



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: CARACTERITZACIÓ ENERGÈTICA DEL PARC
EDIFICATORI ANTERIOR AL CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ
CTE

Document: 1 de 2 - Memòria

Alumne: Marc Serra Barchín

Director/Tutor: Alexandre Deltell Carbonell i Eduard Massaguer
Colomer

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Màquines i Motors Tèrmics

Convocatòria (mes/any): Juny/2013

ÍNDIX

ÍNDIX	1
1 INTRODUCCIÓ	5
1.1 ANTECEDENTS.....	5
1.2 OBJECTE.....	5
1.3 ESPECIFICACIONS I ABAST.....	5
2 CONSIDERACIONS INICIALS	6
3 PROCEDIMENT	12
3.1 DESCRIPCIÓ DEL PROCEDIMENT.....	12
3.2 CARACTERÍSTIQUES DE L'EDIFICI ESTUDIAT.....	13
3.3 SOLUCIONS CONSTRUCTIVES.....	15
3.3.1 <i>Façana tipus 1 (F_1)</i>	17
3.3.2 <i>Façana tipus 2 (F_2)</i>	18
3.3.3 <i>Façana tipus 3 (F_3)</i>	19
3.3.4 <i>Façana tipus 4 (F_4)</i>	20
3.3.5 <i>Coberta tipus 1 (CO_1)</i>	21
3.3.6 <i>Coberta tipus 2 (CO_2)</i>	22
3.3.7 <i>Solera tipus 1 (SO_1)</i>	23
3.3.8 <i>Solera tipus 2 (SO_2)</i>	24
3.3.9 <i>Forjat (FO_1)</i>	25
3.3.10 <i>Envà (Enva)</i>	26
3.3.11 <i>Porta (Porta)</i>	27
3.3.12 <i>Finestra tipus 1 (V_1)</i>	28
3.3.13 <i>Finestra tipus 2 (V_2)</i>	29
3.4 SELECCIÓ DE LES COMBINACIONS D'ESTUDI.....	30
3.5 PROGRAMA LIDER.....	30
3.5.1 <i>Generació de l'edifici en 3D mitjançant el programa LIDER</i>	30
3.5.2 <i>Càlculs amb el programa LIDER</i>	34
3.5.3 <i>Informació important</i>	35
3.6 CÀLCUL DE CÀRREGUES TÈRMiques.....	36
3.7 CÀLCULS MITJANÇANT CALENER VYP.....	37
3.7.1 <i>Dimensionament dels equips</i>	38
3.7.2 <i>Tipus d'instal·lacions analitzades</i>	40
3.7.3 <i>Introducció de dades en el CALENER VYP</i>	41
3.8 QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA SEGONS CARACTERÍSTIQUES DE L'EDIFICI.....	44
4 CONCLUSIONS	50

5	RESUM ECONÒMIC	52
6	DOCUMENTS DEL PROJECTE	53
7	BIBLIOGRAFIA	54
	ANNEXOS A LA MEMÒRIA	55
A.	ACTUALITAT SOBRE LA CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA	56
B.	OBSERVACIONS	59
C.	RESULTATS LIDER	60
	7.1.1 <i>Combinació 1</i>	60
	7.1.2 <i>Combinació 2</i>	61
	7.1.3 <i>Combinació 3</i>	61
	7.1.4 <i>Combinació 4</i>	62
	7.1.5 <i>Combinació 5</i>	62
	7.1.6 <i>Combinació 6</i>	63
	7.1.7 <i>Combinació 7</i>	63
	7.1.8 <i>Combinació 8</i>	64
	7.1.9 <i>Combinació 9</i>	64
	7.1.10 <i>Combinació 10</i>	65
D.	CÀLCUL DE CÀRREGUES TÈRMIQUES	66
	D.1 CÀRREGA TÈRMICA MITJA PER A CADA COMBINACIÓ.....	66
	D.2 CÀRREGA TÈRMICA MITJA TOTAL.....	71
E.	RESULTATS CALENER VYP	72
	E.1 INSTAL·LACIÓ 1.....	72
	E.1.1 <i>Combinació 1</i>	72
	E.1.2 <i>Combinació 2</i>	73
	E.1.3 <i>Combinació 3</i>	73
	E.1.4 <i>Combinació 4</i>	74
	E.1.5 <i>Combinació 5</i>	74
	E.1.6 <i>Combinació 6</i>	75
	E.1.7 <i>Combinació 7</i>	75
	E.1.8 <i>Combinació 8</i>	76
	E.1.9 <i>Combinació 9</i>	76
	E.1.10 <i>Combinació 10</i>	77
	E.2 INSTAL·LACIÓ 2.....	77
	E.2.1 <i>Combinació 1</i>	77
	E.2.2 <i>Combinació 2</i>	78
	E.2.3 <i>Combinació 3</i>	78

E.2.4.	Combinació 4.....	79
E.2.5.	Combinació 5.....	79
E.2.6.	Combinació 6.....	80
E.2.7.	Combinació 7.....	80
E.2.8.	Combinació 8.....	81
E.2.9.	Combinació 9.....	81
E.2.10.	Combinació 10.....	82
E.3	INSTAL·LACIÓ 3.....	82
E.3.1.	Combinació 1.....	82
E.3.2.	Combinació 2.....	83
E.3.3.	Combinació 3.....	83
E.3.4.	Combinació 4.....	84
E.3.5.	Combinació 5.....	84
E.3.6.	Combinació 6.....	85
E.3.7.	Combinació 7.....	85
E.3.8.	Combinació 8.....	86
E.3.9.	Combinació 9.....	86
E.3.10.	Combinació 10.....	87
E.4	INSTAL·LACIÓ 4.....	87
E.4.1.	Combinació 1.....	87
E.4.2.	Combinació 2.....	88
E.4.3.	Combinació 3.....	88
E.4.4.	Combinació 4.....	89
E.4.5.	Combinació 5.....	89
E.4.6.	Combinació 6.....	90
E.4.7.	Combinació 7.....	90
E.4.8.	Combinació 8.....	91
E.4.9.	Combinació 9.....	91
E.4.10.	Combinació 10.....	92
E.5	INSTAL·LACIÓ 5.....	92
E.5.1.	Combinació 1.....	92
E.5.2.	Combinació 2.....	93
E.5.3.	Combinació 3.....	93
E.5.4.	Combinació 4.....	94
E.5.5.	Combinació 5.....	94
E.5.6.	Combinació 6.....	95

E.5.7.	Combinació 7.....	95
E.5.8.	Combinació 8.....	96
E.5.9.	Combinació 9.....	96
E.5.10.	Combinació 10.....	97
E.6	INSTAL·LACIÓ 6.....	97
E.6.1.	Combinació 1.....	97
E.6.2.	Combinació 2.....	98
E.6.3.	Combinació 3.....	98
E.6.4.	Combinació 9.....	99
E.6.5.	Combinació 10.....	99
F.	PRESSUPOST	100

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

En l'actualitat, l'eficiència energètica en l'edificació és un dels conceptes més importants, no tan sols per la política energètica Espanyola, sinó també Europea amb un objectiu d'estalvi del 20% el 2020. Dins el sector de l'edificació, les normatives sobre eficiència energètica s'incorporen a partir de la transposició de les directives europees 2002/91 i 2010/31, que obliga, entre d'altres, a la certificació energètica, no només d'edificis nous, sinó també dels edificis antics que es trobin en situació de lloguer o compra/venta.

1.2 Objecte

L'objecte del present projecte és fer un catàleg de solucions constructives típiques, que es donen abans de l'aprovació i entrada en vigor del CTE a partir del RD 314/2006. El catàleg consta de variacions en l'evolvent de l'edifici, variacions en la contribució solar i variacions en les instal·lacions de climatització. Cadascuna d'aquestes combinacions s'analitzarà amb els programaris LIDER i CALENER, de forma que s'obtindrà una estimació de les emissions de CO₂ per a cada cas, i a partir del projecte de real decret de certificació d'edificis existents (encara en tramitació a data de redacció del full de projecte d'aquest projecte), s'assignarà una qualificació energètica. D'aquesta manera, es podrà tenir una primera aproximació de la qualificació energètica dels edificis existents, a partir de les seves característiques.

1.3 Especificacions i abast

Pel que fa a les especificacions, es definirà un edifici unifamiliar aïllat, s'establiran un conjunt d'evolvents, s'especificaran quins espais de l'edifici són habitables i quins no, i es definiran un conjunt d'instal·lacions.

L'abast de l'estudi comprendrà els edificis situats a la zona climàtica C2 de la província de Girona. Aquesta zona inclou els edificis que es troben a una alçada del nivell del mar de entre 0 m a 342 m (dins la província de Girona).

2 CONSIDERACIONS INICIALS

L'objecte del present projecte és el de generar un catàleg de qualificació energètica, per tal de fer una primera qualificació energètica orientativa, del conjunt d'edificis de la província de Girona.

Per tal d'establir les condicions climàtiques a aplicar alhora d'executar l'estudi, s'ha analitzat quina de les zones climàtiques que contempla el CTE DB HE1, engloba major quantitat de població dins la província de Girona.

A continuació es presenta un mapa amb l'àrea principal d'estudi ressaltada de color blau (província de Girona). Figura 1.

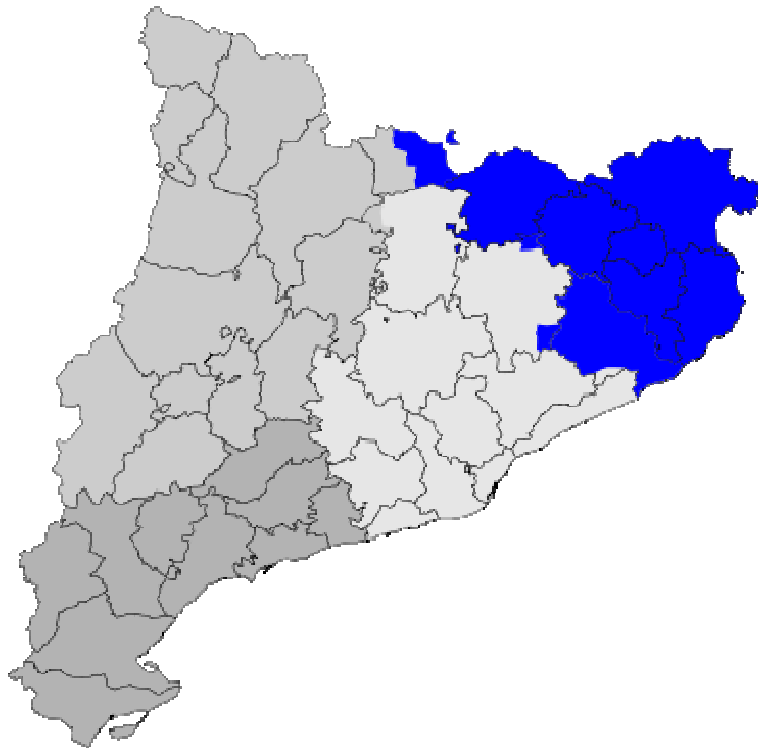


Figura 1: Àrea principal d'estudi del present projecte.

Per saber quanta població s'inclou en l'estudi (entenenent que una major densitat de població, va lligada amb una major densitat d'edificacions), s'ha analitzat on es trobava concentrada la població de la província de Girona.

Tot seguit es presenta un mapa de la densitat demogràfica de Catalunya l'any 2007, obtingut a partir dels recursos que proporciona l' Institut Cartogràfic de Catalunya (Figura 2).

La llegenda del mapa (Figura 2), mostra l'interval d'habitants/Km² que presenta cada comarca en funció de la coloració que se l'hi ha assignat. Es pot apreciar com dins la província de Girona, les comarques que tenen una densitat de població més alta són les comarques del Gironès, Baix Empordà i la Selva.

