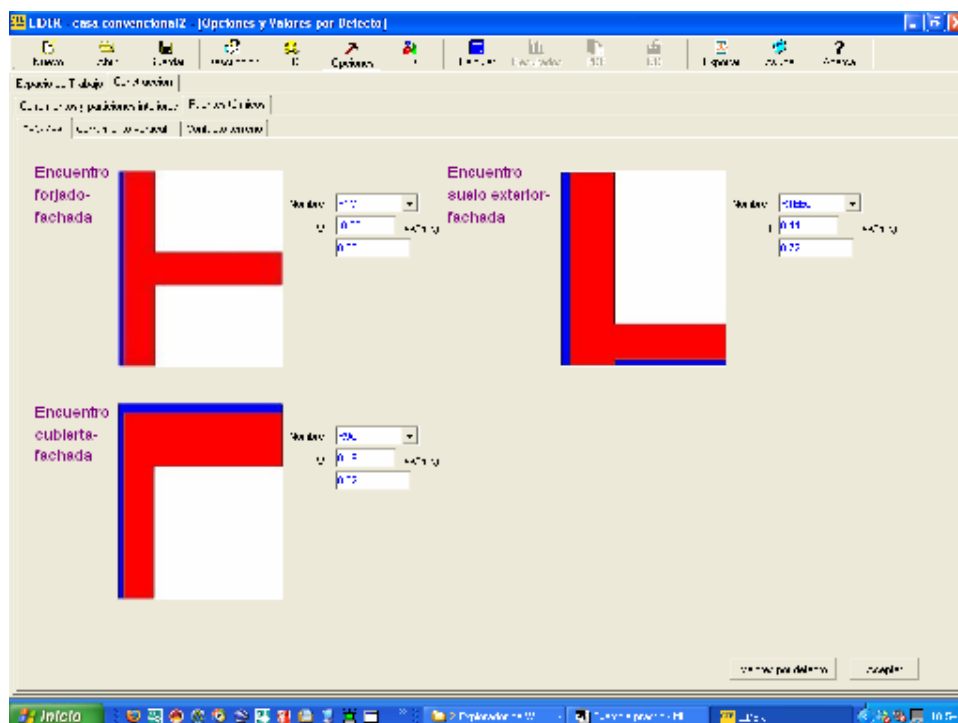
En aquesta pantalla ens apareixen dues pestanyes "TANCAMENTS I PARTICIONS INTERIORS" i "PONTS TÈRMICS". Primer de tot anem a la primera.

En aquesta primera podem triar els tancaments que volem que se'ns creïn per defecte al hora de descriure gràficament l'edifici. Podem triar el mur, la finestra, mitgera, etc. Es poden deixar en blanc també.



Ponts tèrmics:

En la pestaña “PONTES TÈRMICS” el que fem es determinar el tipus de ponts tèrmics que nosaltres tenim, ens apareixerà la següents pantalla:





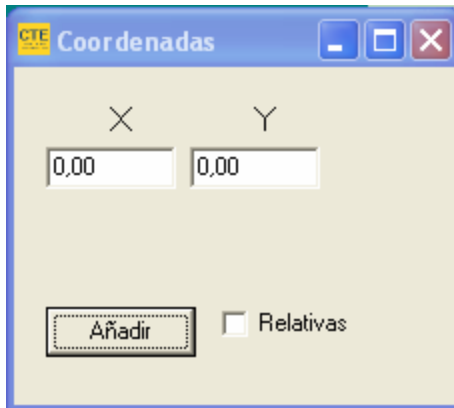
En aquesta pantalla mitjançant les pestanyes desplegable al costat de cada dibuix triem l'opció que s'adapti més a la nostra realitat. Haurem de triar els ponts tèrmics en el nostre forjat, tancaments verticals i tancaments en contacte amb el terreny.

4rt PAS:

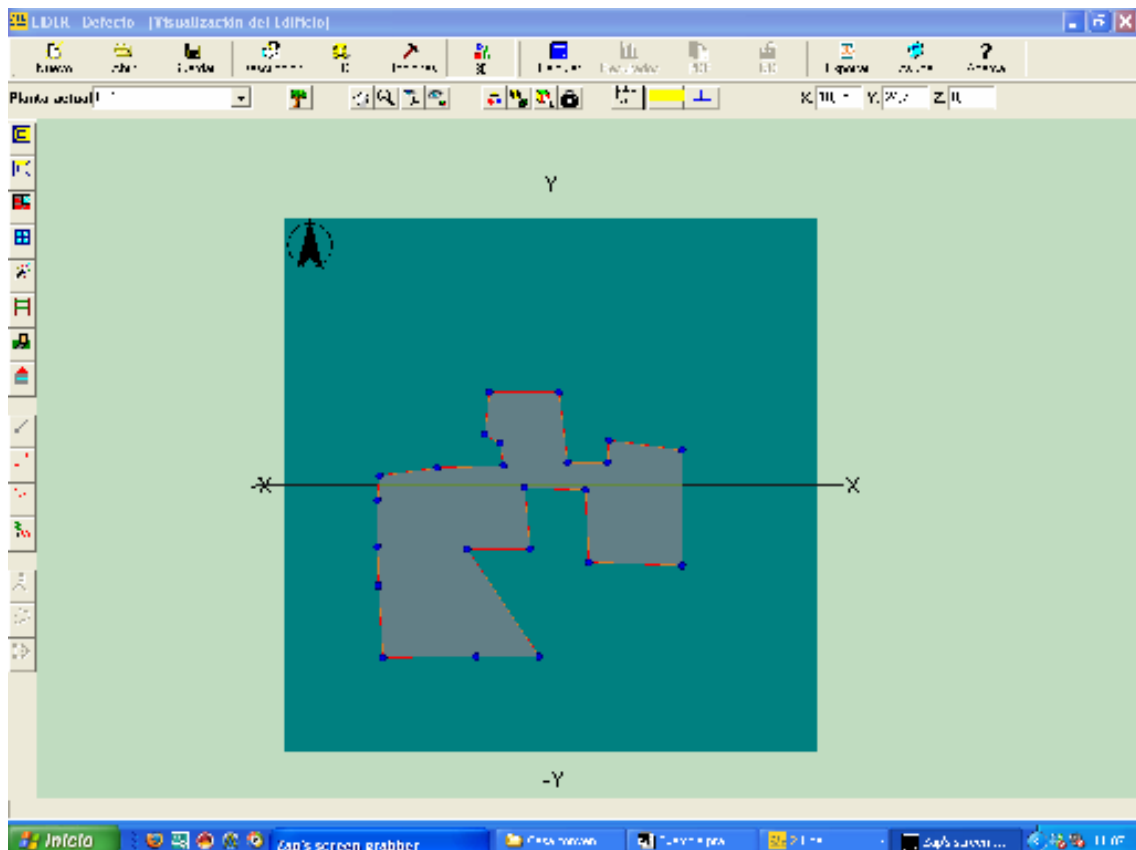
El quart pas consisteix en descriure gràficament el nostre edifici. Quan obrim la pestanya "3D" ens apareix una superfície, que no és més que la superfície que nosaltres hem triat abans en "OPCIONES", aquesta serà la base sobre la qual hem de dibuixar l'edifici.


Per dibuixar l'edifici el millor es fer-ho per coordenades.


Primer de tot anirem al icona  (crear planta) i després al icona  que és per dibuixar amb coordenades.




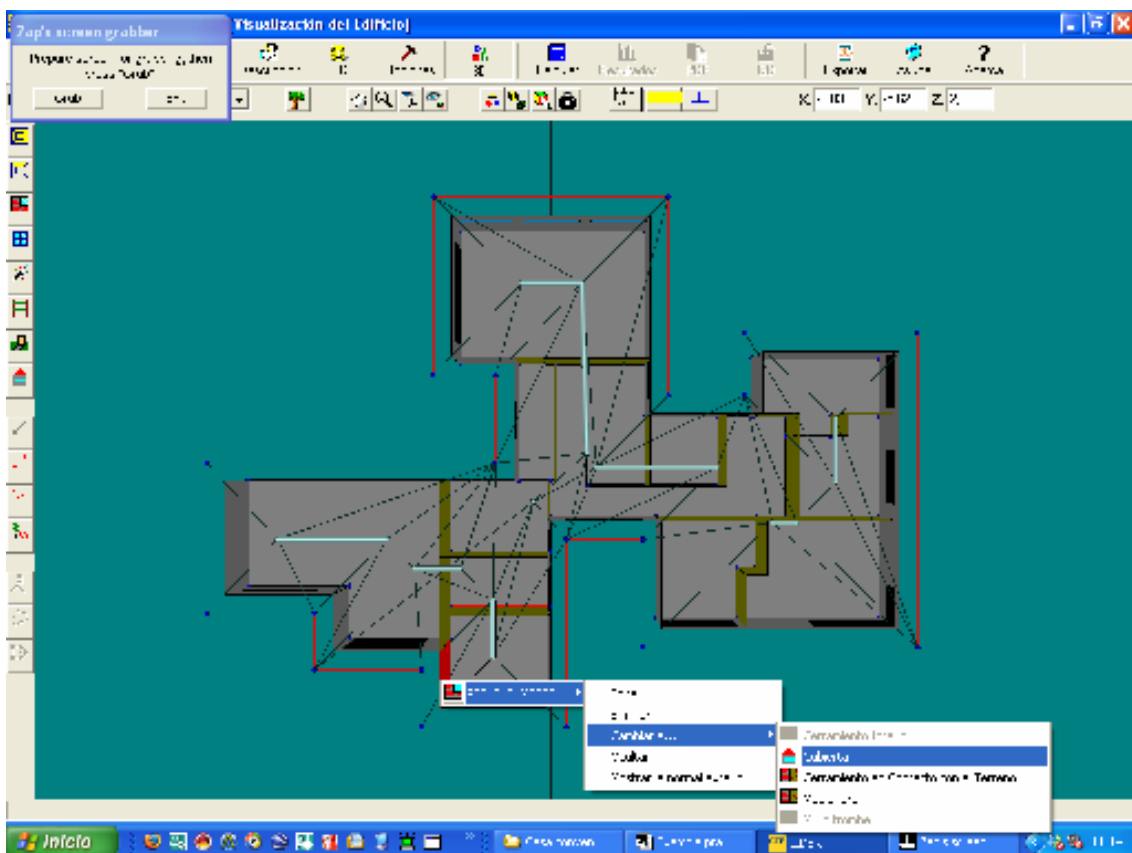
Ens apareixerà aquesta petita pantalla on haurem d'introduir les coordenades de cada un dels nostres punts, els punts els hem d'entrar en sentit antihorari, i no podem desfer cap, o sigui que si ens equivoquem haurem de tornar a començar. Una vegada col·locats tots els punts farem click amb el botó de la dreta sobre la pantalla i triarem la opció "FIN". I ens quedarà una superfície com la de la imatge següent.





Una vegada dibuixada la planta haurem de dibuixar els espais interiors, per dibuixar els espais interiors anirem a  (crear espais), i després els dibuixarem igual que la planta per coordenades, a cada espai quan hem dibuixat els punts haurem de fer “FIN” i passar a dibuixar el següent espai.

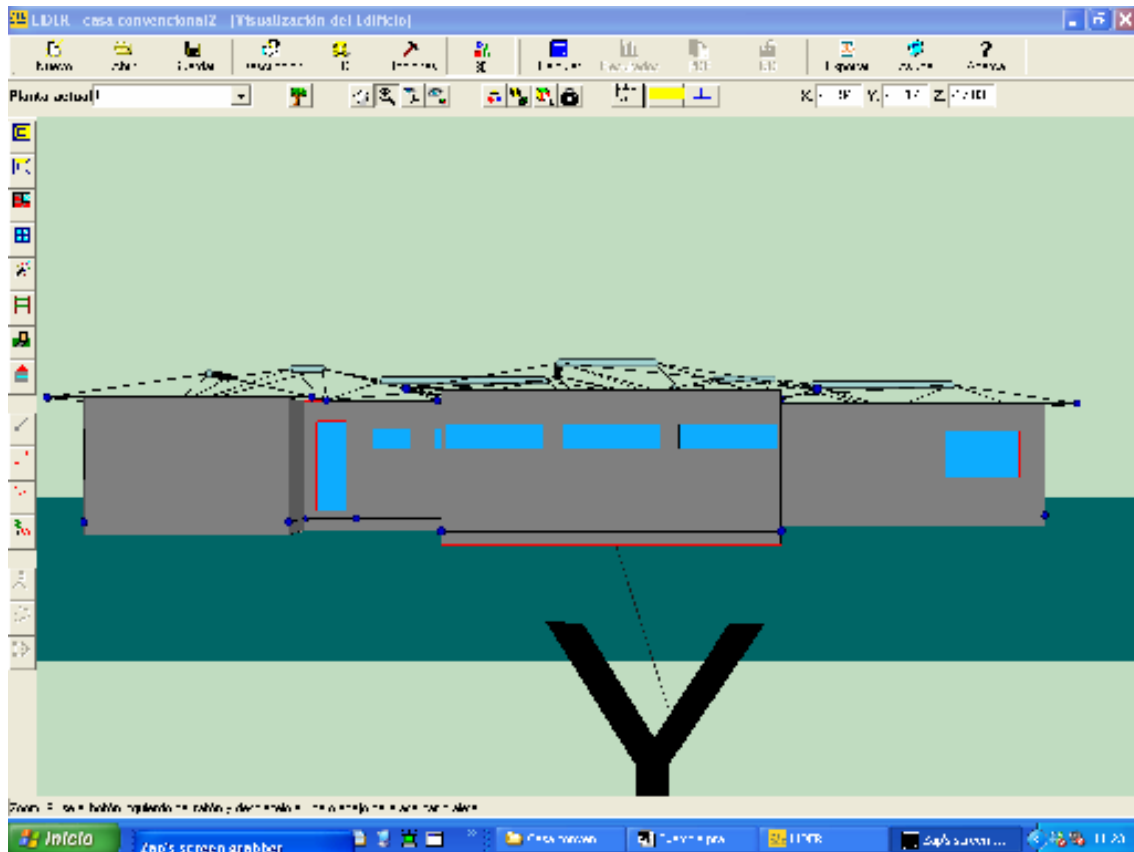
Tot seguit definirem el forjat amb el icona  (crear forjats automàticament).