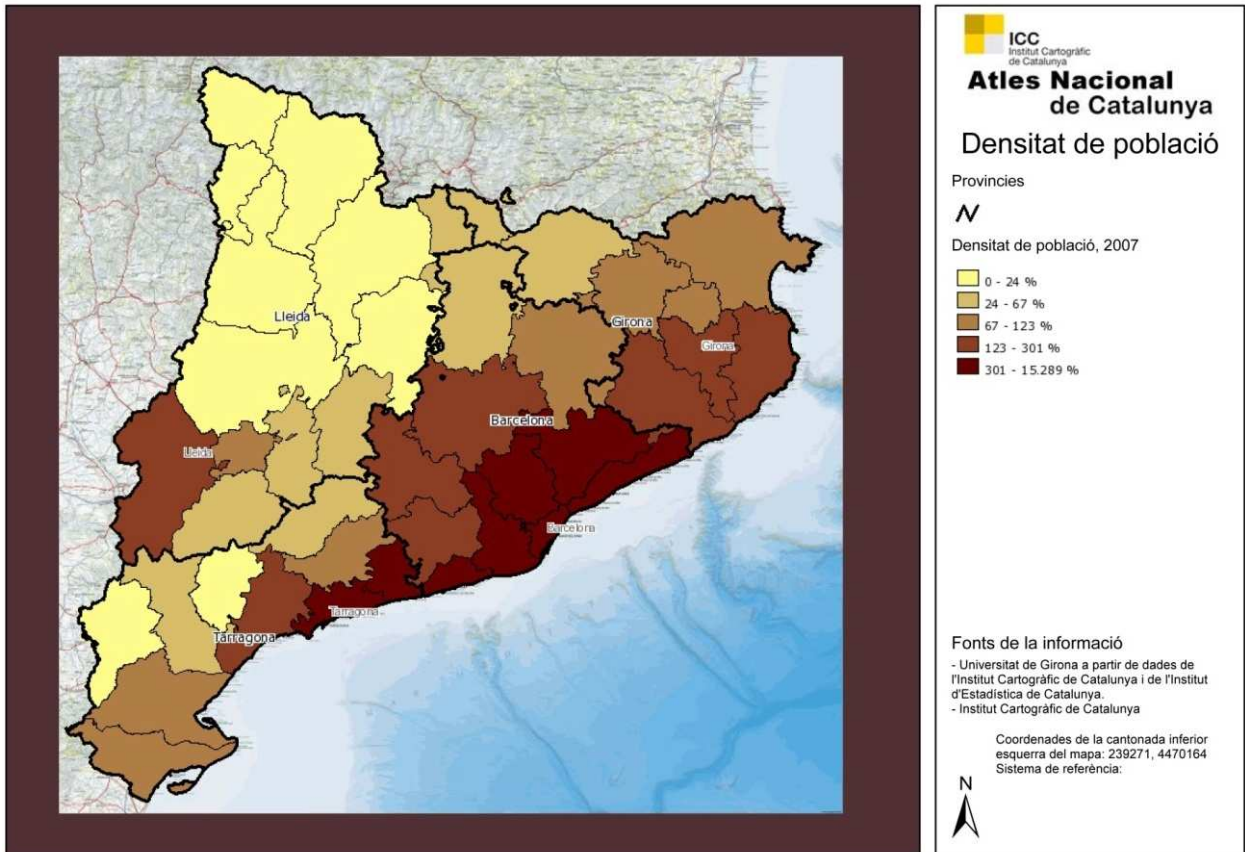


Figura 2: Mapa de densitat demogràfica de Catalunya de l'any 2007.

Partint de la Taula 1 (zones climàtiques del document HE1 del CTE, de la pàg. 11), s'ha identificat que la zona climàtica de la ciutat de Girona és la C2, per tant, és la primera zona climàtica que s'ha analitzat. Aquesta zona climàtica, engloba la superfície de terra que es troba a una altitud de entre 0 m a 342 m dins la província de Girona. Aleshores, el pròxim pas, és analitzar el relleu de la província de Girona.

A continuació s'adjunta un mapa físic de Catalunya molt orientatiu alhora de saber, amb relativa exactitud, a quina altura es troba una localització concreta de Catalunya (Figura 3).

Per tal d'obtenir uns resultats d'altimetria més ajustats, s'ha recorregut al programari. En aquest cas, el programa seleccionat és el Google earth. Mitjançant aquest programa, s'ha introduït el contorn de la província de Girona i s'ha seleccionat la opció de veure el mapa amb relleu (d'aquesta forma, tots els elements que s'introdueixin, es veuran afectats pel

relleu físic de la zona). Seguidament, s'ha introduït una superfície que engloba tot l'interior del contorn abans generat (província de Girona). S'ha desplegat el menú respecte a la superfície generada i se n'ha modificat la cota original, per una nova cota amb referència absoluta de valor 342 metres (que és el valor límit que engloba la zona climàtica d'estudi C2, a la província de Girona). El resultat obtingut és una superfície (Figura 4, zona de color groc), on tan sols queda visible la superfície real (de la província de Girona) amb cota absoluta superior a 342 metres.



Figura 3: Mapa físic de Catalunya.

Un cop se sap quina superfície té les condicions climàtiques de C2 (superfície groga de la Figura 4), aquesta s'ha de contrastar amb la densitat de població.

S'ha agafat el mapa de densitat demogràfica de Catalunya de l'any 2007 i s'ha sobreposat a la superfície amb condicions climàtiques C2 (dins el programa Google earth). El resultat obtingut es pot veure a la Figura 5.

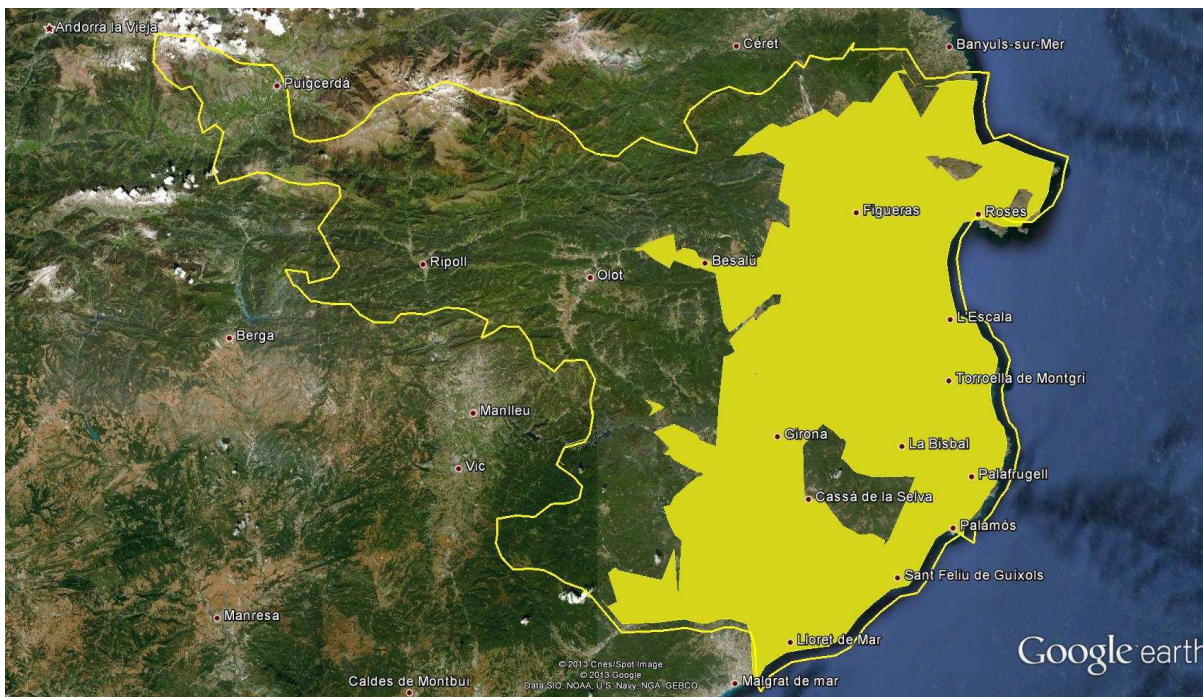


Figura 4: Superfície representativa de la zona climàtica C2 a la província de Girona.

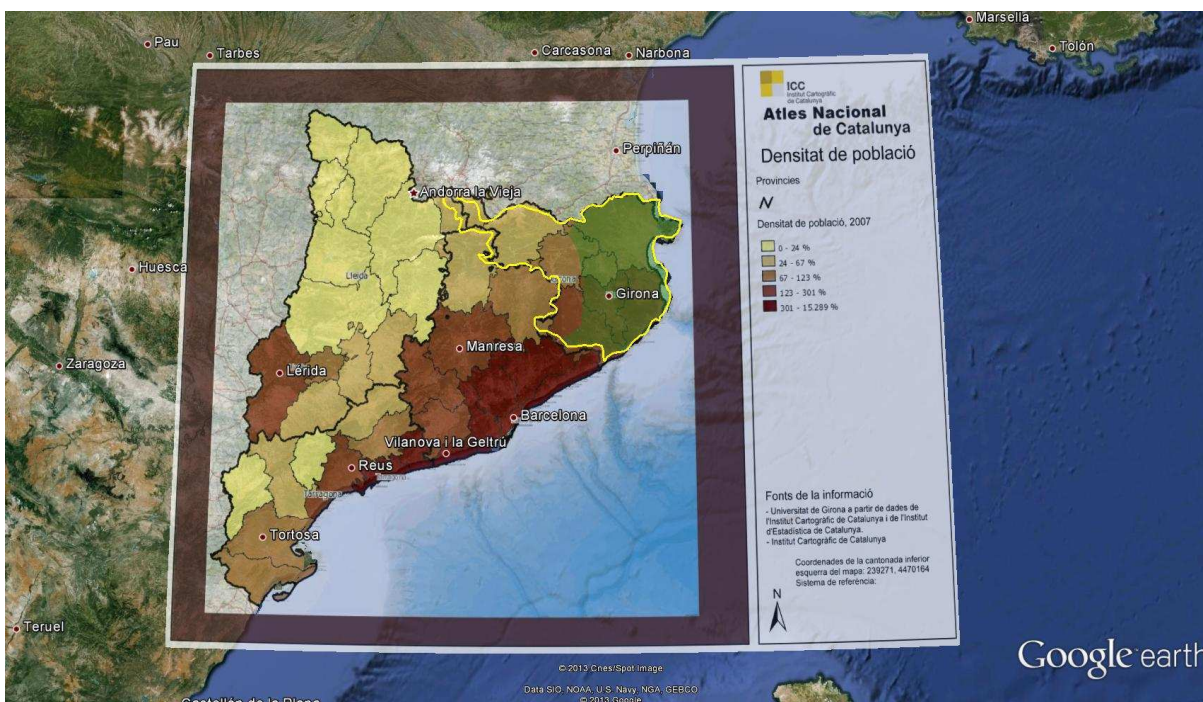


Figura 5: Distribució de la densitat de població dins la zona C2 de la província de Girona.

Per tal de veure amb més detall els resultats obtinguts, s'ha fet una ampliació per visualitzar amb més detall la província de Girona. (Figura 6, zona climàtica C2 ara de color verd, per tal de contrastar amb el fons).

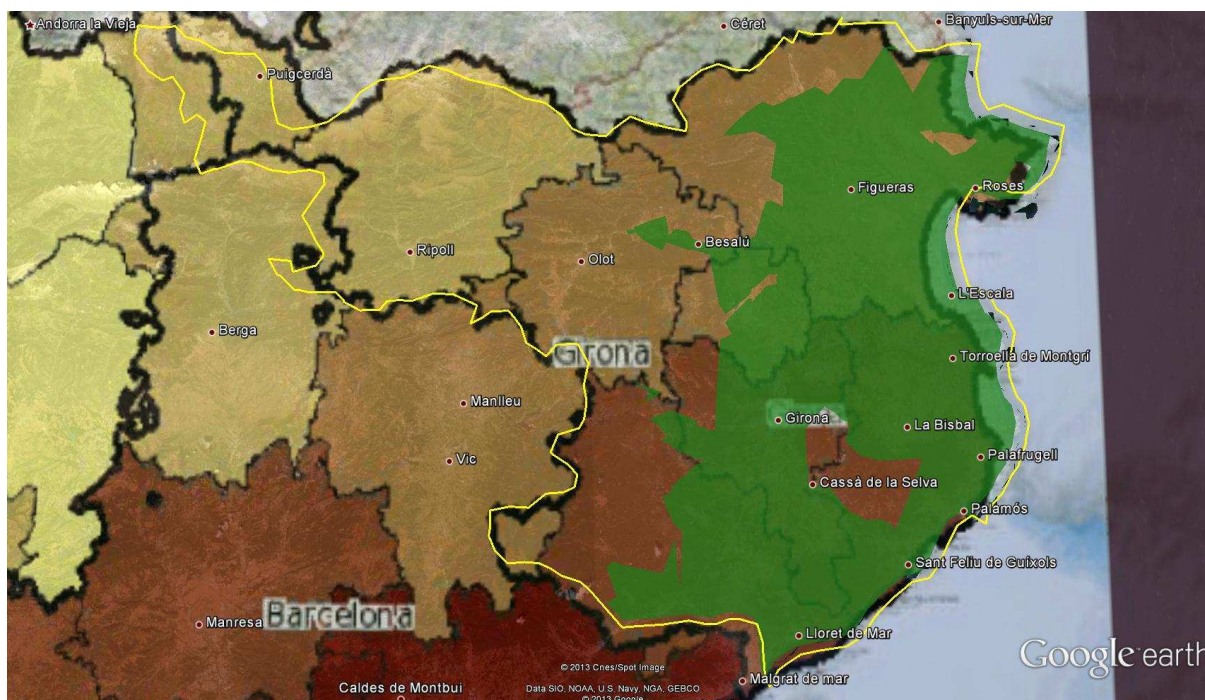


Figura 6: Detall de la distribució de la densitat de població dins la zona C2 de la província de Girona.

Un cop finalitzat l'estudi per la zona climàtica C2, se n'extreu que és la zona climàtica que engloba gran part de les superfícies amb major densitat de població de la província de Girona, per tant, es considera apta la zona C2 per tal de realitzar tots els estudis inclosos en aquest projecte.

La prioritat de l'estudi són els edificis de la província de Girona que es trobin a una alçada del nivell del mar de entre 0 m a 342 m. Degut a la coincidència de paràmetres de Girona amb altres regions (respecta a la similitud de les seves zones climàtiques), es consideren susceptibles de ser aplicables els resultats finals obtinguts en aquest projecte, sempre i quan les característiques de l'edifici siguin similars a l'edifici estudiat en el present projecte, a les regions següents: de 0 m a 200 m a la província de Barcelona, de 218 m a 417 m a la província de Castelló de la Plana, de 513 m a 712 m a la província de Córdoba, de 224 m a 424 m a la província de Múrcia, de 0 m a 526 m a la província d'Ourense, de 409 m a 608 m a la província de Sevilla, de 201 m a 400 m a la província de Tarragona i finalment, de 208 m a 407 m a la província de València. Aquestes dades s'han obtingut a partir de la Taula 1.