Quan tinguem dibuixats tots els espais, haurem de crear els tancaments, aquests els crearem fent click a  (crear tancaments) i ja se'ns crearan sols. Una vegada creats els tancaments haurem de definir-los. Per definir-los ens posarem damunt d'un tancament farem click amb el botó dret del ratolí i triarem l'opció “CANVIAR A...” i escollim els tipus de tancaments que és.

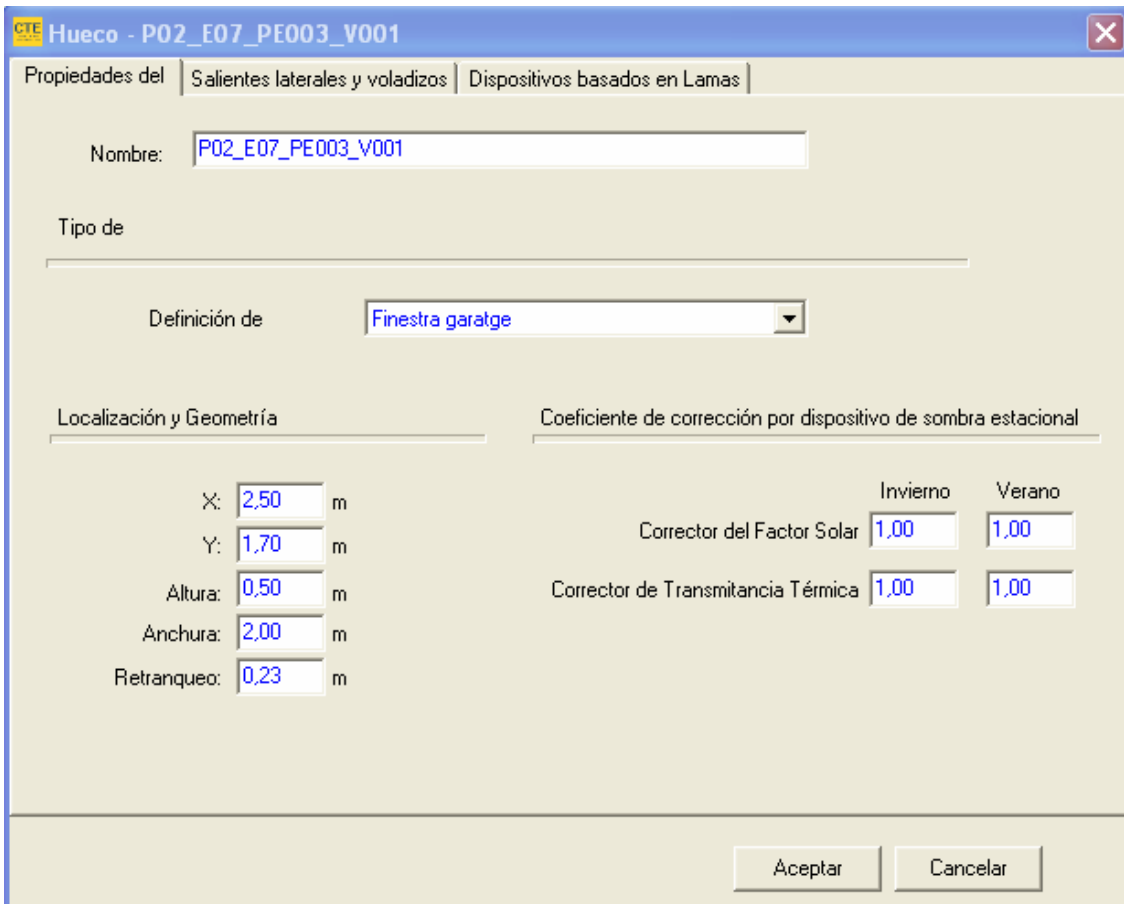


També haurem de definir els terres de cada espai, de la mateixa forma que fem amb els tancaments.

Una vegada definits tots els tancaments, el següent pas es dibuixar les finestres, per dibuixar les finestres canviar la vista mitjançant el icona , i triarem l'alçat que nosaltres volem per col·locar les finestres. Per crear una finestra farem click al icona , llavors farem un rectangle en el tancament on vagi col·locada, com es veu en la imatge següent.



Les finestres també les haurem de col·locar mitjançant coordenades, una vegada tinguem la finestra farem click amb el botó dret del ratolí al damunt d'aquesta i triarem l'opció "EDITAR", llavors ens apareixerà la següent pantalla.



En aquesta haurem d'emplenar:

- **Nom**, podem deixar el que ens surt per defecte.
- **Definició de**, en aquesta pestanya ens apareixeran totes les finestres que hem creat abans en la base de dades, triarem la finestra que vagi sobre el pany de tancament.
- **Localització i geometria**, en els espais X i Y, haurem de posar les coordenades de la finestra respecte del punt esquerre inferior del pany de tancament en que ens trobem. En l'alçada i amplada, són les dimensions que té la finestra. I el retranqueig es refereix de la finestra respecte la cara exterior del tancament.

Per últim sols ens queda dibuixar la coberta. Per crear la coberta crearem una planta nova, i en aquesta la definirem com a coberta. No farà falta dibuixar espais ni tancaments. En el cas de una coberta inclinada, s'haurà de dibuixar amb el icona



(tancaments especials), i s'hauran de fer un seguit de línees 3D amb el icona



que ens serviran de línees auxiliars per poder dibuixar les pendents. Per més informació sobre aquests tema o d'altres consultar manual d'instruccions del programa LIDER.

5é Pas:

En aquest pas el únic que a haurem de fer és fer click a la pestanya "CALCULAR" i el programa ja ens ho calcula. Una vegada el programa ens hagi

calculat la demanda energètica de l'edifici el crearà un document PDF en el qual tenim els resultats . (aquest és el document adjunt al annex C del present projecte)

2.1.5.- Compliment del DB-HS 1 Protecció contra la humitat

2.1.5.1.- Façanes

Grau d'impermeabilitat del terreny:

El grau d'impermeabilitat mínim exigít a les façanes enfront de la penetració de les precipitacions s'obté en funció de la zona pluviomètrica i del grau d'exposició al vent corresponents al lloc d'ubicació de l'edifici. Aquests paràmetres es determinen de la següent forma:

Zona pluviomètrica:

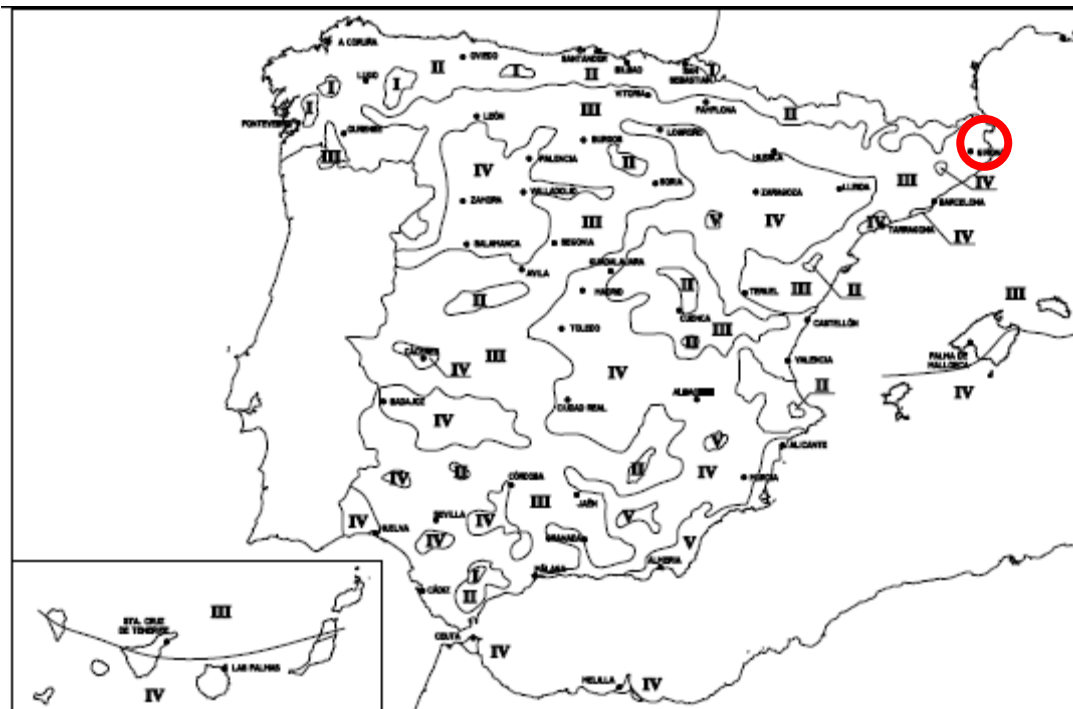


Figura 2.4 Zonas pluviométricas de promedios en función del índice pluviométrico anual

La ciutat de Girona correspon a la **zona pluviomètrica III**

Grau d'exposició al vent:

El grau d'exposició al vent s'obté en funció de l'alçada de l'edifici sobre el terreny, de la zona eòlica corresponent a la ubicació, i de la classe de l'entorn en el qual està situat l'edifici que serà E0 quan es tracti d'un terreny tipus I, II o III i E1 en els altres casos.

Terreny tipus I: Vora del mar o d'un llac amb una zona d'aigua (en la direcció del vent) d'una extensió mínima de 5 km.

Terreny tipus II: Terreny pla sense obstacles d'envergadura.

Terreny tipus III: Zona rural amb alguns obstacles aïllats tals com arbres o construccions de petites dimensions.

Terreny tipus IV: Zona urbana, industrial o forestal.

Terreny tipus V: Centres de grans ciutats, amb profusió d'edificis en altura.

Aleshores l'edifici és de classe **E0**



Figura 2.5 Zonas eólicas

La ciutat de Girona correspon a la **zona climàtica C**

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
		A	B	C	A	B	C
Altura del edificio en m	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 - 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en el DB-SE-AE.

Grau d'exposició al vent **V2**

Lavors tenim que l'edifici pertany a la zona pluviomètrica III i té un grau d'exposició al vent V2. Obtenim el grau d'impermeabilitat a la taula següent:

		Zona pluviomètrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposición al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

El grau d'impermeabilitat és de 3. Aleshores les solucions constructives han de complir les condicions següents:

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior				
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾				C1 ⁽¹⁾ +J1+N1				
	≤2									B1+C1+J1+N1
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2		B2+C1+J1+N1 B1+C2+H1+J1+N1 B1+C2+J2+N2 B1+C1+H1+J2+N2					
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾		B2+C2+H1+J1+N1		B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2	
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1				

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sólo hoja, debe utilizarse C2.

En aquest cas es compleix la solució 1: B+C1+H1 +J2+N2

- B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:
- cámara de aire sin ventilar;
- C1 Debe utilizarse al menos una *hoja principal* de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- H) *Higroscopicidad* del material componente de la *hoja principal*:
- H1 Debe utilizarse un material de *higroscopicidad* baja, que corresponde a una fábrica de:
- ladrillo cerámico de *absorción* ≤ 10%, según el ensayo descrito en UNE 67 027:1984;
- J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:
- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
 - juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;
 - cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.
- N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

2.1.5.2.- Coberta

Per a les cobertes el grau d'impermeabilitat exigít és únic i independent de factors climàtics. Qualsevol solució constructiva arriba a aquest grau de impermeabilitat sempre que es compleixin les condicions indicades a continuació.