La zona climàtica de qualsevol localitat en la que s'ubiquin els edificis, s'obté a partir de la Taula 1 en funció de la diferència d'altura que hi hagi entre la localitat estudiada i l'altura de

referència de la capital de província. Si la diferència d'altures és menor de 200 m o la localitat es troba a una altura inferior a la de referència, llavors, s'agafa per la localitat estudiada, la mateixa zona climàtica que correspon a la capital de província.

Capital de província	Capital	Altura de referència (m)	Desnivell entre la localitat y la capital de su província (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almeria	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Àvila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Taula 1: Zones climàtiques. "Tabla D.1.-Zonas climáticas" del document CTE DB HE1.

3 PROCEDIMENT

Dins d'aquest apartat es detalla tota la feina realitzada en aquest projecte, per tal de realitzar l'estudi de caracterització energètica d'edificis anteriors al CTE.

3.1 Descripció del Procediment

Cronologia	Descripció
Pas 1: Definició de l'edifici.	<ul style="list-style-type: none"> • Selecció i justificació de la tipologia d'edifici seleccionat. • Definició de la distribució, superfície i orientació de l'edifici. • Selecció d'identificadors per a cada sala. • Generació de múltiples plànols representatius de l'edifici.
Pas 2: Selecció de les solucions constructives.	<ul style="list-style-type: none"> • Recerca d'informació sobre solucions constructives de la localitat i període estudiat. • Determinació del nombre de solucions constructives (13) i de quins tipus. • Selecció de les solucions constructives més adequades per l'estudi. • Descripció individual de cada solució constructiva.
Pas 3: Selecció de les combinacions d'estudi (evolvents).	<ul style="list-style-type: none"> • Generació d'una taula amb totes les evolvents possibles (32 combinacions). • Acotar el número d'evolvents a estudiar (10 combinacions) en funció del temps disponible. • Escollir amb el màxim criteri les evolvents a estudiar. • Representar en una taula les evolvents escollides.
Pas 4: Generar l'edifici en 3D i comprovar si les combinacions compleixen amb el CTE DB HE1.	<ul style="list-style-type: none"> • Representació geomètrica de l'edifici (Solera, Forjats, Pareds interiors i exteriors, Coberta i Obertures exteriors), partint dels plànols i utilitzant el Programa LIDER. • Explicació del funcionament del programa LIDER. • Introduir les solucions constructives en el programa LIDER. • Associar cada solució constructiva amb les combinacions que li pertocuen. • Executar el programa LIDER per a cada combinació (10 vegades) i extreure'n els resultats.

Pas 5: Càlcul de càrregues tèrmiques.

- Estudi de càrregues tèrmiques puntuals per a cada sala i combinació, al llarg de l'any (130 estudis).
- Calcular el valor mig de càrrega tèrmica per a cada combinació.
- Calcular el valor mig de càrrega tèrmica global de totes les combinacions.
- Recerca sobre valors típics de càrrega tèrmica utilitzats en enginyeria.
- Valoració sobre quin valor final utilitzar en els càlculs.

Pas 6: Estimació de les emissions de CO₂ per a cada cas (KgCO₂/m²*any).

- Recerca sobre instal·lacions tèrmiques típiques de la localitat i període estudiat.
- Determinació del nombre d'instal·lacions sotmeses a estudi (6).
- Selecció de les instal·lacions tèrmiques més adequades.
- Dimensionament dels equips que formen les instal·lacions.
- Descripció individual i detallada de cada instal·lació.
- Introduir les instal·lacions tèrmiques en el programa CALENER VYP.
- Explicació del funcionament del CALENER VYP.
- Associar cada tipus d'instal·lació a la combinació corresponent.
- Executar el programa CALENER VYP (55 vegades) i extreure'n els resultats.

Pas 7: Presentació de resultats.

- Organitzar els resultats i representar-los de manera amigable i entenedora.

3.2 Característiques de l'edifici estudiat

L'edifici estudiat entra dins la classificació d'edifici unifamiliar aïllat. S'ha optat per aquesta tipologia d'edificació (per tal d'elaborar el catàleg de caracteritzacions energètiques d'edificis existents), en base a l'abast del projecte. L'abast principal del projecte, està orientat al parc edificador anterior al codi tècnic de l'edificació CTE, localitzat a la província de Girona. Degut a que l'abast principal és Girona i respecte a la temporalització (uns 10 o 30 anys enrere), s'ha escollit un edifici unifamiliar aïllat, ja que era la tipologia d'edifici típic que es solia construir a la província de Girona durant aquest període, i no altres tipologies d'edificació com poden ser pisos, cases adossades o altres alternatives. Per tal de definir la distribució

de l'edifici, la superfície habitable de cada planta i les corresponents sales, s'ha recorregut a les particularitats edificatòries de la zona, considerant uns valors mitjos entre tots els habitatges d'aquestes característiques de Girona.

Dins el "Document Plànols", s'especifica la distribució de les sales de que consta l'edifici de dues plantes, la seva identificació, orientació, pendents de coberta, múltiples seccions de l'edifici i vistes generals del mateix.

A continuació (a la Taula 2), es presenten els identificadors i superfícies corresponents a cada sala de l'edifici.

Identificador	Descripció	Superfície (m2)
Planta Baixa:		
C	Cuina	12,608
R	Rentador	5,954
P1	Passadís "Planta Baixa"	6,751
H	Rebost	2,830
B1	Bany "Planta Baixa"	3,946
E1	Escales "Garatge"	4,909
S	Sala d'estar	25,580
E2	Escales "Planta Baixa-Planta Primera"	3,828
M	Menjador	31,671
Planta Primera:		
E3	Escales "Planta Baixa-Planta Primera"	3,982
D1	Dormitori de matrimoni	24,525
P2	Passadís "Planta Primera"	11,454
B2	Bany "Planta Primera"	6,375
D4	Dormitori de convidats	8,599
D3	Dormitori simple1	13,252
D2	Dormitori simple2	13,187
TOTAL:		179,451

Taula 2: Identificador i Superfície de cada sala. Superfície total.

En la Figura 7, es mostra una representació en 3D de l'habitatge.

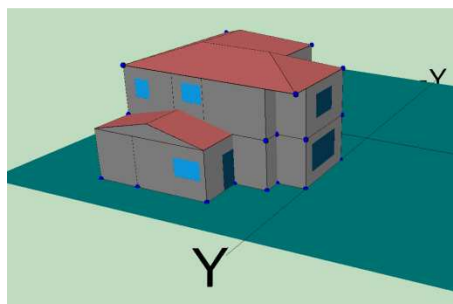


Figura 7: Imatge 3D de l'edifici.

3.3 Solucions constructives

L'evolvent tèrmica és un dels grans pilars per tal de poder estudiar quant eficient tèrmicament és un edifici. Com millor és l'evolvent, menor és la transmitància tèrmica dels elements que la conformen (tancaments i obertures) i menors són les pèrdues tèrmiques que té l'edifici. Al disminuir les aportacions tèrmiques que fa l'edifici a l'ambient exterior, es promou que a l'interior de l'edifici sigui més fàcil d'assolir un benestar tèrmic, és a dir, que les condicions de temperatura interior, generin una sensació de benestar i siguin adequades i suficients pel confort dels seus ocupants.

Per tal d'estudiar la incidència que té l'evolvent tèrmica sobre la qualificació energètica dels edificis, es consideren diferents models de solucions constructives. En concret, quatre models de façana, dos de coberta, dos de solera, un de forjat, un model d'envà i respecte a les obertures, es consideren dos models de vidre per a les finestres. Amb la combinació d'aquests solucions constructives, s'obtenen diferents evolvents tèrmiques.

A la Figura 8, es representen tots els models de solució constructiva estudiats, per tal de poder conformar una evolvent tèrmica. Es pot apreciar el tipus d'abreviatura utilitzada per d'identificar cada tipus d'element, abreviatures que s'utilitzen fins al final del projecte.

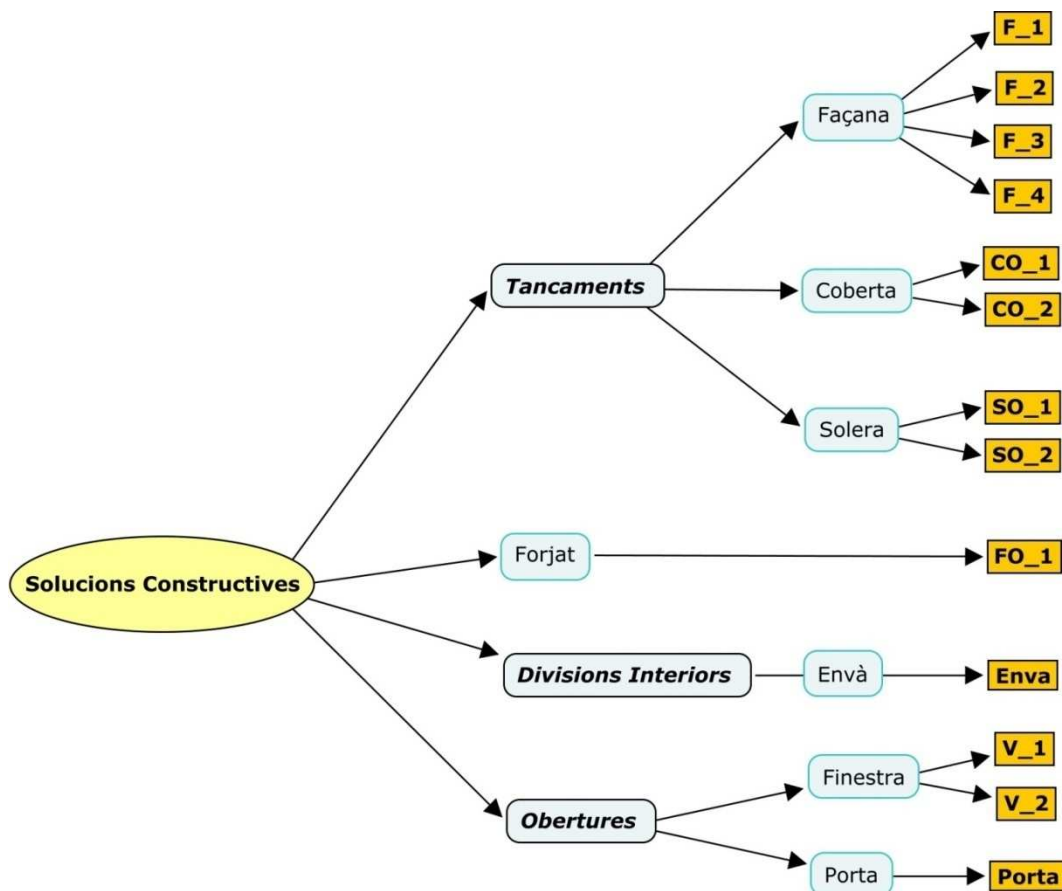


Figura 8: Solucions constructives.

Respecte a l'origen de les solucions constructives estudiades, esmentar que es va realitzar una recerca de bibliografia de solucions constructives típiques i no es va trobar cap informació transcendent sobre solucions constructives instal·lades 10 o 30 anys enrere. Aquesta informació, es va adquirir gràcies a l'aportació d'arquitectes i enginyers amb una àmplia experiència professional en la zona de Girona. Aquests, van fer un gran treball d'assessorament, aportant informació sobre quines solucions constructives van ser les més utilitzades i quines es poden trobar en l'arquitectura catalana i espanyola. També va ser interessant, l'aportació que van fer paletes de la zona, sobre solucions constructives que havien estat instal·lant en la darrera dècada.

Tal com s'ha explicat anteriorment, l'evolvent tèrmica és de gran importància alhora d'obtenir un edifici eficient tèrmicament. Per tal de visualitzar quina incidència pot tenir l'evolvent tèrmica sobre un edifici, s'adjunta la Figura 9, on es pot apreciar a partir de la termografia (imatge tèrmica) d'un edifici, la diferència de pèrdua de calor entre la part de l'edifici amb una bona evolvent tèrmica (la part de l'edifici pintada de blanc), i la part que té unes pèrdues tèrmiques elevades (part de l'edifici amb la façana de pedra).



Figura 9: Importància d'una bona transmitància tèrmica (font: <http://www.thermalcalconline.com>).

A continuació, es mostra detalladament, de quins materials i gruixos està formada cada solució constructiva (tancaments, forjats i obertures) utilitzada en aquest projecte (Figures 10-22).

3.3.1 Façana tipus 1 (F_1)

La façana de tipus 1 és la façana amb millors prestacions, de les considerades en el projecte, és a dir, és la que té menor transmitància tèrmica.

Està composta per doble paret de fàbrica, un aïllament tèrmic de poliestirè expandit de 6 cm de gruix, un acabat interior de guix i un acabat exterior amb morter.

A la Figura 10 es pot apreciar la composició específica de la "F_1".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "F_1" és de **0,45 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes |

Materials y productos | Cerramientos y particiones interiores |

Grupo Façanes

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,020	0,410	900	1000	
2	Tabicón de LH triple [100 mm < E < 110 mm]	0,110	0,427	920	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,060	0,038	30	1000	
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,065	0,432	930	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,015	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

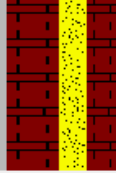


Figura 10: Composició específica de la Façana de tipus 1.

3.3.2 Façana tipus 2 (F_2)

La façana de tipus 2 és una façana de baixes prestacions amb una alta transmissió tèrmica.

Està composta per una paret de fàbrica amb acabat exterior de morter, una capa interior de morter i un acabat interior de guix. Tal i com es pot apreciar, a aquest tancament l'hi falta una capa d'aïllament, motiu pel qual se'n desprèn la seva alta transmissió tèrmica i les seves baixes prestacions.

A la Figura 11 es pot apreciar la composició específica de la "F_2".

La transmissió tèrmica de la solució constructiva "F_2" és de **2,17 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes |

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores |

Grupo Façanes

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	900	1000	
2	1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	0,115	0,512	900	1000	
3	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,010	0,410	900	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 11: Composició específica de la Façana de tipus 2.

3.3.3 Façana tipus 3 (F_3)

La façana de tipus 3 és la façana amb pitjors prestacions de les que s'han considerat en aquest projecte. Destaca la seva elevada transmitància tèrmica i la simplicitat pel que fa a la construcció del tancament.

Està composta d'una simple paret de totxo de formigó.

A la Figura 12 es pot apreciar la composició específica de la "F_3".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "F_3" és de **3,51 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes |

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores |

Grupo Façanes

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Ladrillo Aislante de Hormigon	0,230	2,000	2450	1000	
2						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 12: Composició específica de la Façana de tipus 3.

3.3.4 Façana tipus 4 (F_4)

La façana de tipus 4 és un tancament de paret simple amb aïllament tèrmic. Respecte a les altres façanes considerades en aquest projecte, aquesta té una bona transmitància tèrmica.

Està composta per una paret de fàbrica, una capa d'aïllament de 3 cm de poliestirè expandit, un acabat exterior de morter i un acabat interior de guix.

A la Figura 13 es pot apreciar la composició específica de la "F_4".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "F_4" és de **0,86 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo: Façanes

Nombre:

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,020	0,410	900	1000	
2	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,030	0,038	30	1000	
3	1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm < G < 50 mm	0,115	0,991	2170	1000	
4	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,020	0,570	1150	1000	
5						

Grupo Material:

Material: Espesor (m)

U W/(m²K)

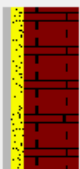


Figura 13: Composició específica de la Façana de tipus 4.

3.3.5 Coberta tipus 1 (CO_1)

La coberta de tipus 1 és una tancament d'altres prestacions al tenir una baixa transmissió tèrmica.

Està composta per un forjat, format per semibiguetes amb revoltons de 25cm, una capa d'aïllament de EPS de 5cm de gruix, una capa exterior de formigó i un acabat exterior de teula.

A la Figura 14 es pot apreciar la composició específica de la "CO_1".

La transmissió tèrmica de la solució constructiva "CO_1" és de **0,58 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes |

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores |

Grupo Cobertes

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales [Materiales ordenados de exterior a interior].

Horizontales [Materiales ordenados de arriba hacia abajo].

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050	2,300	2400	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,050	0,038	30	1000	
4	FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250	1,323	1330	1000	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

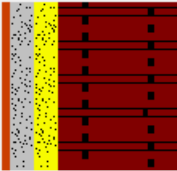


Figura 14: Composició específica de la Coberta de tipus 1.

3.3.6 Coberta tipus 2 (CO_2)

La coberta de tipus 2 amb comparació amb la coberta de tipus 1, és un tancament molt més simple. Té una transmitància tèrmica molt més elevada i l'absència d'una capa d'aïllament tèrmic. En aquest cas, no s'utilitza una construcció amb revoltons, sinó que la tècnica emprada és la del "tabique conejero".

Està composta per una capa de fàbrica, una capa exterior de formigó i un acabat exterior de teula.

A la Figura 15 es pot apreciar la composició específica de la "CO_2".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "CO_2" és de **3,35 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes |

Materials y productos | Cerramientos y particiones interiores |

Grupo Cobertes

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Teja de arcilla cocida	0,020	1,000	2000	800	
2	Hormigón en masa 2000 < d < 2300	0,030	1,650	2150	1000	
3	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,040	0,445	1000	1000	
4						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)




Figura 15: Composició específica de la Coberta de tipus 2.

3.3.7 Solera tipus 1 (SO_1)

La solera de tipus 1 és un tancament que minimitza les pèrdues de calor amb el terreny gràcies al seu aïllament tèrmic.

Està composta per una capa de grava i sorra, una capa superior de formigó, una capa d'aïllament de EPS de 6 cm de gruix, una capa superior de morter i un acabat interior de ceràmica.

A la Figura 16 es pot apreciar la composició específica de "SO_1".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "SO_1" és de **0,47 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo Soleres

Nombre

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Plaqueta o baldosa de gres	0,015	2,300	2500	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,030	0,410	900	1000	
3	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,060	0,038	30	1000	
4	Hormigón en masa 2300 < d < 2600	0,300	2,000	2450	1000	
5	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,300	2,000	1450	1050	
6						

Grupo Material

Material Espesor (m)

U W/(m²K)

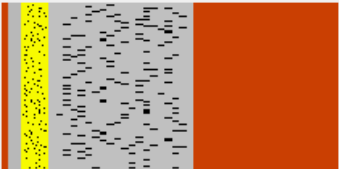


Figura 16: Composició específica de la Solera de tipus 1.

3.3.8 Solera tipus 2 (SO_2)

La solera de tipus 2 no disposa de tantes bones prestacions com la de tipus 1, la seva transmitància tèrmica és més elevada, i com a conseqüència, té més pèrdues tèrmiques en el terreny.

Està composta per una capa de grava i sorra, una capa superior de formigó, una capa superior de morter i un acabat interior de ceràmica.

A la Figura 17 es pot apreciar la composició específica de "SO_2".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "SO_2" és de **1,78 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo Soleres

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

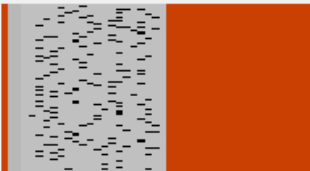
Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Terrazo	0,015	0,760	1700	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,030	0,410	900	1000	
3	Hormigón en masa 2300 < d < 2600	0,300	2,000	2450	1000	
4	Arena y grava [1700 < d < 2200]	0,300	2,000	1450	1050	
5						

Grupo Material

Material Espesor (m)

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U W/(m²K)



Aceptar

Figura 17: Composició específica de la Solera de tipus 2.

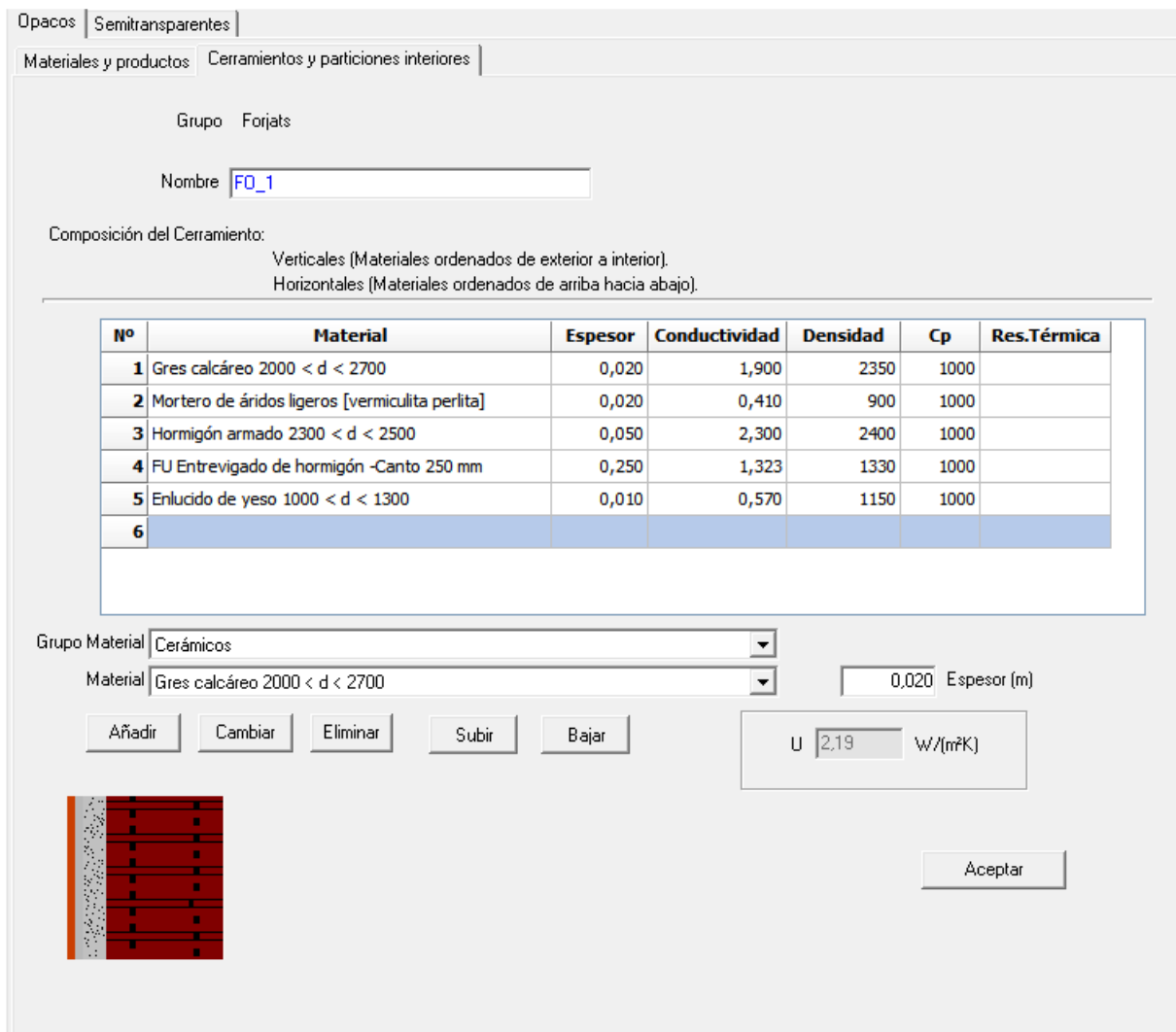
3.3.9 Forjat (FO_1)

S'ha optat per utilitzar un sol tipus de forjat degut a que no està en contacte amb l'exterior (està situat entre dues sales climatitzades), per tant, l'efecte que podria tenir el fet de posar forjat amb més o menys transmissió tèrmica és poc transcendent respecte a la qualificació energètica de l'edifici.

Està compost per un entrebigat de formigó (semibiguetes i revoltos de 25cm), una capa superior de formigó, una capa superior de morter, un acabat superior de ceràmica i un acabat inferior de guix.

A la Figura 18 es pot apreciar la composició específica del "FO_1".

La transmissió tèrmica de la solució constructiva "FO_1" és de **2,19 W/m²*K**.



Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo Forjats

Nombre FO_1

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).

Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Gres calcáreo 2000 < d < 2700	0,020	1,900	2350	1000	
2	Mortero de áridos ligeros [vermiculita perlita]	0,020	0,410	900	1000	
3	Hormigón armado 2300 < d < 2500	0,050	2,300	2400	1000	
4	FU Entrevigado de hormigón -Canto 250 mm	0,250	1,323	1330	1000	
5	Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	0,010	0,570	1150	1000	
6						

Grupo Material Cerámicos

Material Gres calcáreo 2000 < d < 2700

0,020 Espesor (m)

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U 2,19 W/(m²K)

Aceptar

Figura 18: Composició específica del Forjat de tipus 1.

3.3.10 Envà (Enva)

Aquest element, no té rellevància respecte a l'eficiència tèrmica de l'edifici. És un element que s'ha generat per exigències pròpies del programari per tal de poder executar tots els càlculs.

Està compost per una paret simple de fàbrica i un acabat de guix pels dos costats.

A la Figura 19 es pot apreciar la composició específica de "Enva".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "Enva" és de **3,23 W/m²*K**.

Opacos | Semitransparentes

Materiales y productos | Cerramientos y particiones interiores

Grupo Paredes

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso d < 1000	0,010	0,400	900	1000	
2	Tabique de LH sencillo [40 mm < Espesor < 60 mm]	0,040	0,445	1000	1000	
3	Enlucido de yeso d < 1000	0,010	0,400	900	1000	
4						

Grupo Material

Material

Espesor (m)

Añadir | Cambiar | Eliminar | Subir | Bajar

U W/(m²K)

Figura 19: Composició específica de l'Envà.

3.3.11 Porta (Porta)

El programari utilitzat considera com a porta, una obertura el marc del qual, ocupa el 100% de la superfície de l'obertura.

Està composta per fusta de densitat mitja-alta.

A la Figura 20 es pot apreciar la composició específica de "Porta".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "**Porta**" és de **2,2 W/m²*K**.

The image shows a software interface for defining a door. At the top, there are tabs for 'Opacos' and 'Semitransparentes', with 'Semitransparentes' selected. Below this, there are sub-tabs for 'Vidrios', 'Marcos', and 'Huecos y lucernarios', with 'Marcos' selected. The main area is titled 'Grupo Oberturas' and contains the following fields:

- Nombre: Porta
- Propiedades:
 - Grupo Vidrio: Monolíticos en posición vertical
 - Vidrio: VER_M_4
 - Grupo Marco: De Madera en posición vertical
 - Marco: VER_Madera de densidad media alta
 - % cubierto por el marco: 100,00
 - ¿Es una puerta?
 - Permeabilidad al aire: 60 m³/hm² a 100 Pa

Figura 20: Composició específica de la Porta.