Les cobertes han de disposar dels elements següents:

- a) un sistema de formació de pendents quan la coberta sigui plana o quan sigui inclinada i el seu suport resistent no tingui el pendent adequat al tipus de protecció i de impermeabilització que es vagi a utilitzar;
- b) una barrera contra el vapor immediatament per sota de l'aïllant tèrmic quan, segons el càlcul descrit en la secció HE1 del DB "Estalvi d'energia", es prevegi que vagin a produir-se condensacions en aquest element;
- c) una capa separadora sota l'aïllant tèrmic, quan s'hagi d'evitar el contacte entre materials químicament incompatibles;
- d) un aïllant tèrmic, segons es determini en la secció HE1 del DB "Estalvi d'energia";
- e) una capa separadora sota la capa d'impermeabilització, quan s'hagi d'evitar el contacte entre materials químicament incompatibles o l'adherència entre la impermeabilització i l'element que serveix de suport en sistemes no adherits;
- f) una capa d'impermeabilització quan la coberta sigui plana o quan sigui inclinada i el sistema de formació de pendents no tingui el pendent exigut en el CTE o el solapo de les peces de la protecció sigui insuficient;
- g) una capa separadora entre la capa de protecció i la capa d'impermeabilització, quan:
 - i) S'hagi d'evitar l'adherència entre ambdues capes;
 - ii) la impermeabilització tingui una resistència petita al punxonament estàtic;
 - iii) s'utilitzi com capa de protecció terra flotant col·locat sobre suports, grava, una capa de rodadura de formigó, una capa de rodadura d'aglomerat asfàltic disposat sobre una capa de morter o terra vegetal; en aquest últim cas a més ha de disposar-se immediatament per sobre de la capa separadora, una capa drenant i sobre aquesta una capa filtrant; en el cas d'utilitzar grava la capa separadora ha de ser antipunxonament;
- h) una capa separadora entre la capa de protecció i l'aïllant tèrmic, quan
 - i) s'utilitzi terra vegetal com capa de protecció; a més ha de disposar-se immediatament per sobre d'aquesta capa separadora, una capa drenant i sobre aquesta una capa filtrant;
 - ii) la coberta sigui transitable per a vianants; en aquest cas la capa separadora ha de ser antipunxonament;
 - iii) s'utilitzi grava com capa de protecció; en aquest cas la capa separadora ha de ser filtrant, capaç d'impedir el pas d'àrids fins i antipunxonament;
- i) una capa de protecció, quan la coberta sigui plana, tret que la capa d'impermeabilització sigui autoprotegida;
- j) una teulada, quan la coberta sigui inclinada;
- k) un sistema d'evacuació d'aigües, que pot constar de canals, imbornals i sobreeixidors, dimensionament segons el càlcul descrit en la secció HS 5 del DB-HS.

2.1.5.3.- Forjat sanitari

Grau d'impermeabilitat del terreny:

Segons la taula 2.1 d'aquest apartat del CTE, el grau d'impermeabilitat mínim exigít als terres és 1.

I per complir aquest grau mínim d'impermeabilitat, la solució constructiva ha de complir les condicions de la taula següent:

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

		Muro flexorresistente o de gravedad								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
	≤2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+I2+D1+D2+S1+S2+S3
	≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3
	≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+I2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I1+I2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I1+I2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

Com en el nostre cas tenim un forjat sanitari que correspon a un *suelo elevado* en la taula anterior i el grau mínim exigít és 1, llavors el terra haurà de complir V1, que significa el següent.

V) Ventilación de la cámara:

V1 El espacio existente entre el *suelo elevado* y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del *suelo elevado*, A_s , en m^2 debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10 \quad (2.2)$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

En el nostre cas el forjat sanitari, compta amb cambra ventilada i compleix les exigències disposades per les obertures de ventilació.

2.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS

En aquest cas no podem dir que no s'hagi empleat cap sistema bioclimàtic ja que la casa té la façana principal orientada al sud, amb grans finestres per a que entri el sol dins de la casa per escalfar-la, i en les altres tres orientacions les finestres són les necessàries.

A més a més podem dir que l'arquitecte al hora de dissenyar la casa va tindre bastant en compte la ubicació dels dormitoris, menjador, garatge i demás estances de la casa respecte a les orientacions nord, sud, oest i est. Ha ubicat els dormitoris en la façana est, i les estances diürnes en la façana sud.

Així doncs, podem dir en definitiva que al hora de dissenyar la casa s'ha tingut el principi més important de la bioclimàtica que seria la orientació de la casa, i això farà que l'edifici funcioni bastant bé.

2.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC

L'aïllament tèrmic que s'ha utilitzat en aquesta casa és el poliuretà projectat, que és l'aïllament tèrmic més utilitzat amb diferència avui en dia en construcció de edificis d'habitatges.

Els gruixos d'aïllament s'han establert per complir la normativa vigent que és el CTE, que si tenim en compte que aquest és més restrictiu que l'antiga i obsoleta norma NBE-CT-79, llavors la majoria d'edificis fins ara construïts presentaran un aïllament tèrmic inferior.

Així doncs, els gruixos que s'han col·locat en aquest cas són els següents:

- Façanes: 2 cm
- Coberta: 6cm
- Terra: 5 cm

2.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ REFRIGERACIÓ UTILITZATS

Per triar els sistemes de calefacció i refrigeració, s'han triat aquells sistemes considerats els estàndards avui en dia en construcció, és a dir, el que és col·loquen més.

2.4.1.- Calefacció

El sistema de calefacció triat per aquest cas és el de radiadors. Encara que no es considera que sigui el millor sistema de calefacció no és un mal sistema.

2.4.2.- Refrigeració

Per refrigerar la casa s'ha triat un sistema de refrigeració basat en unitats partides, tipus *split*. S'ha triat aquest perquè es creu que és el més utilitzat avui en dia, encara que la refrigeració per conductes cada dia va guanyant terreny en edificis de nova construcció.

2.4.3.- Caldera

La caldera escollida és una caldera convencional a gas. Aquests tipus de caldera és el més utilitzat per majoria absoluta, no és un mal sistema, però no és considerat un dels millors.

2.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA

Amb l'entrada del CTE en vigor, en l'apartat DB-HE Estalvi energètic, s'estableix que els edificis de nova construcció han de produir un % d'aigua calenta sanitària amb energia solar, encara que també especifica que aquesta potser generada a partir d'altres energies renovables. En el nostre cas s'ha triat l'opció dels col·lectors solars i el CTE ens estableix per el nostre cas, que hem de proporcionar el 50% d'aigua calenta sanitària mitjançant energia solar.

C
A
S

P
R
À
C
T
I
C

3.- EDIFICI EFICIENT

3.- EDIFICI EFICIENT

3.1.- SISTEMES CONSTRUCTIUS ENVOLVENT EXTERIOR

En aquests cas les façanes no són totes iguals, com s'ha explicat abans en la part teòrica i per les raons exposades en l'apartat 2 Sistemes constructius, s'ha triat per les façanes orientades a Nord- Sud el sistema de façana amb cambra d'aire no ventilada, ja que en aquestes façanes ens interessa tenir inèrcia tèrmica, i en les façanes orientades a Oest- Est s'ha optat pel tipus de façana ventilada, ja que en aquestes orientacions no ens interessa que s'escalfin les façanes ja que en èpoques d'estiu ens podrien sobreescalfar l'edifici.

3.1.1.- Façanes

Façanes Nord-Sud

Les façanes Nord-Sud com s'ha explicat abans són del tipus façana amb cambra d'aire no ventilada. Aquestes estan composades:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Revestiment de ceràmica de dimensions 240x115x40 mm, a una cara vista, aferrada amb morter mixt 1:2:10 amb ciment CEM II.
- Cambra d'aire sense ventilar de 2 cm de gruix.
- Placa de suro aglomerat, de densitat 110 kg/m³, de 120 mm de gruix, col·locades amb fixacions mecàniques.
- Arrebossat amb morter mixt 1:2:10 de 1,5 cm de gruix.
- Paret estructural de 14 cm de gruix, de bloc ceràmic d'argila alleugerida LD, de 300x190x140 mm, col·locat amb morter 1:4.
- Enguixat reglejat amb guix YG, acabat lliscat amb guix YF

Façanes Oest-Est:

Les façanes Oest-Est com s'ha explicat abans són del tipus façana amb cambra ventilada, o façana ventilada. Aquestes estan composades:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Revestiment de ceràmica de dimensions 240x115x40 mm, a una cara vista, aferrada amb morter mixt 1:2:10 amb ciment CEM II.
- Cambra d'aire ventilada de 5 cm de gruix.
- Placa de suro aglomerat, de densitat 110 kg/m³, de 120 mm de gruix, col·locades amb fixacions mecàniques.
- Arrebossat amb morter mixt 1:2:10 de 1,5 cm de gruix.
- Paret tancament de 14 cm de gruix de bloc de dimensions 300x190x140 mm de ceràmica d'argila alleugerida, col·locat amb morter mixt 1:0,5:4
- Enguixat reglejat amb guix YG, acabat lliscat amb guix YF

3.1.2.- Coberta

En aquest cas, com s'ha explicat abans en el apartat 3 Sistemes constructius de la part teòrica, i per les raons exposades en dit apartat, el tipus de coberta utilitzada és una coberta plana enjardinada, ja que és una coberta que contribueix a la qualitat de l'ambient exterior i millora l'aïllament tèrmic de la coberta, a més a més dels seus efectes d'integració en l'entorn natural. Aquesta coberta està composta de les capes següents:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Formació de pendents amb formigó cel·lular sense granulat, de densitat 300 kg/m³, de 10 cm de gruix mitjà
- Impermeabilització amb membrana PA-8 segons UNE 104402 de 5,9 kg/m² de dues làmines de betum asfàltic modificat LBM (SBS)-30-FV amb armadura de feltre de fibra de vidre de 50 g/m², adherides en calent, prèvia imprimació
- Capa drenant de palet de riera de 16 a 32 mm de diàmetre de 10 cm de gruix, col·locat sense adherir.
- Capa filtrant amb geotèxtil format per feltre de polipropilè no teixit lligat mecànicament de 140 a 190 g/m², col·locat sense adherir.
- Placa de suro aglomerat, de densitat 110 kg/m³, de 150 mm de gruix col·locades sense adherir.
- Xapa de morter per protecció de l'aïllament tèrmic.
- Capa de terra per a jardineria volcànica, a granel.

3.1.3.- Forjat sanitari i paviment

En aquest cas pel al forjat inferior, s'ha optat un forjat sanitari ventilat, amb paviment de terratzo. Aquesta està composta:

Disposició dels materials de l'exterior cap al interior:

- Forjat de formigó armat HA-25/B/12/IIa unidireccional amb biguetes autoresistents de 30 cm de gruix.
- Placa de suro aglomerat, de densitat 110 kg/m³, de 120 mm de gruix, col·locades no adherides
- Paviment de terratzo llis de gra petit, de 40x40 cm, col·locat a truc de maceta, sobre capa de sorra de 2 cm de gruix.

3.1.4.- Compliment del DB-HE Estalvi d'energia

En aquest cas, de la casa eficient, l'aïllament tèrmic que s'ha col·locat és el considerat òptim per la situació geogràfica de la casa, aquest a estat extret de l'estudi CTE-PLUS realitzat per la casa Rockwool (l'estudi està en l'annex E).

Compliment de la exigència bàsica de HE-1 de la limitació de demanda energètica

La zona climàtica és la mateixa que en la casa amb sistemes tradicionals i sobrepassen la transmissió límit dels tancaments que ens exigeix el CTE.

Justificació de la transmissió tèrmica dels tancaments:

S'ha fet mitjançant programa LIDER. En l'apartat anterior de la casa amb sistemes tradicionals s'ha fet una explicació de com s'ha aplicat aquesta eina informàtica. Per veure informe de resultats consultar annex C.

3.1.5.- Compliment del DB-HS 1 Protecció contra la humitat

3.1.5.1.- Façanes

Grau d'impermeabilitat del terreny:

El grau d'impermeabilitat mínim exigida a les façanes enfront de la penetració de les precipitacions s'obté en funció de la zona pluviomètrica i del grau d'exposició al vent corresponents al lloc d'ubicació de l'edifici, ja ha estat calculat en el cas de la casa amb sistemes tradicionals i en aquest cas és el mateix. (mirar apartat 1.2.3.1.)

		Zona pluviomètrica de promedios				
		I	II	III	IV	V
Grado de exposició al viento	V1	5	5	4	3	2
	V2	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

El grau d'impermeabilitat és de 3. Aleshores les solucions constructives han de complir les condicions següents:

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior			Sin revestimiento exterior			
		R1+C1 ⁽¹⁾			C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾			C1 ⁽¹⁾ +J1+N1			
	≤2	R1+C1 ⁽¹⁾			B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2	C1 ⁽¹⁾ +H1+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2	R1+C1 ⁽¹⁾	B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2	B1+C1+H1+J2+N2
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2	
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1		

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

En els cas de les façanes Nord-Sud es compleix la solució: R1 + B1 + C1

R1 El *revestimiento exterior* debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
 - de piezas menores de 300 mm de lado;
 - fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - disposición en la cara exterior de la *hoja principal* de un enfoscado de mortero;
 - adaptación a los movimientos del soporte.

- B) Resistència a la filtració de la barrera contra la penetració de aigua:
- B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:
 - cámara de aire sin ventilar;
 - *aislante no hidrófilo* colocado en la cara interior de la *hoja principal*.
 - C1 Debe utilizarse al menos una *hoja principal* de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:
 - ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente;
 - 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

En els cas de les façanes Oest-Est no es compleix la solució: R1 + B1 +C1, però al tindre la cambra d'aire ventilada B3, estem complint per un grau d'estanquitat 5 o sigui que estem complint molt més del que ens exigeix la normativa.

3.1.5.2.- Coberta

Per a les cobertes el grau d'impermeabilitat exigít és únic i independent de factors climàtics. Qualsevol solució constructiva arriba a aquest grau de impermeabilitat sempre que es compleixin les condicions indicades anteriorment en la casa amb sistemes tradicionals.(mirar apartat 1.2.3.2.)

3.1.5.3.- Forjat sanitari

Justificació idèntica a l'anterior de la casa amb sistemes tradicionals(mirar apartat 1.2.3.3.)

3.2.- SISTEMES BIOCLIMÀTICS UTILITZATS

En aquest cas triat un seguit de sistemes bioclimàtics, aquests han estat triats entre els explicats en la part teòrica del present projecte. Els criteris d'elecció d'un o altre han estat basats en la construcció de la casa i quin sistema s'adaptava a aquesta sense necessitats de realitzar grans reformes o modificacions del projecte inicial.