3.3.12 Finestra tipus 1 (V_1)

La finestra de tipus 1 està composta per un vidre simple de 4 mm on el marc ocupa un 10% de la superfície de l'obertura.

A la Figura 21 es pot apreciar la composició específica de "V_1".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "V_1" és de **5,35 W/m²*K**. Està composta per la transmitància tèrmica del marc (**2,2 W/m²*K**) i la del vidre (**5,7 W/m²*K**).

Opacos | Semitransparentes |

Vidrios | Marcos | Huecos y lucernarios |

Grupo: Obertures

Nombre:

Propiedades

Grupo Vidrio:

Vidrio:

Grupo Marco:

Marco:

% cubierto por el marco ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire m²/hm² a 100 Pa

Figura 21: Composició específica de la Finestra de tipus 1.

3.3.13 Finestra tipus 2 (V_2)

La finestra de tipus 2 té millors prestacions que la de tipus 1 al disposar de doble vidre amb càmera d'aire interior.

Està composta per un doble vidre de 4 mm cadascun i una càmera d'aire de 6 mm. El marc ocupa un 10% de la superfície de l'obertura.

A la Figura 22 es pot apreciar la composició específica de "V_2".

La transmitància tèrmica de la solució constructiva "V_2" és de **3,19 W/m²*K**. Està composta per la transmitància tèrmica del marc (**2,2 W/m²*K**) i la del vidre (**3,3 W/m²*K**).

Opacos Semitransparentes

Vidrios Marcos Huecos y lucernarios

Grupo Obertures

Nombre V_2

Propiedades

Grupo Vidrio Dobles en posición vertical

Vidrio VER_DC_4-6-4

Grupo Marco De Madera en posición vertical

Marco VER_Madera de densidad media alta

% cubierto por el marco 10.00 ¿Es una puerta?

Permeabilidad al aire 25.00 m²/hm² a 100 Pa

Figura 22: Composició específica de la Finestra de tipus 2.

3.4 Selecció de les combinacions d'estudi

En la Figura 23 es mostren les combinacions que s'han seleccionat, per tal de realitzar l'estudi d'eficiència energètica de l'edifici. Per a cada fila, les opcions marcades amb un "tick", mostren els tipus de solucions constructives que componen la combinació, és a dir, l'evolvent tèrmica.

COMBINACIÓ:	FAÇANA				COBERTA		SOLERA		VIDRE	
	F_1	F_2	F_3	F_4	CO_1	CO_2	SO_1	SO_2	V_1	V_2
1	✓				✓		✓		✓	
2	✓				✓		✓			✓
3	✓					✓	✓			✓
4		✓				✓		✓	✓	
5		✓				✓		✓		✓
6			✓			✓		✓	✓	
7			✓			✓		✓		✓
8			✓		✓			✓	✓	
9				✓	✓		✓		✓	
10				✓	✓		✓			✓

Figura 23: Selecció de les combinacions de solucions constructives a estudiar.

No s'ha optat per estudiar totes les combinacions de solucions constructives possibles, ja que de fer-ho així, s'haurien d'estudiar 32 tipus d'evolvents diferents. Aquesta quantitat d'evolvents, comportaria molt de temps pel que respecte a la manipulació i execució del programari i el posterior tractament de dades per tal de fer-les presentables.

S'ha de considerar que el número d'evolvents triades en aquest punt, s'han de combinar amb el número d'instal·lacions que s'estudiaran en el punt 3.7, per tant, el número d'estudis a realitzar, és el número d'evolvents escollides multiplicades pel número d'instal·lacions. Per aquesta raó, s'ha acotat el número d'evolvents tèrmiques a estudiar a 10. Aquestes, han estat triades amb molt de criteri, per tal de poder-ne extreure els resultats el més representatius possibles. S'han considerat combinacions oposades i les que poden anar bé alhora de contrastar resultats.

3.5 Programa LIDER

3.5.1 Generació de l'edifici en 3D mitjançant el programa LIDER

A continuació, es detallen els passos a seguir per tal de generar un habitatge en 3D amb el programa LIDER. S'ha de tenir en compte que el programa LIDER no disposa d'una interfície gaire amigable.

Pas1: Primerament, per acabar generant l'edifici al complet correctament, s'ha de crear la planta baixa amb l'opció de programa "crear planta". Per tal de fer-ho, s'ha d'acotar un espai tancat entrant les coordenades d'una sèrie de punts que et delimiten.

Pas2: Generar les particions interiors amb línies auxiliar que delimiten les sales. Per generar cada sala, anar a l'opció "crear espai". Llavors, el LIDER associa aquest espai amb un identificador propi del programa. Aquest pas, s'ha de repetir per a cada sala que es vulgui generar.

Pas3: A continuació, anant a l'opció "crear murs", el programa genera les parets interiors i exteriors fins l'altura que s'ha definit en les opcions de planta.

Pas4: El següent pas és crear la solera, opció "crear forjados".

Arribats a aquest punt, ja s'ha generat la planta baixa, veure Figura 24.

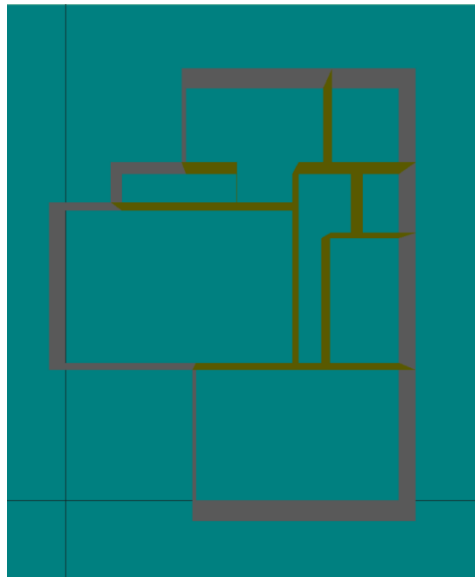


Figura 24: Representació/distribució de la planta baixa amb el programa LIDER.

A tenir en compte: per tal de generar l'edifici en condicions, el més important és generar correctament el croquis que defineix la planta. Si hi ha tan sols un petit error, portarà problemes en una situació futura de l'estudi de l'edifici.

Pas5: Per tal de generar la planta primera, s'executen els mateixos passos que s'han utilitzat per generar la planta baixa. Considerar que, alhora de generar la nova planta, s'ha d'activar l'opció de programa que et permet generar-la sobre una planta creada anteriorment. En el moment d'executar l'opció "crear forjados", no genera una solera sinó el forjat, ja que la planta actual no està en contacte amb el terreny.

Després d'aquest punt, ja s'ha generat la planta primera, veure la Figura 25.

Pas6: A continuació, es genera l'última planta amb els mateixos passos executats en les plantes anteriors. Un cop generat el forjat, es crea la coberta amb l'opció "crear cerramientos singulares".

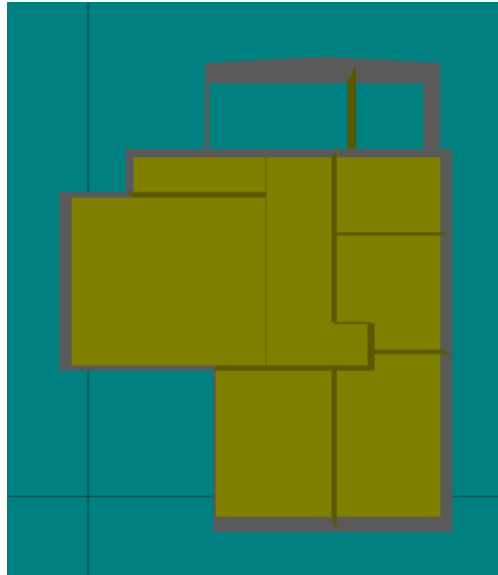


Figura 25: Representació/distribució de la planta primera amb el programa LIDER.

A la Figura 26, es mostra l'edifici un cop generada la coberta.

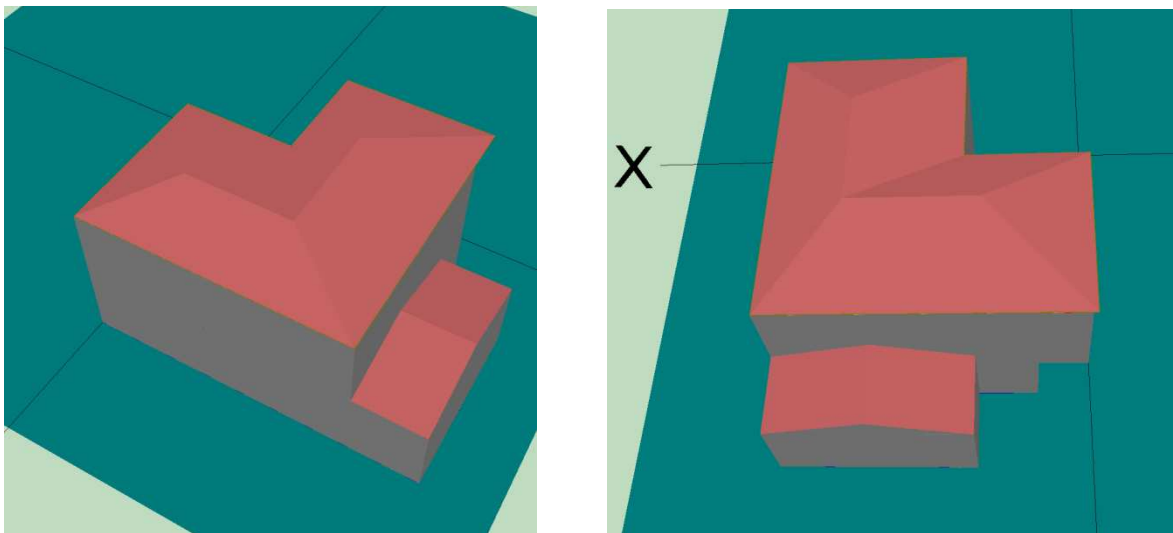


Figura 26: Edifici un cop generada la coberta.

Pas7: Finalment, es generen les obertures amb l'opció "crear ventanas".

A la Figura 27, es mostren les diferents vistes de l'edifici un cop generades les obertures.

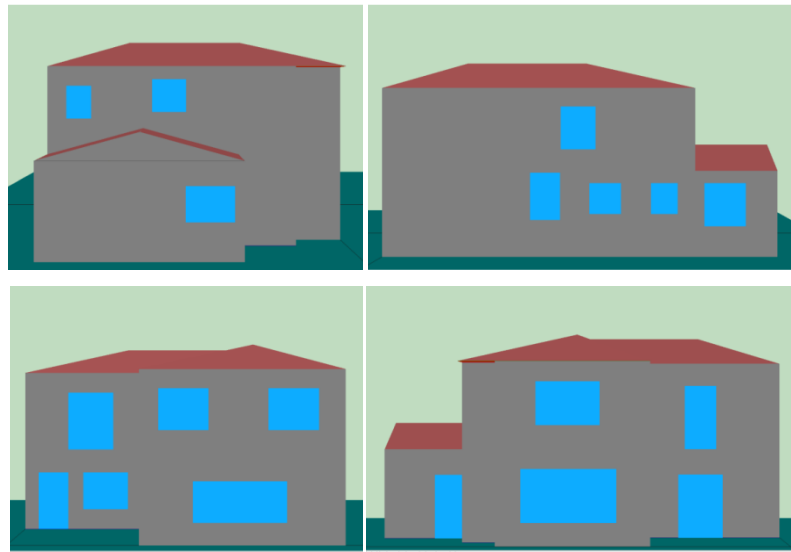


Figura 27: Obertures de l'edifici.

A continuació, es mostren les imatges 3D de l'edifici acabat (Figura 28).

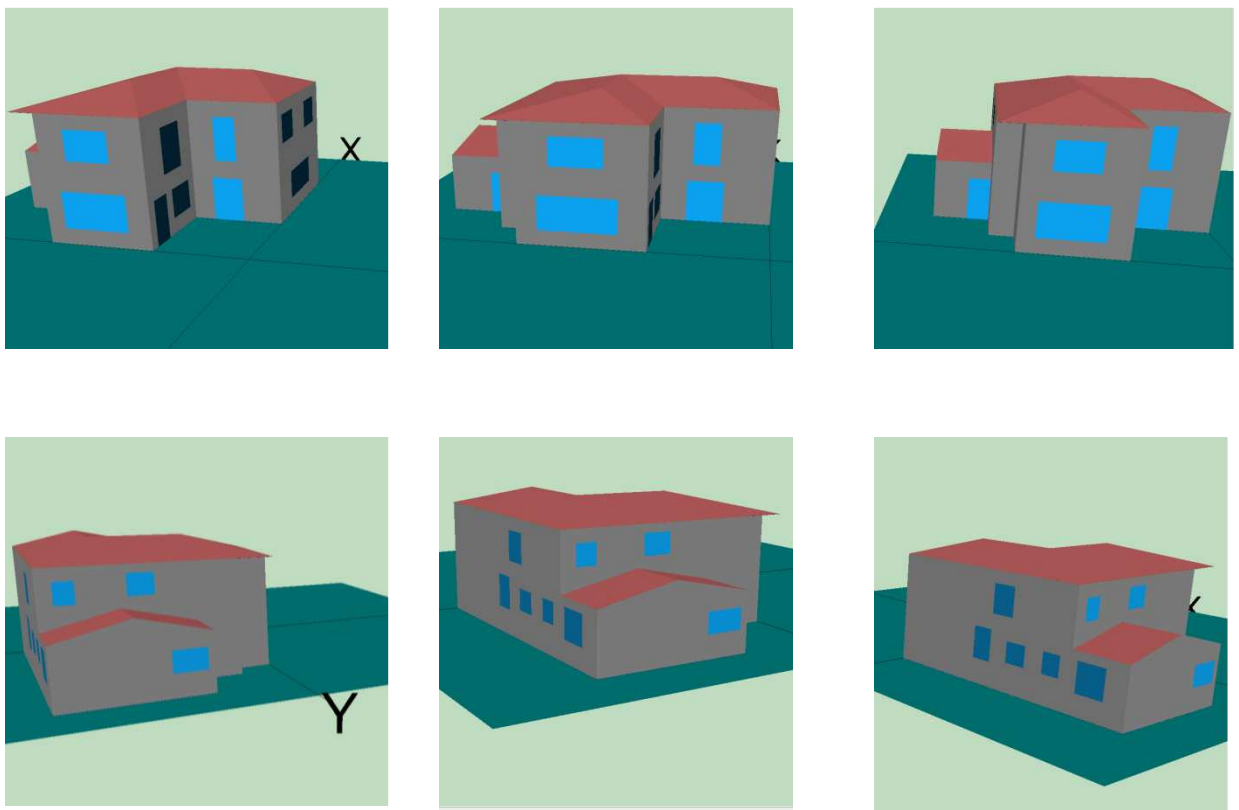


Figura 28: Representació de l'edifici amb el programa LIDER.

Un cop representat geomètricament l'edifici, el pròxim pas, és inserir les solucions constructives en el programa. Anar a la pestanya "BD" i obrir la finestra "Gestión de la Base de Datos". En aquest punt, es registren totes les solucions constructives que s'utilitzaran en l'estudi de l'edifici. Llavors, tots aquests tancaments, obertures i divisions interiors, es poden associar als diferents elements de l'edifici.

3.5.2 Càlculs amb el programa LIDER.

La finalitat del programa LIDER, és comprovar si l'edifici simulat compleix amb el reglament establert pel Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), en concret, amb el Document Bàsic HE1.

Un cop realitzada la representació en 3D de l'edifici i associades les solucions constructives als elements pertinents per cada combinació, s'executa el programa.

Els resultats obtinguts amb el programari LIDER per les 10 evolvents estudiades, es troben a l'annex Resultats LIDER. Analitzant aquests resultats, es veu que no hi ha cap evolvent tèrmica estudiada que compleixi amb el CTE DB HE1.

Aquest resultat a priori tant negatiu (no hi ha cap combinació de les 10 estudiades que compleixi amb el CTE), s'explica degut que el codi tècnic vigent actualment, és molt estricte en algun tipus específic de tancament i especialment per les obertures. Això implica, que s'ha considerat algun element la transmitància tèrmica del qual, no compleix amb aquest valor mínim de transmitància tèrmica exigida pel CTE, per tant, el resultat és que no compleix amb la normativa.

Un altra aspecte a considerar, és l'efecte que poden tenir les condensacions. En aquest projecte, no s'han considerat alhora de generar els tancaments, per tant, alguns elements no assoleixen el valor mínim en aquest àmbit.

Aquests resultats no impliquen que tota la feina realitzada fins el moment no tingui validesa. L'objecte d'aquest projecte és el de veure quina qualificació energètica obtindrien els edificis construïts un temps enrere (abans de la implantació del CTE), amb els elements constructius de l'època. És normal, que aquestes solucions constructives no compleixin amb certs aspectes, respecte a les limitacions mínimes que exigeix el CTE, ja que en el moment de la seva construcció, la normativa vigent al respecte era menys restrictiva.

El que interessa arribats a aquest punt, són els resultats del compliment tèrmic de l'edifici. Aquests, es troben a l'annex Resultats LIDER. Per tal de veure si compleix, veure els valors de l'edifici objecte estudiat respecte a l'edifici de referència. Entenent com a edifici de referència, a l'edifici que assoleix els valors mínims per tal de complir tèrmicament amb el

DB HE1, és a dir, amb l'evolvent tèrmica mínima. De les 10 combinacions estudiades, les combinacions 1, 2, 3, 9 i 10 compleixen. Aquestes, en el gràfic de resultats, tenen la barra de color verd tant en l'apartat de calefacció com en el de refrigeració.

3.5.3 Informació important

En el moment de generar l'edifici amb el programa LIDER, aquest, associa un identificador a cada sala. Aquests identificadors es troben representats a la Taula 3 com a "Identificadors Lider". Aquests identificadors, seran utilitzats fins al final del present projecte.

El LIDER necessita determinar cada sala, com habitable o no habitable per tal d'executar els càlculs correctament. S'entén com habitable, una superfície climatitzada que comparteix el mateix ús i condicions tèrmiques equivalents a altres superfícies habitables de l'edifici, per tal d'agrupar-les a efecte de càlcul de la demanda energètica. Com a superfície no habitable, s'entén a aquella superfície que té les mateixes característiques que una superfície habitable, però no està climatitzada, per tant, no es té en compte alhora de fer el càlcul de càrrega tèrmica. Es considera que la càrrega tèrmica de les zones no habitables és 0 i per tant, no necessiten climatització.

Identificador Lider	Identificador Propi	Descripció	Superfície Habitable (m2)	Superfície No Habitable (m2)
Planta Baixa:				
P01_E01	C	Cuina	12,608	
P01_E02	R	Rentador		5,954
P01_E03	P1	Passadís "Planta Baixa"	6,751	
P01_E04	H	Rebost		2,830
P01_E05	B1	Bany "Planta Baixa"	3,946	
P01_E06	E1	Escales "Garatge"		4,909
P01_E07	S	Sala d'estar	25,580	
P01_E08	E2	Escales "Planta Baixa-Planta Primera"	3,828	
P01_E09	M	Menjador	31,671	
Planta Primera:				
P02_E01	E3	Escales "Planta Baixa-Planta Primera"	3,982	
P02_E02	D1	Dormitori de matrimoni	24,525	
P02_E03	P2	Passadís "Planta Primera"	11,454	
P02_E04	B2	Bany "Planta Primera"	6,375	
P02_E05	D4	Dormitori de convidats	8,599	
P02_E06	D3	Dormitori simple1	13,252	
P02_E07	D2	Dormitori simple2	13,187	
Planta Sota Coberta				
P03_E01		Golfes		83,245

Taula 3: Identificadors LIDER, superfície habitable i no habitable.

A la Taula 4 es mostren els valors superficials dels diferents tipus de superfície existents en l'edifici. Es separen en habitables, no habitables, per plantes, superfície total habitable, total no habitable i superfície total construïda.

	Superfície Total (m2)	
	Habitable	No Habitable
<i>Planta Baixa</i>	84,384	13,693
<i>Planta Primera</i>	81,374	0,000
<i>Planta Sota Coberta</i>	0	83,245
TOTAL:	165,758	96,938
Superfície Construïda	262,696	

Taula 4: Desglossat de superfícies.

3.6 Càlcul de Càrregues Tèrmiques

Per tal de trobar la demanda energètica de l'edifici (pèrdues de calor que té l'edifici), s'ha de fer un estudi de càrregues tèrmiques. Un cop se sap la demanda energètica, es poden dimensionar correctament les instal·lacions tèrmiques de l'edifici (així no estaran sobre dimensionades o infradimensionades). Els paràmetres que influeixen alhora de calcular les càrregues tèrmiques són: la zona climàtica on es situa l'edifici, és a dir, les condicions exteriors a les que està sotmès. L'evolvent tèrmica, que és la capacitat que té l'edifici d'aïllar els espais interiors de les condicions exteriors. Com més baixa sigui la transmitància tèrmica de l'evolvent, menys pèrdues tindrà i més baixa serà la càrrega tèrmica de l'edifici.

El present projecte al tenir 10 evolvents tèrmiques (combinacions) diferents, el càlcul de càrregues tèrmiques es fa 10 vegades. S'han calculat les pèrdues tèrmiques que te cada sala de l'edifici (130 estudis), en funció de l'evolvent. A partir d'aquests valors donats en "Watts" i la superfície de les sales, s'ha trobat la càrrega tèrmica mitja per a cada evolvent (mirar annexa Càlcul de Càrregues Tèrmiques per veure els càlculs i gràfics detallats).

A continuació, s'ha fet la mitjana dels 10 valors de càrrega tèrmica trobats, i s'ha obtingut un únic valor que fa referència a la càrrega tèrmica mitja global de totes les evolvents estudiades (veure Figura 29). Aquest valor mig global és 112,23 W/m², que és el valor amb el que correspondria fer el dimensionament de les instal·lacions.

Aquest valor mig global, s'ha contrastat amb el valor típic que fan servir enginyers en la seva activitat professional, alhora de dimensionar les instal·lacions tèrmiques d'un edifici. El valor proporcionat pels enginyers és de 100 W/m², aquest valor, al ser un valor de referència molt usat en enginyeria, s'ha optat per utilitzar-lo ja que és molt similar a la càrrega tèrmica mitja

global obtinguda en el present estudi. **Per tant, el valor que s'utilitzarà per tal de dimensionar les instal·lacions tèrmiques és 100 W/m².**

	Càrrega tèrmica mitja:	
Combinació 1	99,48	W/m²
Combinació 2	95,92	W/m²
Combinació 3	99,41	W/m²
Combinació 4	122,04	W/m²
Combinació 5	119,56	W/m²
Combinació 6	129,09	W/m²
Combinació 7	126,86	W/m²
Combinació 8	126,80	W/m²
Combinació 9	103,22	W/m²
Combinació 10	99,90	W/m²

Càrrega Tèrmica Mitja de totes les Combinacions: **112,23 W/m²**

Figura 29: Càrregues Tèrmiques mitges i Càrrega Tèrmica mitja global

Si es vol obtenir més precisió en els càlculs, el procés a seguir és el de fer els càlculs amb 112,23 W/m². De igual manera, si es volen un càlculs encara més acotats, es poden fer els càlculs amb el valor de càrrega tèrmica mitja que li pertoca a cada evolvent tèrmica i obtenir unes instal·lacions diferents per a cada combinació. Generar aquests càlculs requereix de molt de temps, per tant, s'ha considerat que podria ser excessiu respecte a les exigències requerides en el present PFC.

3.7 Càlculs mitjançant CALENER VYP

Un cop es té el valor de càrrega tèrmica a utilitzar, s'han d'establir un conjunt d'instal·lacions tèrmiques a estudiar. S'ha recorregut a enginyers i instal·ladors de la zona, per tal d'establir quins tipus d'instal·lacions tèrmiques són les més adequades per l'estudi. Finalment, s'ha considerat de fer l'estudi amb 6 instal·lacions tèrmiques diferents. Aquestes, són les instal·lacions típiques que es podien trobar en els edificis unifamiliars d'abans de la implementació del CTE.

El programari utilitzat per analitzar les instal·lacions tèrmiques per a les diferents combinacions és el CALENER VYP, que és el programa que està reconegut pel "Ministerio de Industria, Energía i Turismo" per a la certificació d'edificis. Aquest programa, obté com a resultat un estudi energètic de l'edifici amb l'estimació d'emissions de CO₂ i la lletra de qualificació energètica de l'edifici estudiat.

3.7.1 Dimensionament dels equips

- **Calderes i Bomba de calor (a totes les zones) :**

La càrrega tèrmica multiplicada per la superfície habitable, don com a resultat la potència útil que ha de subministrar el sistema de calefacció.

$$Pot_{\text{útil}} = \frac{100W}{m^2} * 165,77m^2 = 16.577 W$$

Dividint la potència útil pel rendiment que té la caldera i rendiment de la instal·lació, s'obté la potència nominal que ha de tenir la caldera.

$$Pot_{\text{nominal "Caldera"}} = \frac{16,577}{0,85 * 0,9} = 21.666 W$$

Es va preguntar a professionals del sector quin tipus d'equipament solien instal·lar en aquestes condicions. Tant enginyers com instal·ladors van comentar, que pel tipus d'edificació estudiada (edifici unifamiliar aïllada), la instal·lació típica era una caldera de 24 kW de potència nominal, i respecte a la bomba de calor, es posava una màquina exterior per planta de entre 8 i 9 kW cadascuna.

Un cop valorades les opcions, s'ha decidit agafar com a equip de calefacció, una caldera de 24 kW i bombes de calor de potència útil de calefacció de 8,6 kW i potència útil de refrigeració de 6,8 kW. Aquests són valors molt estàndards que es poden trobar fàcilment en catàlegs.

- **Bomba de calor (menjador) :**

La càrrega tèrmica multiplicada per la superfície del menjador (ja que es considera de climatitzar amb fred únicament el menjador), don com a resultat la potència útil de fred que ha de subministrar la bomba de calor.

$$Pot_{\text{útil}} = \frac{100W}{m^2} * 31,67m^2 = 3.167 W$$

S'ha instal·lat una bomba de calor amb potència útil de fred de 3,6 kW pel menjador.