3.2.1.- Tècniques de calefacció

De les tècniques de calefacció bioclimàtiques s'han triat les següents:

- Finestrals orientats al sud: aquests ens proporcionen guanys solars directes al interior de l'edifici.
- Mur trombe: aquests ens proporcionen uns guanys solars indirectes gracies a la convecció de l'aire i gracies a la radiació del mur trombe.

3.2.2.- Tècniques de ventilació i refrigeració

De les tècniques de ventilació i refrigeració bioclimàtiques s'han triat les següents:

- La xemeneia solar: aprofitant la llar de foc de la casa s'ha utilitzat també com a xemeneia solar, aquesta ens proporcionarà una corrent de ventilació dintre de la casa.
- Mur trombe: aquest a l'estiu també ens servirà per a ventilar la casa, aquest actuarà de la mateixa forma que la xemeneia solar, creant una corrent de ventilació a la casa.
- Circuit de tubs enterrats: s'han disposat una sèrie de tubs enterrats en el terrenys, aquest tenen la boca d'admissió d'aire orientada al nord, l'aire calent recorre els tubs enterrats, que fan que l'aire es refredi i entri dintre la vivenda.

3.2.3.- Tècniques d'il·luminació i control solar

De les tècniques d'il·luminació i control solar s'han triat les següents:

- Voladissos de fusta: aquests estan situats damunt de les obertures orientades al sud, estant fets de manera que al hivern deixen passar els raigs de sol, i a l'estiu impedeixen que aquests penetrin per les finestres.

3.3.- AÏLLAMENT TÈRMIC

En el cas de la casa eficient l'aïllament tèrmic consisteix en plaques de suro conglomerat, s'ha triat aquest material per les raons enumerades a la part teòrica del present projecte, exactament en l'apartat 3 Aïllaments tèrmics.

El gruix de l'aïllament s'ha extret del estudi CTE-PLUS realitzat per la casa Rockwool, per més informació mirar l'annex E on hi ha adjuntat dit estudi.

Així doncs els gruixos de l'aïllament col·locats són els següent:

- Façanes: 12 cm
- Coberta: 15 cm
- Terra: 12 cm

3.4.- SISTEMES DE CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ UTILITZATS

3.4.1.- Calefacció

En el cas de la casa eficient el sistema de calefacció que s'ha instal·lat consisteix en un terra radiant, aquests s'ha triat per les raons enumerades en la part teòrica del present projecte, exactament en l'apartat 4 Sistemes de calefacció i refrigeració.

3.4.2.- Refrigeració

En el cas de refrigeració s'han instal·lat unes unitats partides sols fred, en total s'han instal·lat 6 aparells un a cada dormitori, un al menjador i un altre al despatx, s'ha triat aquets aparells ja que degut a la poca demanda de refrigeració de la casa s'han col·locat com a medi auxiliar.

3.4.3.- Caldera

La caldera que s'ha instal·lat per aquest cas , és una caldera a gas de condensació amb un rendiment de 1,05 %, s'ha triat aquesta per les raons enumerades en la part teòrica del present projecte, exactament a l'apartat 4 Sistemes de calefacció i refrigeració

3.5.- SISTEMES DE PRODUCCIÓ D'ENERGIA

De sistemes de producció d'energia s'ha triat els col·lectors solars per la producció d'aigua calenta sanitària i la calefacció, ja que és el sistema més desenvolupat del moment, i el que presenta majors estalvis. També s'han col·locat unes plaques solars fotovoltaïques, aquestes per la producció d'electricitat i la venda dels excedents.

C
A
S

P
R
À
C
T
I
C

4.- COMPARATIU ECÒNOMIC

Per realitzar el comparatiu econòmic el que s'ha fet es comparar el cost de construcció per una part, per una altra part el cost de producció d'aigua calenta sanitària, el cost de l'energia fotovoltaica, el cost de l'energia solar per terra radiant i per últim el cost de la geotèrmia. El cost de la construcció, s'ha comparat amb el cost de la casa amb sistemes tradicionals. Tots els altres costos de les instal·lacions, s'ha mirat quin cost representen cadascun d'aquests i quin estalvi ens aporten, i si es poden amortitzar o no.

Dintre de cadascun dels conceptes s'han fet varies hipòtesis, és a dir, per exemple en la producció d'aigua calenta sanitària, si cobrim el 100% aigua calenta necessària, o si cobrim el 80%, etc. Dintre de cada comparatiu s'exposaran les hipòtesis realitzades.

4.1.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ:

Dintre d'aquest comparatiu s'han estudiat les següents hipòtesis:

- Casa amb 12 cm d'aïllament tèrmic a façanes i terra i 15 cm a coberta (punt de partida del CTE-PLUS)
- Casa amb 10 cm d'aïllament tèrmic a façanes i terra i 12 cm a coberta
- Casa amb 8 cm d'aïllament tèrmic a façanes i terra i 10 cm a coberta.
- Casa amb 6 cm d'aïllament tèrmic a façanes i terra i 8 cm a coberta.

4.1.1.- HIPÒTESIS 1:
COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 12 CM D'ÀLL.TÈRMIC

Descripció		Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors					
	Façanes	44.105,59	56.994,31	12.888,72	29,22%
	Coberta	20.765,79	25.751,87	4.986,08	24,01%
	Terra	7.745,94	9.550,04	1.804,10	23,29%
Instal·lacions					
	Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
	Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
	Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	8.450,00	297,5	41%
Refrigeració	782,00	833,00	-4,59	-7%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	20.695,83 €
Estalvi TOTAL	14.645,50 €

Beneficis o pèrdues	- 6.050,33 €
----------------------------	---------------------

Segons el Taules Excel:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	17.950,00	9.500,00	422,5	47%
Refrigeració	782,00	646,00	12,24	17%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	20.695,83 €
Estalvi TOTAL	21.737,00 €

Beneficis o pèrdues	1.041,17 €
----------------------------	-------------------

4.1.2.- HIPÒTESIS 2:
COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 10 CM D'AÏLL. TÈRMIC

Descripció		Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors					
	Façanes	44.105,59	55.736,54	11.630,95	26,37%
	Coberta	20.765,79	24.752,65	3.986,86	19,20%
	Terra	7.745,94	8.895,65	1.149,71	14,84%
Instal·lacions					
	Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
	Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
	Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	9.520,00	244,00	34%
Refrigeració	782,00	765,00	1,53	2%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	17.784,45 €
Estalvi TOTAL	12.276,50 €
Beneficis o pèrdues	- 5.507,95 €

4.1.3.- HIPÒTESIS 3:
COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 8 CM D'AÏLL. TÈRMIC

Descripció	Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors				
Façanes	44.105,59	54.412,92	10.307,33	23,37%
Coberta	20.765,79	24.087,18	3.321,39	15,99%
Terra	7.745,94	8.237,23	491,29	6,34%
Instal·lacions				
Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	10.200,00	210,00	29%
Refrigeració	782,00	867,00	-7,65	-11%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	15.136,94 €
Estalvi TOTAL	10.117,50 €
Beneficis o pèrdues	- 5.019,44 €

4.1.4.- HIPÒTESIS 4:
COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 6 CM D'AÏLL. TÈRMIC

Descripció	Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors				
Façanes	44.105,59	52.853,23	8.747,64	19,83%
Coberta	20.765,79	23.417,61	2.651,82	12,77%
Terra	7.745,94	7.453,98	-291,96	-3,77%
Instal·lacions				
Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	11.000,00	170,00	24%
Refrigeració	782,00	986,00	-18,36	-26%

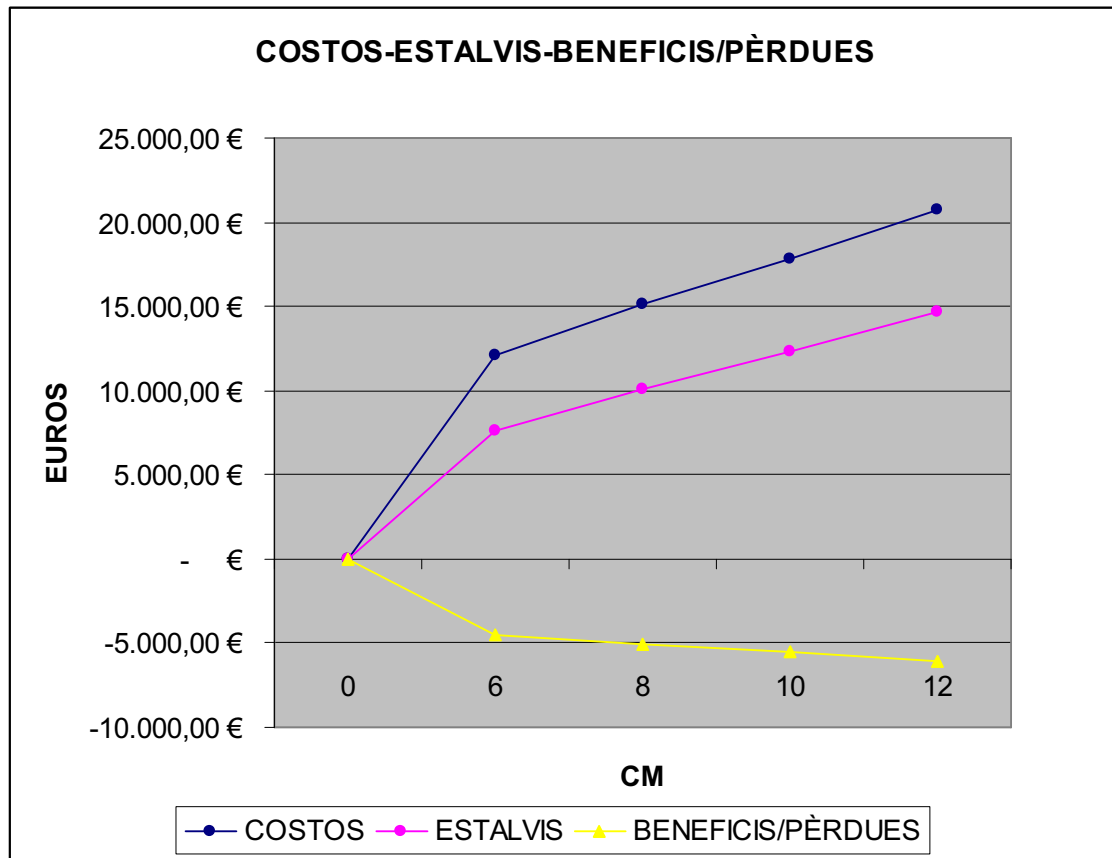
Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	12.124,43 €
Estalvi TOTAL	7.582,00 €
Beneficis o pèrdues	- 4.542,43 €

4.1.5.- GRÀFIC COMPARATIU:



En el gràfic comparatiu veiem que el cost de la construcció, que s'incrementa principalment pel cost de l'aïllament tèrmic, està relacionat directament amb els estalvis que obtenim, però no obtenim beneficis econòmics en cap dels casos. Des del punt de vista econòmic tenim pèrdues, però des de el punt de vista energètic tenim uns grans estalvis.

4.2.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA PRODUCCIÓ D'ACS AMB ENERGIA SOLAR:

Dintre d'aquest comparatiu s'han estudiat les següents hipòtesis:

- ACS 100% CADA MES
- ACS 100% ANUAL
- ACS % MÀXIM COMPLINT CTE

4.2.1.- HIPÒTESIS 1:
COMPARATIU ECONÒMIC INSTAL·LACIÓ ACS 100% CADA MES

Descripció	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% mensual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Instal·lació ACS 100%				
Ins. Solar Tèrmica	904,86	3.619,44	2.714,58	300,00%
Acumulador	923,17	1.789,51	866,34	93,84%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% mensual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
ACS	1.758,40	0,00	87,92	100%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	3.580,92 €
Estalvi energia TOTAL	2.198,00 €
Beneficis o pèrdues TOTALS	- 1.382,92 €

4.2.2.- HIPÒTESIS 2:
COMPARATIU ECONÒMIC INSTAL·LACIÓ ACS 100% ANUAL

Descripció	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% anual	Diferència cost	
			Cost Total	Cost Total
Instal·lació ACS 100%				
Ins. Solar Tèrmica	904,86	1.809,72	904,86	100,00%
Acumulador	923,17	1.037,05	113,88	12,34%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% anual	Estalvis anuals	
			Energia nec. KWh	Energia nec.KWh
ACS	1.758,40	334,30	71,205	81%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	1.018,74 €
Estalvi energia TOTAL	1.780,13 €
Beneficis o pèrdues TOTALS	761,39 €

4.2.3.- HIPÒTESIS 3:
COMPARATIU ECONÒMIC INSTAL·LACIÓ ACS MÀXIM CTE

Descripció	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb màxim CTE	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Instal·lació ACS màxim CTE				
Ins. Solar Tèrmica	904,86	1.357,29	452,43	50,00%
Acumulador	923,17	923,17	0	0,00%

ESTALVI ECONÒMIC

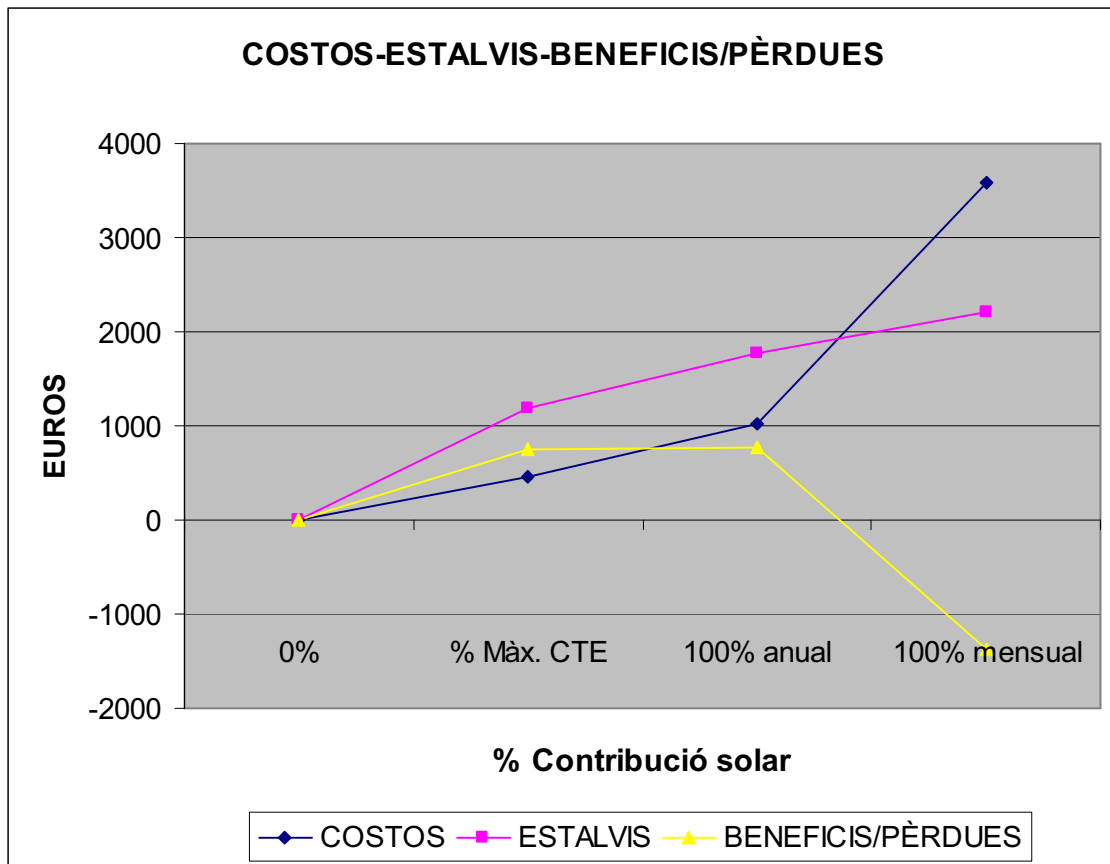
	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb màxim CTE	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
ACS	1.758,40	802,53	47,7935	46%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	452,43 €
Estalvi energia TOTAL	1.194,84 €
Beneficis o pèrdues TOTALS	742,41 €

4.2.4.- GRÀFIC COMPARATIU:



En el gràfic comparatiu podem veure que ja un punt on es creuen les dos gràfiques de costos i estalvis, aquest punt és quan la despesa i l'estalvi s'igualen i no tenim beneficis ni pèrdues. Des de el punt de vista econòmic el percentatge que aporta més beneficis és el de proporcionar el 100% d'ACS de mitja anual. Quan tenim una contribució del 100% mensual, obtenim pèrdues, això és a causa, de que necessitem moltes plaques per aquells mesos més freds, com són ara el gener o desembre, el que fa que s'encareixi molt l'instal·lació.

4.3.- COMPARATIU ECONÒMIC DEL TERRA RADIANT AMB ENERGIA SOLAR:

Dintre d'aquest comparatiu s'han estudiat les següents hipòtesis:

- Terra radiant amb contribució del 90% anual amb energia solar.
- Terra radiant amb contribució del 70% anual amb energia solar.
- Terra radiant amb contribució del 50% anual amb energia solar.

4.3.1.- HIPÒTESIS 1:
COMPARATIU ECONÒMIC CALEFACCIÓ 90% s/ demanda casa eficient

Descripció	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 90% terra radiant	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció 90%				
Ins. Solar Tèrmica	0,00	9.048,60	9.048,60	100%
Acumulador	0,00	2.194,20	2.194,20	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 90% terra radiant	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	8.450,00	535,00	395,75	94%

Preu gas natural: 0,05€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	11.242,80 €
Estalvi energia TOTAL	9.893,75 €
Beneficis o pèrdues TOTALS	- 1.349,05 €

4.3.2.- HIPÒTESIS 2:
COMPARATIU ECONÒMIC CALEFACCIÓ 70% s/ demanda casa eficient

Descripció	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 70% terra radiant	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció 70%				
Ins. Solar Tèrmica	0,00	4.524,30	4.524,30	100%
Acumulador	0,00	2.194,20	2.194,20	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 70% terra radiant	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	8.450,00	1.717,00	336,65	80%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	6.718,50 €
Estalvi energia TOTAL	8.416,25 €
Beneficis o pèrdues	1.697,75 €

4.3.3.- HIPÒTESIS 3:
COMPARATIU ECONÒMIC CALEFACCIÓ 50% s/ demanda casa eficient

Descripció	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 50% terra radiant	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció 50%				
Ins. Solar Tèrmica	0,00	2.714,58	2.714,58	100%
Acumulador	0,00	2.194,20	2.194,20	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 50% terra radiant	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	8.450,00	2.735,00	285,75	68%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

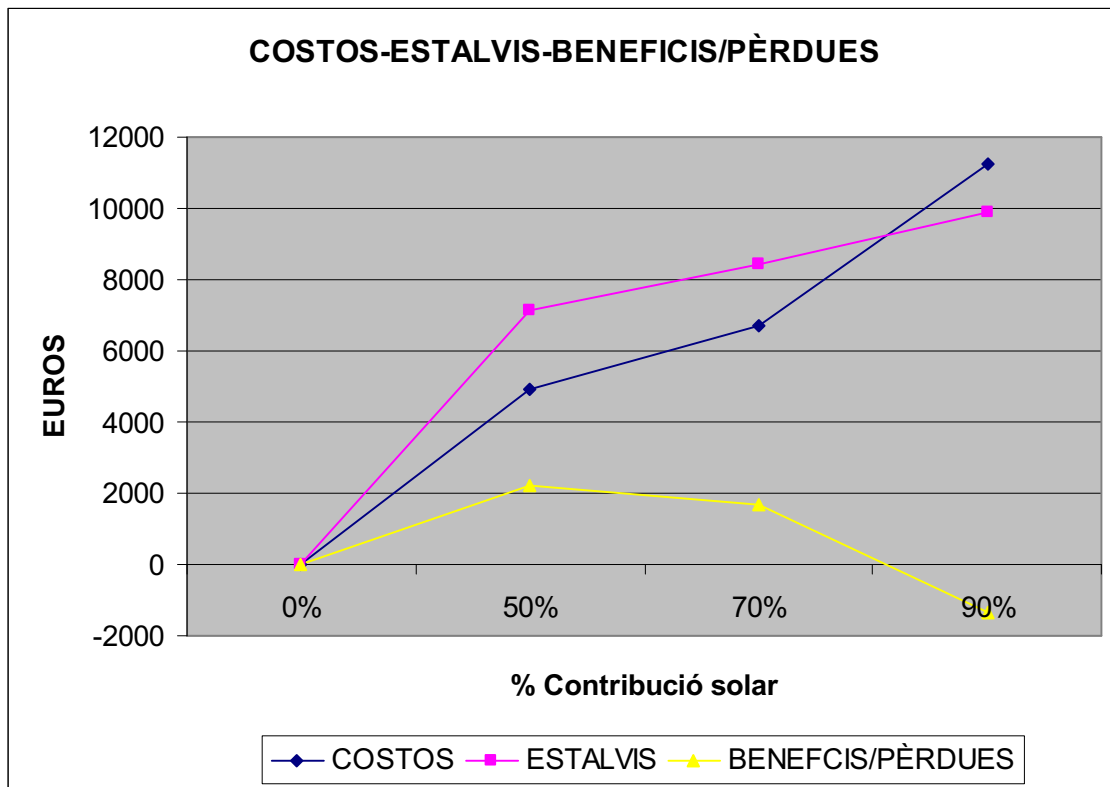
Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	4.908,78 €
-------------------------------	-------------------

Estalvi energia TOTAL	7.143,75 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues	2.234,97 €
----------------------------	-------------------

4.3.4.- GRÀFIC COMPARATIU:



En el gràfic comparatiu veiem que els estalvis energètics són importants, però la despesa també és important. Obtenim que en tots els casos obtenim beneficis econòmics menys el de la contribució del 90% anual. Si observem el gràfic com menys plaques tenim més és el benefici que obtenim, això vol dir que els costos de la instal·lació són majors cada vegada que ampliem la superfície de plaques, però que els estalvis energètics no s'incrementen tant com el cost. Els estalvis augmenten de forma lineal, en front dels costos que augmenten d'una forma més exponencial. Des del punt de vista econòmic, el cas en que obtenim més benefici, és quan tenim una contribució del 50% anual.

4.4.- COMPARATIU ECONÒMIC DE L'ENERGIA FOTOVOLTAICA:

Dintre d'aquest comparatiu s'han estudiat les següents hipòtesis:

- Fotovoltaica contribució 100% cada mes
- Fotovoltaica contribució 100% anual
- Fotovoltaica contribució 60% anual
- Fotovoltaica contribució 30% anual.
- Fotovoltaica tot venda

4.4.1.- HIPÒTESIS 1:
COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA COBERTURA 100% CADA MES

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% mensual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 100% cada mes				
Ins. Fotovoltaica	0,00	29.206,86	29.206,86	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% mensual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	0,00	554,94	100%
Potència sobrant	3.138,00	KW		

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Preu venda electricitat: 0,45 €/KW

Preu transformador: 5744,56 €

Sobrecost instal·lació	29.206,86 €
-------------------------------	--------------------

Estalvi energia TOTAL	13.873,50 €
------------------------------	--------------------

Beneficis o pèrdues (sense venda)	- 15.333,36 €
--	----------------------

Benefici per venda	29.557,94 €
---------------------------	--------------------

RESULTAT TOTAL post venda	14.224,58 €
----------------------------------	--------------------

4.4.2.- HIPÒTESIS 2:
COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA COBERTURA 100% MITJA ANUAL

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% anual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 100% mitja anual				
Ins. Fotovoltaica	0,00	25.144,46	25.144,46	100%
ESTALVI ECONÒMIC				

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% anual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	485,73	511,22	92%

Potència sobrant **637,72** KW

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Preu venda electricitat: 0,45 €/KW

Preu transformador: 5744,56 €

Sobrecost instal·lació **25.144,46 €**

Estalvi energia TOTAL **12.780,61 €**

Beneficis o pèrdues (sense venda) **- 12.363,85 €**

Benefici per venda **1.429,79 €**

RESULTAT TOTAL post venda **- 10.934,06 €**

4.4.3.- HIPÒTESIS 3:
COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA COBERTURA 60% MITJA ANUAL

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 60% anual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 60%				
Ins. Fotovoltaica	0,00	15.061,86	15.061,86	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 60% anual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	2.450,00	334,44	60%

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	15.061,86 €
-------------------------------	--------------------

Estalvi energia TOTAL	8.361,00 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues (sense venda)	- 6.700,86 €
--	---------------------

4.4.4.- HIPÒTESIS 4:
COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA COBERTURA 30% MITJA ANUAL

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 30% anual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 30%				
Ins. Fotovoltaica	0,00	8.034,86	8.034,86	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 30% anual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	4.308,00	167,22	30%

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	8.034,86 €
-------------------------------	-------------------

Estalvi energia TOTAL	4.180,50 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues (sense venda)	- 3.854,36 €
--	---------------------

4.4.5.- HIPÒTESIS 5:
COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA TOT VENDA

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb tot venda	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 100% cada mes				
Ins. Fotovoltaica	0,00	19.039,42	19.039,42	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb tot venda	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	6.166,00	0,00	0%

Cost compra energia anual	554,94 €
Cost compra energia TOTAL	13.873,50 €

GUANY PER VENDA

	Produïda	Guany
	Energia KWh	Euros/any
Electricitat	9.307,38	4.188,32

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Preu venda electricitat: 0,45 €/KW