- **Caldera elèctrica per ACS :**

La demanda típica diària d'ACS en l'edifici estudiat, és de 120 litres al dia (segons el DB HE 4). Multiplicant aquesta demanda pel calor específic de l'aigua i la diferència de temperatura (de 12,9 a 60 graus centígrads) que s'ha d'assolir, s'obté l'energia que s'ha de destinar al dia a escalfar aigua.

120 L aigua/diaris = 120 Kg/dia.

$$Energia = 120Kg * \frac{4,18kJ}{Kg * ^\circ C} * (60 - 12,9)^\circ C = 23.625kJ$$

$$Potència = \frac{23.625kJ}{4.000s} = 5,9 kW$$

La caldera elèctrica instal·lada és de 6 kW. Amb aquesta potència es pot escalfar l'aigua necessària per a un dia en menys de dues hores (més que suficient).

- **Caldera de baixa temperatura amb terra radiant:**

Aquest cas és el més complexa de simular amb el programari. El CALENER VYP permet simular una caldera de baixa temperatura, però la simulació del terra radiant és més complexa i no ho permet.

Per tal de resoldre aquest problema, s'ha considerat una caldera de baixa temperatura, i s'ha buscat una altra tipus d'instal·lació que donés els mateix resultat que si s'hagués realitzat el càlcul amb la instal·lació per terra radiant. Aquesta instal·lació està formada per radiadors per convecció com a unitats terminals. És clara la problemàtica, un radiador per convecció no és el mateix que un terra radiant. S'ha de trobar un valor que relacioni el terra radiant amb els radiadors com a elements terminals. Aquest valor, és la quantitat de potència que necessita una instal·lació amb terra radiant per tal de proporcionar la mateixa sensació calorífica sobre l'ambient interior que una instal·lació per radiadors. S'ha buscat bibliografia al respecte i la informació trobada és molt escassa. Amb aquesta informació i amb l'assessorament d'enginyers experts en la matèria, s'ha conclòs que la relació que hi ha entre els dos tipus d'instal·lació és que el terra radiant, gasta entre un 20 % i un 30 % menys que una instal·lació amb radiadors (veure Taula 5).

CASO	CONSUMO ENERGÉTICO (MW-h/año)	EMISIÓN DE CO ₂ (ton/año)	INVERSIÓN INICIAL (€)	VAN A 10 AÑOS (€)	VAN A 15 AÑOS (€)	VAN A 20 AÑOS (€)
Radiadores (75°C/55°C/22°C)	64,0 (100%)	12,9	20.977	54.955	79.105	109.785
Radiadores (65°C/45°C/22°C)	62,7 (98,0%)	12,6	21.916	55.230	78.890	108.947
Radiadores (55°C/35°C/22°C)	61,5 (96,1%)	12,4	24.041	56.442	79.649	109.131
Suelo radiante (40°C/30°C/20°C)	45,0 (70,3%)	9,0	28.447	52.338	69.319	90.890

Taula 5: Valors comparatius d'instal·lacions per radiador i per terra radiant (I Congreso Climatización Eficiente per Santiago Aroca Lastra y Fernando Varela Díez).

Una alternativa alhora d'implementar el terra radiant dins l'estudi, és la utilització d'un programari anomenat UPOSoft. Aquesta alternativa s'ha considerat viable però no massa atractiva, degut a que es tracta d'una operació post procés, és a dir, primer es realitza l'estudi de l'edifici amb les instal·lacions pertinents excepte la de terra radiant, i un cop calculades les emissions de CO₂, s'aplica un coeficient de correcció amb el programa UPOSoft, per tal d'obtenir un resultat final que reflecteixi l'efecte de la instal·lació amb terra radiant instal·lat.

En aquest punt, s'ha optat per la primera opció (reduir la potència dels elements terminals en un 20 - 30 %). En aquestes condicions, l'equip que s'ha agafat per tal de fer l'estudi, ha estat una caldera de baixa temperatura de 18 kW.

$$\text{Potència} = 24\text{kW} * 0,75 = 18 \text{ kW}$$

3.7.2 Tipus d'instal·lacions analitzades

A continuació, es descriuen les instal·lacions seleccionades per l'estudi.

- **Instal·lació 1:**

En la instal·lació 1 s'ha considerat un sistema mixta amb caldera de gasoil de 24kW i un rendiment del 85%, que alimenta la part de calefacció i la part d'ACS de la vivenda unifamiliar aïllada. El circuit de calefacció consta d'un circuit d'alta temperatura (80 °C) amb radiadors com elements terminals que són els encarregats d'aportar calor a la vivenda.

Per altra banda, s'ha considerat un sistema de refrigeració instal·lat en el menjador, la finalitat del qual, és la de fer més suportables els dies més calorosos de l'any aportant benestar. L'equip de refrigeració esmentat, consta d'un equip d'expansió directa unizona aire-aire de 3,6kW de potència nominal.

- **Instal·lació 2:**

En la instal·lació 2 s'ha considerat un sistema mixta amb caldera de gas natural de 24kW i un rendiment del 85%, que alimenta la part de calefacció i la part d'ACS de la vivenda unifamiliar aïllada. El circuit de calefacció consta d'un circuit d'alta temperatura (80 °C) amb radiadors com elements terminals que són els encarregats d'aportar calor a la vivenda.

Per altra banda, s'ha considerat un sistema de refrigeració instal·lat en el menjador, la finalitat del qual, és la de fer més suportables els dies més calorosos de l'any aportant benestar. L'equip de refrigeració esmentat, consta d'un equip d'expansió directa unizona aire-aire de 3,6kW de potència nominal.

- **Instal·lació 3:**

En la instal·lació 3 s'ha considerat la climatització multi zona per expansió directa. Consta d'un sistema a la planta baixa amb bomba de calor, d'una potència útil de calor de 8,6kW i una potència útil de fred de 6,8kW. També disposa d'un altra sistema amb bomba de calor per a la primera planta, on els aparells tenen les mateixes característiques que el sistema de la planta baixa.

Al ser sistemes de bomba de calor, aquests són els encarregats de proveir a la vivenda tant de calor com de "fred", al llarg de l'any segons la demanda.

Per tal de produir la demanda d' ACS esperada, es disposa d'una caldera elèctrica de 6kW amb un rendiment del 90% que subministra aigua a 60°C.

- **Instal·lació 4:**

En la instal·lació 4 s'ha considerat una instal·lació similar a la instal·lació 3, però aquesta, disposa de contribució solar. Les plaques solars tèrmiques subministren el 50% de la demana d' ACS.

- **Instal·lació 5:**

En la instal·lació 5 s'ha considerat un sistema mixta amb caldera de gas natural de baixa temperatura de 18 kW i un rendiment del 95%, que alimenta la part de calefacció i la part d'ACS de la vivenda unifamiliar aïllada. El circuit de calefacció consta d'un circuit de terra radiant per tal de climatitzar la vivenda.

Per altra banda, s'ha considerat un sistema de refrigeració instal·lat en el menjador, la finalitat del qual, és la de fer més suportables els dies més calorosos de l'any aportant benestar. L'equip de refrigeració esmentat, consta d'un equip d'expansió directa unizona aire-aire de 3,6kW de potència nominal.

- **Instal·lació 6:**

En la instal·lació 6 s'ha considerat una instal·lació similar a la instal·lació 5, però aquesta, disposa de contribució solar. Les plaques solars tèrmiques subministren el 50% de la demana d' ACS.

3.7.3 Introducció de dades en el CALENER VYP.

Per realitzar els càlculs amb CALENER VYP correctament, s'ha de verificar que l'arxiu de LIDER és correcte (per tal que més tard no provoqui algun problema).

CALENER VYP executa directament l'arxiu de LIDER i el sobreescriu amb les seves pròpies dades. Per tant, s'aconsella sempre fer una còpia de seguretat de l'arxiu original de LIDER (si es tracta d'un procés iteratiu en el qual s'ha d'utilitzar varies vegades l'arxiu original de LIDER per tal d'avaluar diferent tipus d'instal·lacions sobre el mateix habitatge, el procés de realitzar còpies de seguretat és obligatori si no es vol perdre la informació original de l'arxiu de LIDER).

La interfície d'usuari del CALENER VYP és molt similar a la de LIDER. Per entrar les dades s'ha de situar a la pestanya "Sistema".

El primer pas és la Demanda d'ACS. Segons el DB HE4, la demanda de referència d'ACS a 60°C per persona en edificis unifamiliars és de 30 litres per persona i dia. Suposant que en una edificació unifamiliar aïllada típica hi viuen 4 persones, es troba que el consum diari d'ACS és de 120 litres al dia.

El següent pas és la selecció dels equips. Boto dret a "Equipos/ Importar equipo" permet seleccionar l'equip que més s'adeqüi a la instal·lació d'estudi. Pulsant sobre l'equip importat, permet introduir propietats bàsiques (propietats característiques d'aquell equip en concret).

A continuació, a "Unidades Terminales". Boto dret a "Unidades Terminales/ Añadir unidad terminal" permet afegir la unitat terminal que més s'adequa segons el tipus d'instal·lació. En funció de quina unitat terminal es seleccioni, el programa requereix d'uns valors o una altra.

Per últim, apartat "Sistemas". Aquesta secció permet vincular els enllaços entre els equips i les unitats terminals.

Per tal d'executar el programa, pulsar "C.Calif" i el programari executarà els càlculs. Si tot és correcte, genera un informe amb els resultats de l'estudi de la instal·lació.

Interpretació de resultats del CALENER VYP

Al requadre de l'última pàgina dels informes de resultats, hi ha la secció més transcendent, on el programa fa una estimació de les emissions de CO₂ per m². Aquest valor, és el que s'utilitza per tal de classificar un edifici com més o menys eficient energèticament. També és segons aquest valor que se l'hi adjudica una lletra de certificació energètica.

Tenir present que la lletra més dolenta de qualificació energètica que adjudica el CALENER VYP és la lletra E. Per tant, aquesta lletra no és 100% representativa (un edifici per més dolent que sigui des del punt de vista de l'eficiència energètica, no obtindrà mai una lletra inferior a la lletra E amb el programari CALENER VYP), però sí que ho és el valor de kgCO₂/m².

El CALENERG VYP és un programari que es va crear per tal de certificar que els edificis de nova construcció complien amb el CTE des del punt de vista d'eficiència energètica. Tot edifici que compleixi mínimament amb el CTE DB HE (és a dir, que se li adjudiqui una certificació d'eficiència energètica) té com a mínim una qualificació energètica de E (no pot ésser més baixa que la E, ja que sinó no compliria amb el CTE). Per tant, mirat des del punt de vista al qual va ser creat el programa, CALENER VYP no té motius pels quals donar lletres inferiors a la lletra E.

Dins l'àmbit de l'eficiència energètica, s'està parlant que ha de sortir una nova versió del CALENER VYP (la nova versió ja ha sortit a data d'Abril de 2013) que pugui avaluar el tipus d'edifici que s'està avaluant en el present projecte, és a dir, edificis del parc edificador anterior al CTE.

S'ha buscat el nou barem de qualificació energètica que inclourà el futur CALENER VYP. A diferència de l'anterior, aquest sí que incorpora els valors de tall per a qualificacions inferiors a la lletra E.

S'ha considerat oportú utilitzar aquesta nova taula com a referència per donar els resultats (ja que l'abast del projecte inclou el parc edificador anterior al CTE, per tant, s'ha de poder posar una nota inferior a la E si es donés el cas).

A continuació es presenta la nova barem (Figura 30).

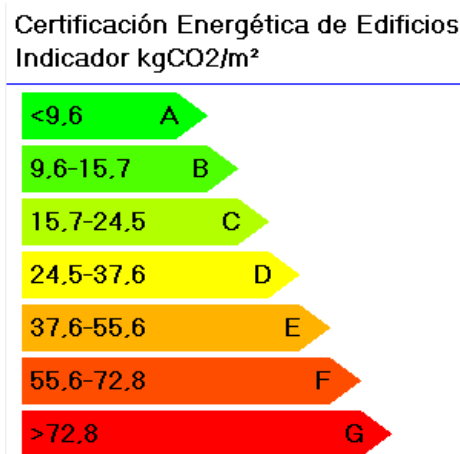


Figura 30: Nova barem de qualificació energètica.

Dins l'annex Resultats CALENER VYP, es mostren els resultats finals obtinguts amb el programa CALENER VYP, per a cada combinació en concret.

3.8 Qualificació energètica segons característiques de l'edifici

Un cop s'han obtingut els resultats de cada assaig amb el programa CALENER VYP, es té com a resultat, les emissions de CO₂/m² per cada situació estudiada. Amb aquests valors, s'ha assignat la lletra de qualificació energètica per a cada combinació a partir de la Figura 30. A continuació, s'ha generat un quadre resum per tal de veure, molt intuïtivament, quina qualificació energètica correspon a cada combinació (Taula 6).

Utilitats de la Taula 6: al tenir un taula amb tanta informació conjunta, és molt fàcil de comparar les diferents instal·lacions, les diferents possibilitats d'evolvent, o si és atractiva la instal·lació d'energia solar tèrmica. És molt útil per tal de fer una primera aproximació sobre quina qualificació energètica pot tenir un edifici contant simplement amb unes poques variables bàsiques. Pot ser molt útil com a guia en un despatx d'enginyers alhora de saber què fer per tal d'obtenir una qualificació energètica determinada (escollir un tipus d'instal·lació o una altra). Un altra sector que també hi podria estar interessat és el de l'arquitectura ja que aquesta taula et don una idea ràpida de quina evolvent et don una qualificació específica.