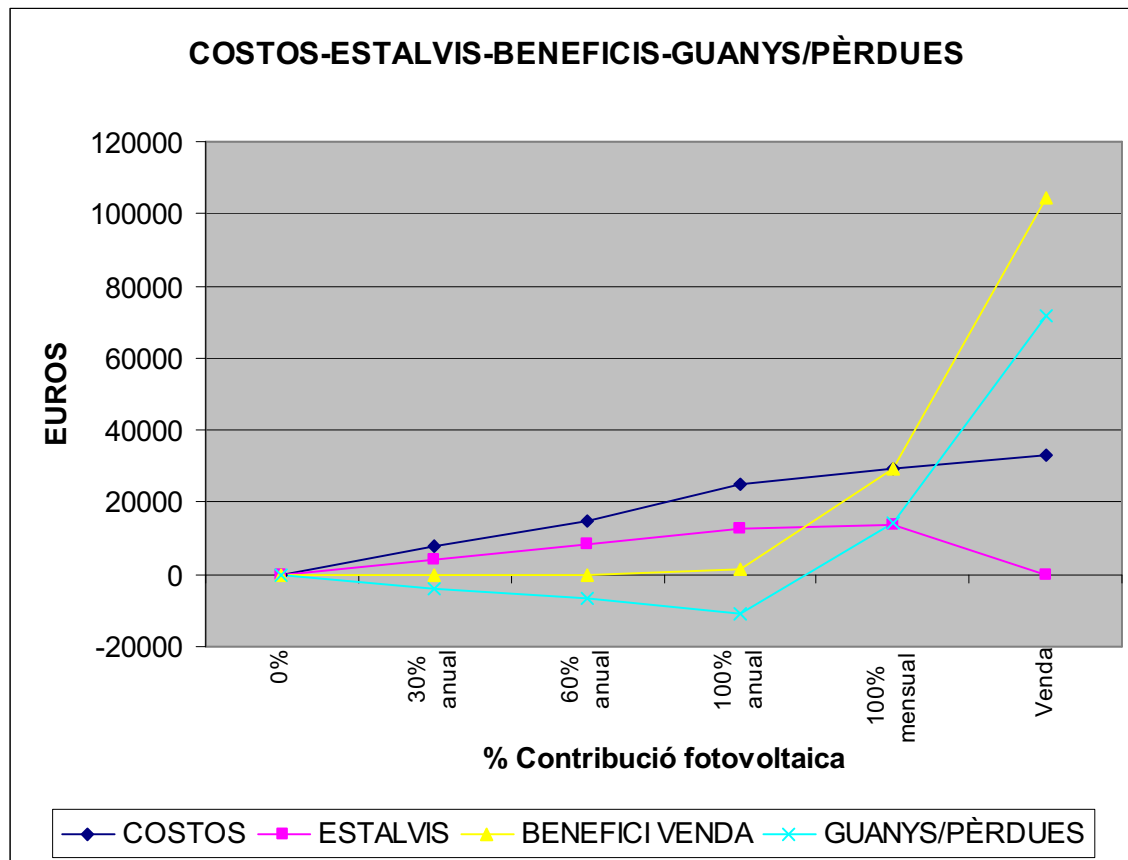
Preu transformador: 5744,56 €

Sobrecost instal·lació	19.039,42 €
Cost compra energia TOTAL	13.873,50 €
COST TOTAL	32.912,92 €

Benefici per venda	104.708,03 €
---------------------------	---------------------

RESULTAT TOTAL post venda	71.795,11 €
----------------------------------	--------------------

4.4.6.- GRÀFIC COMPARATIU:



En el gràfic comparatiu veiem que sense venda en tots els casos tenim pèrdues, el que vol dir que mai podrem obtenir beneficis si el que volem és produir energia elèctrica pel nostre consum. Si venem l'energia sobrant que ens produeixen les plaques, que sols ho podrem fer en els casos de contribució del 100% anual o del 100% mensual, el que obtenim es que en el cas de la contribució 100% anual encara continuem tenint pèrdues, però en el cas de contribució del 100% mensual es compensa la despesa de la instal·lació i el benefici per venda, llavors el que tindrem es un benefici que ve donat pels estalvis d'energia elèctrica que no comprem que en aquest cas seria la totalitat de l'energia elèctrica. Per últim en el cas de que tota l'energia produïda la venem i comprem l'energia al subministrador els beneficis que podem veure són realment importants. Des del punt de vista econòmic el cas que ens aporta més benefici és el de venda total de l'energia produïda per les plaques solars.

4.5.- COMPARATIU ECONÒMIC DE LA GEOTÈRMIA:

Dintre d'aquest comparatiu sols s'ha estudiat una hipòtesis ja que és una instal·lació que no pot anar variant l'increment d'energia produïda.

4.5.1.- HIPÒTESIS 1:
COMPARATIU ECONÒMIC DE LA GEOTÈRMIA

Descripció	Casa eficient sense geotèrmia	Casa eficient amb geotèrmia	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció i refrigeració				
Ins. Geotèrmia	0,00	6.000	6.000	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient sense geotèrmia	Casa eficient amb geotèrmia	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Gas	8.450,00	5.915,00	126,75	30%

Preu gas: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	6.000€
-------------------------------	---------------

Estalvi energia TOTAL	5.070,00 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues (sense venda)	- 930,00 €
--	-------------------

Amb una instal·lació de geotèrmia podem veure en la taula anterior, que tenim uns estalvis energètics. Aquests es deuen a que, s'ha d'escalfar l'aigua des d'uns 15°C, que és la temperatura a la que es troba el terreny, i si l'aigua no es trobés soterrada tindríem que escalfar l'aigua des de una temperatura inferior aquests 15°C. Així doncs els estalvis venen donats perquè ens estalviem d'escalfar uns quants °C l'aigua, que resulta energia estalviada. Si ho mirem des de el punt de vista econòmic no s'arriba a amortitzar l'instal·lació.

4.6.- ESTUDI ECONÒMIC i MEDIAMBIENTAL:

Una vegada s'ha fet el comparatiu econòmic de les parts, s'han decidit realitzar l'estudi de dos casos:

- Una casa totalment eficient: aquesta s'han agafat el casos més favorables en qüestions d'estalvi energètic, aconseguint així que la casa sigui totalment independents dels subministraments externs de la xarxa.
- Una casa amb el màxim de benefici: en aquets s'han agafat aquells casos en els quals tenim el màxim benefici possible, i a part tenim una part de la energia que consumeix la casa prové d'energia renovable.

En aquest estudi es donarà com a resultat els beneficis obtinguts de cadascun dels casos respecte a la casa amb sistemes tradicionals , és a dir, si són rentables o no, i la reducció de tones de CO2 que aboquem a la atmosfera.

Casa totalment eficient

COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 12 CM D'ÀLL.TÈRMIC

Descripció		Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors					
	Façanes	44.105,59	56.994,31	12.888,72	29,22%
	Coberta	20.765,79	25.751,87	4.986,08	24,01%
	Terra	7.745,94	9.550,04	1.804,10	23,29%
Instal·lacions					
	Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
	Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
	Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	8.450,00	297,5	41%
Refrigeració	782,00	833,00	-4,59	-7%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	20.695,83 €
Estalvi TOTAL	14.645,50 €

Beneficis o pèrdues	- 6.050,33 €
----------------------------	---------------------

COMPARATIU ECONÒMIC INSTAL·LACIÓ ACS 100% CADA MES

Descripció		Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% mensual	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Instal·lació ACS 100%					
	Ins. Solar Tèrmica	904,86	3.619,44	2.714,58	300,00%
	Acumulador	923,17	1.789,51	866,34	93,84%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% mensual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
ACS	1.758,40	0,00	87,92	100%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	3.580,92 €
-------------------------------	-------------------

Estalvi energia TOTAL	2.198,00 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues TOTALS	- 1.382,92 €
-----------------------------------	---------------------

COMPARATIU ECONÒMIC CALEFACCIÓ 90% s/ demanda casa eficient

Descripció	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 90% terra radiant	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció 90%				
Ins. Solar Tèrmica	0,00	9.048,60	9.048,60	100%
Acumulador	0,00	2.194,20	2.194,20	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 90% terra radiant	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	8.450,00	535,00	395,75	94%

Preu gas natural: 0,05€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	11.242,80 €
-------------------------------	--------------------

Estalvi energia TOTAL	9.893,75 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues TOTALS	- 1.349,05 €
-----------------------------------	---------------------

COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA COBERTURA 100% CADA MES

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% mensual	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 100% cada mes				
Ins. Fotovoltaica	0,00	29.206,86	29.206,86	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb 100% mensual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	0,00	554,94	100%
Potència sobrant	3.138,00	KW		

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Preu venda electricitat: 0,45 €/KW

Preu transformador: 5744,56 €

Sobrecost instal·lació	29.206,86 €
-------------------------------	--------------------

Estalvi energia TOTAL	13.873,50 €
------------------------------	--------------------

Beneficis o pèrdues (sense venda)	- 15.333,36 €
--	----------------------

Benefici per venda	29.557,94 €
---------------------------	--------------------

RESULTAT TOTAL post venda	14.224,58 €
----------------------------------	--------------------

RESULTAT TOTAL (sense venda electricitat):	- 24.115,66 €
---	----------------------

RESULTAT TOTAL (amb venda electricitat):	5.442,28 €
---	-------------------

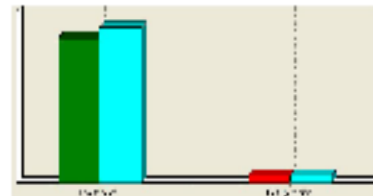
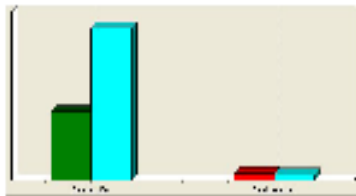
En aquest cas ens podem trobar en dos situacions una que no venem la energia fotovoltaica sobrant i l'altra en que si la venem, com podem veure en els resultats si no venem tenim pèrdues i si venem tenim beneficis. El que arribem a la conclusió que sols val la pena realitzar aquests tipus d'instal·lacions si venem els excedents d'energia fotovoltaica.

Benefici Mediambiental:

CASA EFICIENT	CASA CONVENCIONAL
---------------	-------------------

	Calentament	Refrigeració
% de la demanda d'energia	100	100
Programa de subministrament d'energia	100	100

	Calentament	Refrigeració
% de la demanda d'energia	100	100
Programa de subministrament d'energia	0,0	22



Certificació Energètica de Edificis Indicador kgCO ₂ /m ²	Eficiència Classe	Edifici Referència
100	A	
176,77	B	
22,2276	C	
240,176	D	
377,6	E	
577,6	F	
877,6	G	
Demanda calefacció kWh/m ²	D 48,7	E 108,8
Demanda refrigeració kWh/m ²	B 4,5	B 4,5
Emissions CO ₂ calefacció kgCO ₂ /m ²	B 11,4	E 34,3
Emissions CO ₂ refrigeració kgCO ₂ /m ²	D 2,8	B 1,1
Emissions CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 3,4	D 3,4

Certificació Energètica de Edificis Indicador kgCO ₂ /m ²	Edifici Objecte	Edifici Referència
100	A	
176,77	B	
22,2276	C	
240,176	D	
377,6	E	
577,6	F	
877,6	G	
Demanda calefacció kWh/m ²	D 48,7	D 91,0
Demanda refrigeració kWh/m ²	B 4,5	B 4,5
Emissions CO ₂ calefacció kgCO ₂ /m ²	D 23,4	D 28,1
Emissions CO ₂ refrigeració kgCO ₂ /m ²	D 2,8	B 1,1
Emissions CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	B 2,6	D 3,4

Estalvi de kg de CO₂/ANY	2363
Estalvi TOTAL de kg de CO₂	118150

La casa eficient respecte a la casa amb sistemes tradicional emet a l'atmosfera 2363 kg/CO₂ menys cada any. Encara que aquí no es té en compte que la producció de calefacció es fa mitjançant energia solar, ja que el programa LIDER no ens té aquesta opció per poder-la introduir, el que vol dir això, es que les emissions en realitat les estem reduint molt més i la casa podria arribar a tenir una certificació A. I en aquest cas estem realitzant una casa totalment independent dels subministraments energètics, estem cobrint el 100% d'ACS, el 90% de la calefacció amb plaques solars i el 100% del consum elèctric de la casa.

Casa amb màxim benefici

COMPARATIU ECONÒMIC DE LA CONSTRUCCIÓ AMB 12 CM D'AÏLL.TÈRMIC

Descripció		Casa Convencional	Casa Eficient	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Tancaments exteriors					
	Façanes	44.105,59	56.994,31	12.888,72	29,22%
	Coberta	20.765,79	25.751,87	4.986,08	24,01%
	Terra	7.745,94	9.550,04	1.804,10	23,29%
Instal·lacions					
	Ins. Calefacció	4.715,15	5.803,61	1.088,46	23,08%
	Caldera	1.900,09	2.229,98	329,89	17,36%
	Ins. Aire acondicionat	3.799,06	3.397,64	-401,42	-10,57%

ESTALVI ECONÒMIC

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	8.450,00	297,5	41%
Refrigeració	782,00	833,00	-4,59	-7%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Preu electricitat: 0,09 €/KW

Vida útil edifici: 50 anys

Sobrecost TOTAL	20.695,83 €
Estalvi TOTAL	14.645,50 €

Beneficis o pèrdues	- 6.050,33 €
----------------------------	---------------------

COMPARATIU ECONÒMIC INSTAL·LACIÓ ACS 100% ANUAL

Descripció		Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% anual	Diferència cost	
		Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Instal·lació ACS 100%					
	Ins. Solar Tèrmica	904,86	1.809,72	904,86	100,00%
	Acumulador	923,17	1.037,05	113,88	12,34%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient amb contribució mínima	Casa Eficient amb 100% anual	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
ACS	1.758,40	334,30	71,205	81%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	1.018,74 €
-------------------------------	-------------------

Estalvi energia TOTAL	1.780,13 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues TOTALS	761,39 €
-----------------------------------	-----------------

COMPARATIU ECONÒMIC CALEFACCIÓ 50% s/ demanda casa eficient

Descripció	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 50% terra radiant	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Calefacció 50%				
Ins. Solar Tèrmica	0,00	2.714,58	2.714,58	100%
Acumulador	0,00	2.194,20	2.194,20	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense terra radiant)	Casa eficient amb 50% terra radiant	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	8.450,00	2.735,00	285,75	68%

Preu gas natural: 0,05 €/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Sobrecost instal·lació	4.908,78 €
-------------------------------	-------------------

Estalvi energia TOTAL	7.143,75 €
------------------------------	-------------------

Beneficis o pèrdues	2.234,97 €
----------------------------	-------------------

COMPARATIU ECONÒMIC FOTOVOLTAICA TOT VENDA

Descripció	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb tot venda	Diferència cost	
	Cost Total	Cost Total	Dif. COST	%increment
Electricitat 100% cada mes				
Ins. Fotovoltaica	0,00	19.039,42	19.039,42	100%

ESTALVI ECONÒMIC

	Casa eficient (sense fotovoltaica)	Casa eficient amb tot venda	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec.KWh	Estalvi €	Estalvi %
Electricitat	6.166,00	6.166,00	0,00	0%

Cost compra energia anual	554,94 €
Cost compra energia TOTAL	13.873,50 €

GUANY PER VENDA

	Produïda	Guany
	Energia KWh	Euros/any
Electricitat	9.307,38	4.188,32

Preu electricitat: 0,09€/KW

Vida útil de l'instal·lació: 25 anys

Preu venda electricitat: 0,45 €/KW

Preu transformador: 5744,56 €

Sobrecost instal·lació	19.039,42 €
Cost compra energia TOTAL	13.873,50 €
COST TOTAL	32.912,92 €

Benefici per venda	104.708,03 €
---------------------------	---------------------

RESULTAT TOTAL post venda	71.795,11 €
----------------------------------	--------------------

RESULTAT TOTAL	68.741,13 €
-----------------------	--------------------

En aquests cas tenim un benefici econòmic molt major que en l'anterior cas. Aquests es deu a que tota la energia produïda per les plaques solars fotovoltaïques la estem venent. En aquest cas també tenim una part de l'energia que consumeix la casa que prové d'energies renovables. Estem cobrint un 100% d'ACS en la majoria de mesos de l'any, i estem cobrint un 50% de la calefacció amb energia solar.

C
A
S

P
R
À
C
T
I
C

5.- CONCLUSIONS I AGRAÏMENTS

CONCLUSIONS:

Primerament dir que la realització d'aquest projecte m'ha comportat sobretot una gran tasca d'investigació i anàlisi. En la seva elaboració els principals problemes que em van sorgir foren, per un costat la gran recerca d'informació que he tingut que dur a terme, donat que la majoria de tecnologies utilitzades en aquest projecte resultaven noves per a mi, i en algunes d'aquestes és complicat trobar-ne informació, a causa de la seva mínima utilització i poca experiència en aquest país. I per una altra costat, el segon gran problema que em vaig trobar fou haver d'aprendre a utilitzar programes innovadors, com ara són el LIDER i el CALENER. Aquests programes han sorgit de la nova reglamentació, que ens obliga a establir una limitació de la demanda energètica, i una certificació energètica dels edificis. En definitiva, el principal problema es deu a la utilització de tecnologies i programes nous, que han suposat un sobre esforç en quan a la seva aplicació en aquest projecte.

En el transcurs d'aquest projecte, s'ha pogut anar veient les mancances, o entrebancs que tenen alguns d'aquests programes, ja que a l'hora de la seva utilització, resulten eines ortopèdiques i de difícil utilització. Principalment, aquests problemes venen donats, pel seu sistema de dibuix per coordenades, i per altres limitacions que ens imposen; com per exemple, no poder introduir en el programa una instal·lació que ens proporcioni calefacció amb energia renovable, com ara seria el cas de les plaques solars. A més a més, en el que es refereix a la càrrega de refrigeració tampoc acaba de funcionar massa bé, ja que com més s'amplia l'aïllament de la casa més puja aquesta càrrega, i des de el meu punt de vista hauria de ser al contrari, ja que si aïllem més una casa de l'ambient exterior, la calor provinent de l'exterior tardarà més temps en travessar les parets, i consegüentment a escalfar-se la casa, a més, a l'hora de refrigerar la casa, també tardarem menys ja que hi hauran menys pèrdues de l'interior cap a l'exterior. Com es veu en el quadre següent, en els resultats que s'han obtingut del programa LIDER, veiem que a l'augmentar el gruix de l'aïllament tèrmic, tenim una càrrega de refrigeració major (833 KW), en front d'una càrrega inferior (782 KW) de la casa menys aïllada. Aquests resultats, s'han contrastat amb els valors obtinguts de la càrrega de calefacció i refrigeració, fent servir les fulles "Excel" com a mètode de càlcul, aquestes s'han extret d'una web on es troben eines de càlcul per instal·lacions solars. En els resultats obtinguts d'aquestes taules de càlcul, podem veure, que pel que fa a la càrrega de calefacció, el valor s'apropa bastant, passem d'un estalvi del 41% amb el programa LIDER, a un 47% amb les taules "Excel". Però pel que fa a la càrrega de refrigeració, passem d'unes pèrdues del 7% amb el programa LIDER, a uns estalvis del 17% amb les taules "Excel". De tot això, podem treure la conclusió, que el programa LIDER no acaba de funcionar bé pel que fa a càrrega de refrigeració.

Segons el CALENER:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	14.400,00	8.450,00	297,5	41%
Refrigeració	782,00	833,00	-4,59	-7%

Segons el Taules Excel:

	Casa convencional	Casa eficient	Estalvis anuals	
	Energia nec. KWh	Energia nec. KWh	Estalvi €	Estalvi %
Calefacció	17.950,00	9.500,00	422,5	47%
Refrigeració	782,00	646,00	12,24	17%

Si ens centrem en els resultats implícits que s'han obtingut en el projecte, podem treure varies conclusions. Per tal de desenvolupar l'explicació d'aquestes conclusions, explicitem part per part tal com s'ha anat fent en tot el projecte.

En el cas de **l'aïllament tèrmic**, podem veure que l'increment del cost augmenta a mesura que s'amplia el gruix, doncs aquest cost no l'arribem a amortitzar en el transcurs de la vida útil de l'edifici (contant una vida útil d'uns 50 anys), donat que els costos són sempre superiors als estalvis. En el quadre següent, es pot veure com al sobrecost de l'aïllament tèrmic i totes les despeses que comporta en la construcció, si li restem els KW que ens estalviem multiplicats pel preu del KW (que són 0,09 €/KW en el cas d'electricitat i 0,05 €/KW en el cas del gas, valors extrets de les factures) i després ho multipliquem per la vida útil de l'edifici, el resultat sempre és negatiu.

Gruix	Sobrecost	Estalvis energètics	Emissions CO2	Resultat
12cm	20.695,83 €	14.645,50 €	2363	-6.050,33 €
10cm	17.784,45 €	12.276,50 €	2176	-5.507,95 €
8cm	15.136,94 €	10.117,50 €	1972	-5.019,44 €
6cm	12.124,43 €	7.582,00 €	1657	-4.542,43 €

Així doncs, podríem dir, que l'augment de l'aïllament no surt a compte en l'aspecte econòmic. Des del punt de vista mediambiental, estem reduint considerablement les emissions de CO2, un total de 2363 kg/CO2 en el cas de 12 cm d'aïllament tèrmic, el que és un punt a favor d'aquest augment de gruix.

Envers l'estudi CTE-PLUS realitzat per la casa Rockwool, es troben uns resultats en que si s'amortitza l'aïllament tèrmic, la diferència entre aquest estudi i els resultats del projecte realitzat per la meua part, es deu principalment a que utilitzen un cost d'aïllament tèrmic inferior, doncs el seu aïllament és més barat que l'utilitzat en aquest projecte, ja que l'aïllament utilitzat en aquest projecte és el suro, i aquest té un preu més elevat. A més a més, s'ha tingut en compte l'augment del preu de l'energia en els transcurso dels anys, que nosaltres hem considerat un preu lineal i que provoca que es penalitzin els estalvis en el nostre cas.

El que s'ha volgut fer en aquests projecte, és un estudi global i aproximat; com s'observa el resultat és negatiu, però no és excessiu, així doncs, si aquesta proposta d'ampliació del gruix de l'aïllament fos duta a terme s'hauria de realitzar un estudi més acurat, per tal de poder veure amb exactitud si arribem a amortitzar o no el cost de l'aïllament tèrmic. A la vegada també es podrien considerar altres tipus d'aïllaments que resultessin més barats.

En el cas de les **plaques solars per producció d'ACS**, tenim diversos casos, com es pot veure en el quadre següent. El primer dels casos, és quan tenim una contribució solar del 100% cada mes, és a dir, que cobrim les necessitats d'ACS cada mes. El segon cas, és quan tenim una contribució solar del 100% anual, és a dir, que en alguns mesos no ens aportarà el 100% l'instal·lació, però en uns altres en produirà més del 100%, i la mitjà de tots aquests suma 100%. En el tercer dels casos, és quan tenim la contribució màxima que ens permet el CTE, sense necessitat de cobrir plaques o recircular l'aigua, en aquells mesos en que se'ns pugui sobreescalfar l'instal·lació.

	Cost	Estalvis	Resultat
ACS 100% MENSUAL	3.580,92 €	2.198,00 €	- 1.382,92 €
ACS 100% ANUAL	1.018,74 €	1.780,13 €	761,39 €
ACS MÀXIM CTE	452,43 €	1.194,84 €	742,41 €

Podem observar que en el quadre hi ha dos resultats positius, o sigui que estem amortitzant la instal·lació, i a més ens aporta beneficis. Aquests són els casos en que tenim una contribució solar del 100% de mitjana anual, i en que tenim la contribució màxima permesa pel CTE. En aquests casos ens surt rentable l'instal·lació perquè necessitem poques plaques, que fa que el cost de l'instal·lació no sigui elevat, i els estalvis que ens produeix l'instal·lació, són superiors als costos de la mateixa.

Per cobrir el 100% mensual, no surt a compte econòmicament, perquè necessitem moltes plaques per cobrir les necessitats dels mesos més freds de l'any, i aquestes, no s'utilitzaran en la resta de mesos de l'any, fet que fa encarir molt el cost de l'instal·lació, i que els estalvis siguin inferiors al cost de l'instal·lació.

Així doncs, les instal·lacions tèrmiques per producció d'ACS, sempre surten a compte, menys en el cas que vulguem cobrir el 100% en tots els mesos de l'any. El que fa que siguin instal·lacions viables econòmicament.

En el cas de les **plaques solars per calefacció** mitjançant terra radiant, podem veure en el quadre següent, que s'han estudiat tres casos, i en dos dels quals tenim beneficis. El primer cas, és aquell en que la contribució solar tèrmica de les plaques solars, ens cobreix un 90% de les necessitats energètiques per calefacció anuals que té la casa. En el segon i tercer cas, són aquells en que la contribució solar és del 70% i 50% respectivament.

En els casos en que tenim un resultat positiu, els estalvis generats són superiors al cost de la instal·lació. Com es pot veure també en el quadre, quan tenim una contribució del 90% anual, tenim pèrdues, perquè per cobrir el total de calefacció en aquells mesos més freds, com són el gener i desembre, es necessiten moltes plaques, que la resta de l'any no se'n faran ús, el que encareix molt l'instal·lació, i els estalvis no s'incrementen tant com el cost de l'instal·lació, el que fa que tinguem pèrdues. La contribució del 100% no s'ha considerat, per la raó que resultaria una instal·lació molt costosa, com ja es comença a veure quan tenim un 90% de contribució solar tèrmica.

Com es veu, el cas més rentable econòmicament parlant, és el cas de la contribució solar del 50% anual. Això es dona, perquè el cost de la inversió que hem de fer per assolir un % superior de contribució solar, augmenta molt més que els estalvis energètics que obtenim amb aquesta instal·lació. Els estalvis augmenten de forma lineal, i en canvi els costos augmenten d'una forma més exponencial, motiu de que el 50% comporta més beneficis ja que la inversió és mínima.

Llavors podem dir, que val la pena realitzar aquests tipus d'instal·lacions sempre que no vulguem cobrir el 100% de les necessitats que té la casa, igual que passava en les instal·lacions solars per producció d'ACS.

Contribució solar	Cost	Estalvis	Resultat
90% anual	11.242,80 €	9.893,75 €	- 1.349,05 €
70%anual	6.718,50 €	8.416,25 €	1.697,75 €
50%anual	4.908,78 €	7.143,75 €	2.234,97 €

En el cas de les **plaques fotovoltaïques**, ens trobem tres casos: un primer, aquell en que l'energia produïda es utilitzada pel autoconsum de la casa; un segon cas, és aquell en que tota l'energia produïda la venem a la companyia elèctrica; i un tercer i últim cas, seria una instal·lació mixta, en que l'energia produïda es utilitzada per autoconsum, però que la energia sobrant la venem a la companyia.

En el primer del casos, hem de dir que són instal·lacions inviables, ja que necessitem de bateries acumuladores per tenir una certa autonomia per aquells dies en que no disposem d'energia solar (com són els dies ennuvolats), i el preu de les bateries ens encareixen molt la instal·lació. En aquets tipus d'instal·lacions, i com es

pot veure en el quadre següent, mai obtindrem beneficis, sinó pèrdues. Però hem de fer un matís, en aquelles cases on no hi arriba la xarxa elèctrica (cases aïllades), pot sortir a compte realitzar aquests tipus d'instal·lacions, si el cost que ens suposa fer arribar la xarxa elèctrica és superior al cost de l'instal·lació fotovoltaica, llavors, s'hauria de fer un estudi econòmic de les dues possibilitats i valorar quina surt més rentable.

	Cost	Estalvis	Resultat
100% cada mes	29.206,86 €	13.873,50 €	-15.333,36 €
100% anual	25.144,46 €	12.780,61 €	-12.363,85 €
60% anual	15.061,86 €	8.361,00 €	- 6.700,86 €
30% anual	8.034,86 €	4.180,50 €	- 3.854,36 €

En el segon cas, resulten instal·lacions molt rentables, com es pot veure en el quadre següent, en un termini de 25 anys (que és el que s'ha estimat de vida útil de l'instal·lació), obtenim uns beneficis econòmics de 71.795,11 €. Així doncs, podem dir que són les instal·lacions en que obtindrem el màxim benefici econòmic. Això es dona, perquè les companyies elèctriques ens compren el KW, a un preu cinc vegades superior al de venda, 0,45 €/KW. I una conseqüència de la rendibilitat d'aquest tipus d'instal·lacions, són els camps solars que s'estan construint avui en dia.

	Cost	Estalvis	Resultat
TOT VENDA	32.912,92 €	104.708,03 €	71.795,11 €

El en tercer i últim del casos, podem dir que sols val la pena aquets tipus d'instal·lacions en el cas de que cobrim el 100% mensual; ja que en aquets cas, ens sobra la suficient energia perquè la seva venda aporti uns beneficis importants. Així doncs, en aquets cas, estaríem fent una casa autònoma de la xarxa de subministrament, i a més a més, obtindríem beneficis econòmics.

En el cas de la contribució 100% anual, no surt a compte, perquè no ens sobra suficient energia per poder vendre, el que fa que els beneficis per venda siguin mínims.

	Cost	Estalvis + Benefici venda	Resultat
100% cada mes	29.206,86 €	43.431,44 €	14.224,58 €
100% anual	25.144,46 €	14.210,40 €	-10.934,06 €

En el cas de la **geotèrmia**, podem dir que en aquest cas no surt a compte, encara que els resultats no són massa contundents. Les instal·lacions geotèrmiques, són instal·lacions poc utilitzades en aquets país, i no hi ha massa informació. Tot això fa, que aquets resultat sols sigui una mera aproximació. Per tal d'ajustar al màxim el resultat, s'hauria de fer un estudi per especialistes en aquets camp, i així, es podria determinar si podem amortitzar l'instal·lació o no. Però en aspectes energètics, estem reduint quasi un terç les necessitats energètiques de la casa.

	Cost	Estalvi	Resultat
Geotèrmia	6.000,00 €	5.070,00 €	- 930,00 €

Una vegada analitzades cadascuna de les parts, el que s'ha fet és l'estudi de **dos casos**: un primer, on tota l'energia procedeixi d'energies renovables, i un segon, on es busca el màxim benefici econòmic. En el quadre resum de la pàgina següent es poden veure quines opcions s'han triat en cada cas.

Casa amb sistemes eficients, i instal·lacions d'energia renovable estudiades

Casa amb sistemes tradicionals		
Construcció casa amb sistemes tradicionals	Sobrecost	0
	Estalvis	0
	Resultat	0,00
ACS contribució mínima	Costos	1.828,03
	Estalvis	2539,95
	Resultat	711,92
Casa amb sistemes tradicionals	Cost total	1.828,03
	Estalvi total	2539,95
	RESULTAT TOTAL	711,92

Construcció casa eficient	Sobrecost	20.695,83
	Estalvis	14645,5
	Resultat	-6.050,33

ACS 100% mensual	Costos	5.408,95
	Estalvis	4.737,95
	Resultat	-671,00

Terra radiant 90%	Costos	11.242,80
	Estalvis	9.893,75
	Resultat	-1.349,05

Fotovoltaica 100% mensual	Costos	29.206,86
	Estalvis	13.873,50
	Venda	29.557,94
	Resultat	14.224,58

Terra radiant geotèrmia	Costos	6.000,00
	Estalvis	5.070,00
	Resultat	-930,00

Casa totalment eficient	Cost total	66.554,44
	Estalvi total	43.150,70
	Venda	29.557,94
	RESULTAT TOTAL	6.154,20

Casa amb màxim benefici	Cost total	61.364,30
	Estalvi total	26.109,33
	Venda	104.708,03
	RESULTAT TOTAL	69.453,06

ACS 100% anual	Costos	2.846,77
	Estalvis	4.320,08
	Resultat	1.473,31

Terra radiant 70%	Costos	6.718,50
	Estalvis	8.416,25
	Resultat	1.697,75

Fotovoltaica 100% anual	Costos	25.144,46
	Estalvis	12.780,61
	Venda	1.428,79
	Resultat	-10.934,06

ACS màxim CTE	Costos	2280,46
	Estalvis	3734,76
	Resultat	1.454,30

Terra radiant 50%	Costos	4.908,78
	Estalvis	7.143,75
	Resultat	2.234,97

Fotovoltaica 60% anual	Costos	15.061,86
	Estalvis	8.361,00
	Venda	0,00
	Resultat	-6.700,86

Fotovoltaica 30% anual	Costos	8.094,86
	Estalvis	4.180,50
	Venda	0,00
	Resultat	-3.854,36

Fotovoltaica tot venda	Costos	32.912,92
	Estalvis	0,00
	Venda	104.708,03
	Resultat	71.795,11

Llegenda:

- █ Pèrdues
- █ Beneficis
- ↑ Cas amb més benefici
- ↑ Cas amb sistemes tradicionals
- ↑ Cas totalment eficient

En el **primer cas**, s'han triat aquelles opcions en que la contribució energètica sigui la màxima. Com a resultat de la combinació de totes aquestes instal·lacions, podem treure la conclusió que fer una casa totalment eficient és factible, i a més rendible econòmicament. Però cal fer uns matisos, com es pot veure en el quadre següent, sinó venem els excedents de l'energia produïda per les plaques fotovoltaïques, obtindríem pèrdues, però, si venem els excedents, llavors el que obtenim són uns beneficis econòmics de 6.154,20 €, o uns beneficis de 5.422,28 € respecte als de la casa amb sistemes tradicionals.

	Cost total	Estalvis	Benefici per venda	Resultat (sense venda)	Resultat (amb venda)
Casa eficient	64.726,41 €	40.610,75 €	29.557,94 €	- 24.115,66 €	5.422,28 €

Així doncs, traiem la conclusió que si no venem l'energia sobrant no surt a compte, però si la venem sí que surt a compte.

En el **segon** dels casos, s'ha triat l'opció de cada instal·lació, que ens aporta més beneficis econòmics. És a dir, aquella que potser no ens proporciona una contribució del 100% de l'energia necessària, però surt més rentable quan fem la operació ESTALVIS-COSTOS/INVERSIÓ.

Com es pot veure en el quadre següent, si no fem instal·lació fotovoltaïca, obtenim un benefici de 1.282,18 €, però si fem una instal·lació fotovoltaïca i venem tota l'energia produïda, els beneficis que obtenim augmenten considerablement.

	Cost total	Estalvis	Resultat sense instal·lació fotovoltaïca
Casa màxim benefici	30.997,20 €	32.279,38 €	1.282,18 €

	Cost total	Estalvis	Benefici per venda	Resultat (amb venda)
Casa màxim benefici	63.910,12 €	32.279,38 €	104.708,03 €	73.077,29 €

De tot això, podem treure la conclusió que la major part dels beneficis, venen donats per la venda de l'energia fotovoltaïca. Donat el gran preu que paguen les companyies per KW, com s'ha explicat abans.

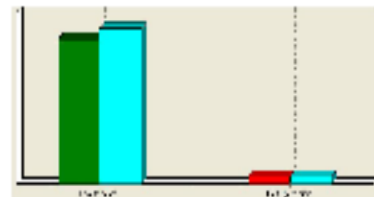
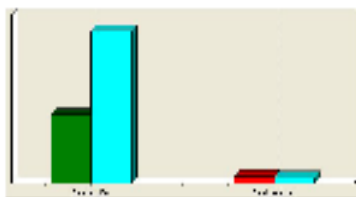
Com a conclusió d'aquets dos casos, podem extreure, que el segon cas, resulta el més rendible econòmicament, estem obtenim un major benefici que en el cas de la casa totalment eficient, però la contribució que fem al medi ambient és menor ja que estem emeten més kg de CO₂ a l'atmosfera. D'aquestes dues instal·lacions ja és una decisió personal de cadascun, quina és la que valora més positivament.

A continuació veiem, quines són les conseqüències mediambientals, pel que fa a emissions de CO₂, de la casa amb sistemes tradicionals, comparada amb el primer cas de la casa totalment eficient.

CASA EFICIENT	CASA CONVENCIONAL
---------------	-------------------

	Calentament	Refrigeració
% de la demanda de Referència	100	100
% de les emissions de Referència	100	100

	Calentament	Refrigeració
% de la demanda de Referència	100	100
% de les emissions de Referència	100	100



Certificació Energètica de Edificis Indicador: kgCO ₂ /m ²	Edifici Objecte	Edifici Referència
Demanda calefacció kWh/m ²	D 84,7	E 108,8
Demanda refrigeració kWh/m ²	B 4,6	B 4,6
Emissions CO ₂ calefacció kgCO ₂ /m ²	B 1,4	E 34,8
Emissions CO ₂ refrigeració kgCO ₂ /m ²	D 2,8	B 1,1
Emissions CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	A 3,4	D 3,4

Certificació Energètica de Edificis Indicador: kgCO ₂ /m ²	Edifici Objecte	Edifici Referència
Demanda calefacció kWh/m ²	D 84,7	D 91,0
Demanda refrigeració kWh/m ²	B 4,6	B 4,6
Emissions CO ₂ calefacció kgCO ₂ /m ²	D 28,4	D 28,1
Emissions CO ₂ refrigeració kgCO ₂ /m ²	D 2,8	B 1,1
Emissions CO ₂ ACS kgCO ₂ /m ²	B 2,6	D 3,4

Estalvi de kg de CO₂/ANY	2363
Estalvi TOTAL de kg de CO₂	118150

En aquests gràfics anteriors, que són els resultats que ens proporciona el programa CALENER, veiem quina és la certificació energètica de la casa amb sistemes tradicionals (D), i la de la casa eficient (B). També veiem els kg de CO₂ que emet de menys la casa eficient, respecte a la casa amb sistemes tradicionals.

Tot i que la certificació energètica de la casa eficient ens dona que és B, des del meu punt de vista seria superior si es poguessin introduir al programa, la calefacció amb energia renovable, com s'ha dit abans, aquesta és una de les mancances que tindria el programa.

En definitiva, de totes maneres, estem reduint considerablement els kg de CO₂ emesos a l'atmosfera, contribuint amb el medi ambient.

Per totes aquestes raons anteriors, personalment, jo hem quedo amb l'opció de la casa totalment eficient, primer de tot, perquè és l'objectiu d'aquest projecte, i en segon lloc, i el més important, perquè estem fent una contribució positiva al medi ambient. Una altra raó també és la crisi energètica que estem patint i que tot just estem al principi. Com estem comprovant últimament, ens estem endinsant en una de les crisis més importants dels últims temps, en els mitjans de comunicació sols es

parla de crisis energètica, la pujada exponencial dels preus, la crisi del petroli, el canvi climàtic, etc.. Tot plegat fa que ens tinguem que parar a reflexionar cap a on volem anar, tenim dues opcions, una continuar com fins ara realitzant cases sense tenir en compte aspectes mediambientals i continuant depenent de les energies no renovables que algun dia s'acabaran, o bé fer cases sostenibles energèticament on es redueixin les emissions del CO2 contribuint a evitar l'efecte hivernacle i com a conseqüència el canvi climàtic.

La construcció avui en dia té un gran pes en la nostra societat, tothom viu en una casa, són necessàries per viure, des de el meu punt de vista nosaltres podem ajudar a fer que la balança es declini cap a un costat o l'altre, i crec que és la nostra responsabilitat com a arquitectes tècnics i com a persones que som, ajudar a aturar el canvi climàtic, i tot comença construint cases que siguin més eficients energèticament.

Com a valoració personal estic molt orgullós del resultat d'aquests projecte, tant perquè per una banda he enriquit molt més els meus coneixements tècnics, que segurament hem serviran en el transcurs de la meva carrera professional com a arquitecte tècnic, però sobretot perquè m'ha ajudat a créixer com a persona a nivell de consciència, i crec que tot l'esforç i el temps dedicat han valgut realment la pena.

AGRAÏMENTS:

En primer lloc vull agrair a tothom que ha m'ha recolzat fins al últim moment, sobretot a la meva família Jaume, Nati i la meva germana Miriam, que m'han ofert la possibilitat de realitzar uns estudis universitaris que sé que és un privilegi que no tothom té, ja que resulta una gran despesa i més cursant els estudis fora de la meva ciutat natal. També vull agrair molt especialment a la meva xicota el seu recolzament i els seus ànims que m'ha donat durant tota la carrera, i sobretot en aquells moments més difícils en que tot és veu negra i impossible, sense ella no hagués pogut ser possible aquests projecte, gràcies Cristina.

En segon lloc vull agrair al Joan Llorens el meu tutor de projecte, que m'hagi atès sempre que li ha sigut possible, on les seves orientacions i consells han estat de verdadera utilitat per poder realitzar aquets projecte. També agrair el temps que m'han dedicat els demés professors.

Per últim vull agrair els suport a tots aquells amics i companys que sempre m'han recolzat i que han cregut i confiat amb mi, fins i tot en aquells moments que ni jo veia les coses clares. En definitiva vull agrair a tothom que a fet possible la realització d'aquest projecte, sense tots ells no hagués estat possible.