A continuació, es mostra una representació dels valors de càrrega tèrmica en funció de l'evolvent estudiada (Figura 31), per tal de veure més clarament quina evolvent és més bona tèrmicament. Aquesta gràfica serveix per complementar la Taula 6 en el cas que sorgeixin dubtes, sobre quina evolvent té una càrrega tèrmica millor dins la representació per colors de la columna de càrrega tèrmica mitja.

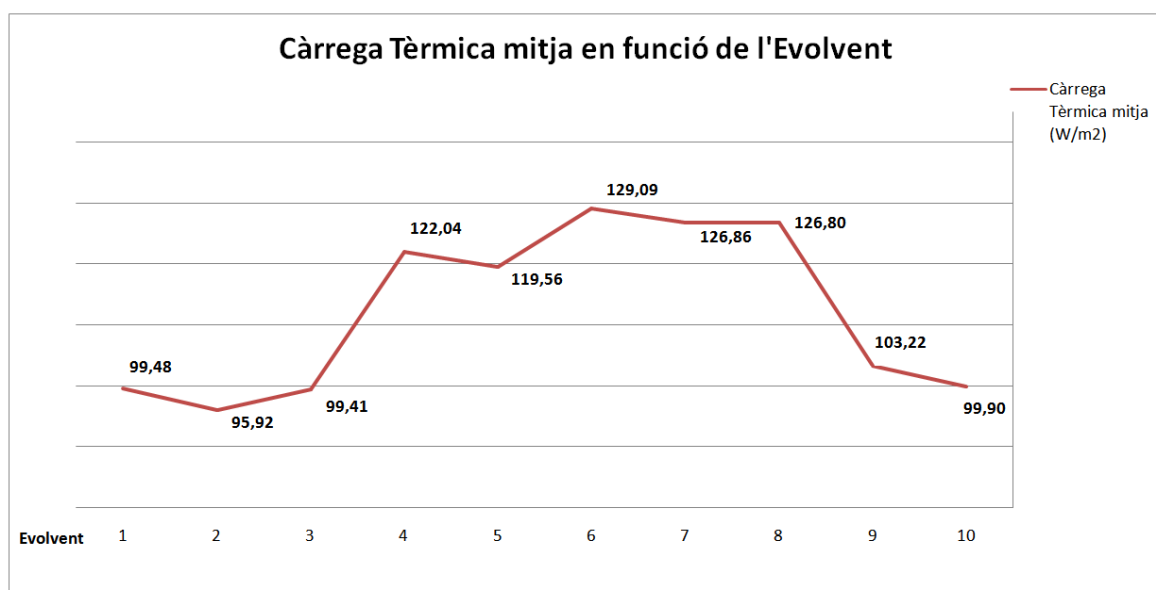


Figura 31: Comparació de la Càrrega Tèrmica mitja en funció de les Evolvents estudiades.

Qualificació Energètica d'Edificis Existents

Transmitància Tèrmica (W/m2*K)	Solucions Constructives										Càrrega Tèrmica mitja (W/m2) *	Instal·lacions											
	Façana				Coberta		Solera		Vidre			Radiador "Gasoil"		Radiador "Gas Natural"		Bomba Calor "Electricitat"				Terra Radiant "Gas Natural"			
	F_1	F_2	F_3	F_4	CO_1	CO_2	SO_1	SO_2	V_1	V_2		Sense contribució solar		Sense contribució solar		Sense contribució solar		Amb contribució solar		Sense contribució solar		Amb contribució solar	
	0,45	2,17	3,51	0,86	0,58	3,35	0,47	1,78	5,35	3,19		Emissions de CO2 **	Lletra assignada	Emissions de CO2 **	Lletra assignada	Emissions de CO2 **	Lletra assignada	Emissions de CO2 **	Lletra assignada	Emissions de CO2 **	Lletra assignada	Emissions de CO2 **	Lletra assignada
Evolvent 1	✓				✓		✓		✓		99,48	39,10	E	28,10	D	29,20	D	24,00	C	24,40	C	22,90	C
Evolvent 2	✓				✓		✓		✓		95,92	35,40	D	25,40	D	27,80	D	22,60	C	22,00	C	20,50	C
Evolvent 3	✓					✓	✓		✓		99,41	38,50	E	27,60	D	29,30	D	24,10	C	23,90	C	22,40	C
Evolvent 4		✓				✓		✓	✓		122,04	60,90	F	43,70	E	38,00	E	32,80	D	37,50	D		
Evolvent 5		✓				✓		✓	✓		119,56	58,40	F	41,90	E	37,10	D	31,90	D	36,00	D		
Evolvent 6			✓			✓		✓	✓		129,09	71,20	F	50,80	E	41,30	E	36,10	D	43,40	E		
Evolvent 7			✓			✓		✓	✓		126,86	69,00	F	49,30	E	40,30	E	35,10	D	42,10	E		
Evolvent 8			✓			✓		✓	✓		126,80	69,50	F	49,60	E	40,60	E	35,40	D	42,60	E		
Evolvent 9				✓	✓		✓		✓		103,22	44,20	E	31,60	D	31,30	D	26,10	D	27,40	D	25,90	D
Evolvent 10				✓	✓		✓		✓		99,90	40,90	E	29,30	D	30,00	D	24,80	D	25,40	D	23,90	C

Instal·lació 1 Instal·lació 2 Instal·lació 3 Instal·lació 4 Instal·lació 5 Instal·lació 6

* El requadre de la càrrega tèrmica mitja per a cada evolvent té un color més verd com més bona és l'evolvent i més vermell com més dolenta.

** Les emissions de CO2 estan donades en KgCO2/m2*any.

Taula 6: Quadre resum de tot l'estudi de caracterització energètica d'edificis anteriors al CTE.

Edifici Objecte i edifici de Referència: per tal de poder entendre bé els resultats, es procedeix a definir els conceptes d'edifici objecte i edifici de referència. L'edifici objecte és l'edifici que es defineix amb el programa (definit per l'usuari), es trien les solucions constructives que conformen la seva envoltant i les instal·lacions. Per altra banda, l'edifici de referència del LIDER, és un edifici que agafa gran part de les característiques de l'edifici objecte (zona climàtica, forma, dimensions, altura de planta, superfícies, distribució, orientació, ús de cada sala, obertures, ...) però canvia les solucions constructives, per una envoltant que compleixi amb els valors mínims establerts pel CTE DB HE1. Per altra banda, l'edifici de referència del CALENER VYP és un edifici que parteix de l'edifici de referència del LIDER, i el programa hi aplica les instal·lacions tèrmiques més adequades (en funció de l'ús i el servei que se l'hi doni a l'edifici), que compleixin amb els valors mínims d'eficiència energètica del CTE DB HE2 i CTE DB HE4. El tipus d'instal·lació de l'edifici de referència és independent de les instal·lacions introduïdes per l'usuari en el mateix arxiu de CALENER VYP. Per aquesta raó, tots els edificis de referència de CALENER VYP de tots els assajos realitzats amb les diferents envoltants i diferents instal·lacions, són el mateix edifici de referència (ja que sempre es parteix de la mateixa zona climàtica i definició geomètrica de l'edifici). Al ser sempre el mateix edifici de referència, les emissions de CO₂ donen sempre igual per a tots els estudis (39,9 KgCO₂/m²).

En tots els casos en que l'edifici objecte té unes emissions de CO₂/m² superiors a les de l'edifici de referència, implica que aquest edifici objecte introduït per l'usuari no compleix tèrmicament amb CTE DB HE. Es pot donar el cas que no compleixi amb CTE DB HE2 i CTE DB HE4 (si els resultats amb el LIDER, l'edifici objecte té una càrrega tèrmica inferior al de referència i en els resultats del CALENER VYP l'edifici objecte tingui unes emissions més grans que el de referència), que no compleixi amb CTE DB HE1 (si els resultats amb el LIDER, l'edifici objecte una càrrega tèrmica més gran al de referència) o que no compleixi amb CTE DB HE1, CTE DB HE2 i CTE DB HE4 (si els resultats amb el LIDER, l'edifici objecte té una càrrega tèrmica més gran al de referència i en els resultats del CALENER VYP l'edifici objecte tingui unes emissions més grans que el de referència).

A continuació, es presenten de manera gràfica els resultats. D'aquesta manera es pot veure més intuïtivament quina envoltant és millor per a cada tipus d'instal·lació (com més avall estigui el punt de l'edifici objecte, millor es l'envoltant per aquesta instal·lació). També mostra les combinacions que compleixen tèrmicament amb el CTE DB HE1, CTE DB HE2 i CTE DB HE4, que són les combinacions que queden per sota la línia de 39,9 KgCO₂/m². (Figures 32-35)

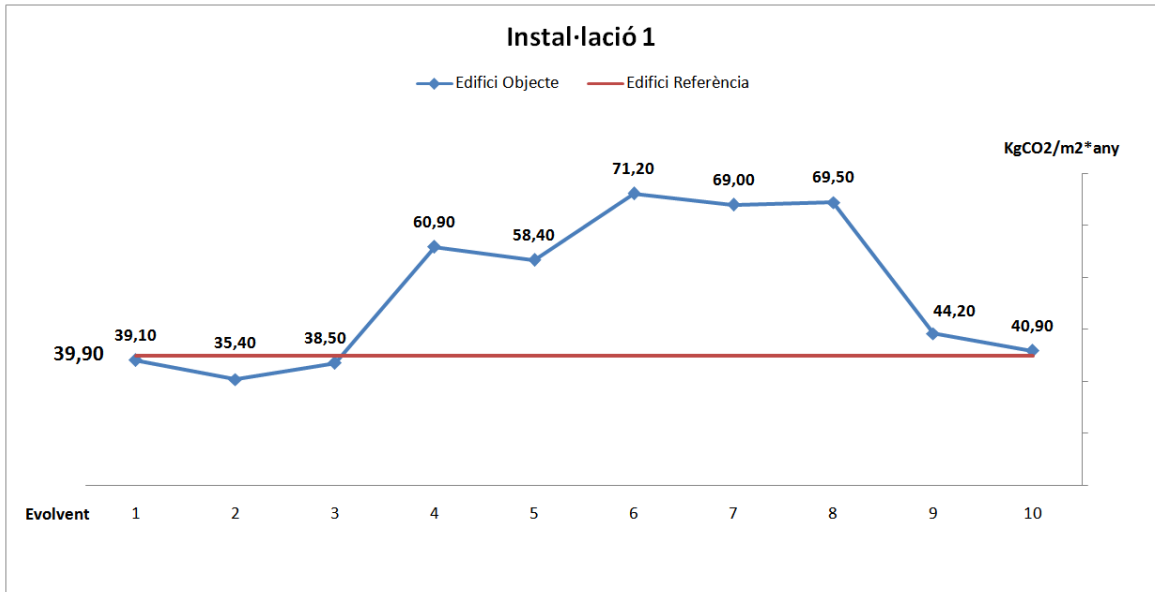


Figura 32: Emissions de CO2 resultants de l'edifici objecte i el de referència per les evolutives combinades amb la instal·lació 1.

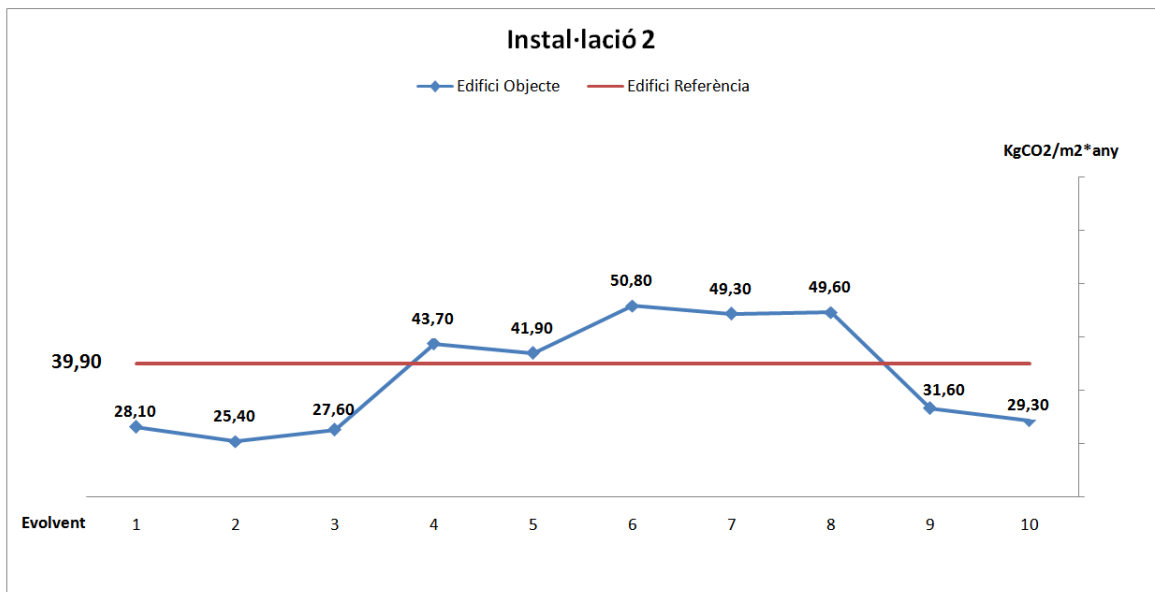


Figura 33: Emissions de CO2 resultants de l'edifici objecte i el de referència per les evolutives combinades amb la instal·lació 2.

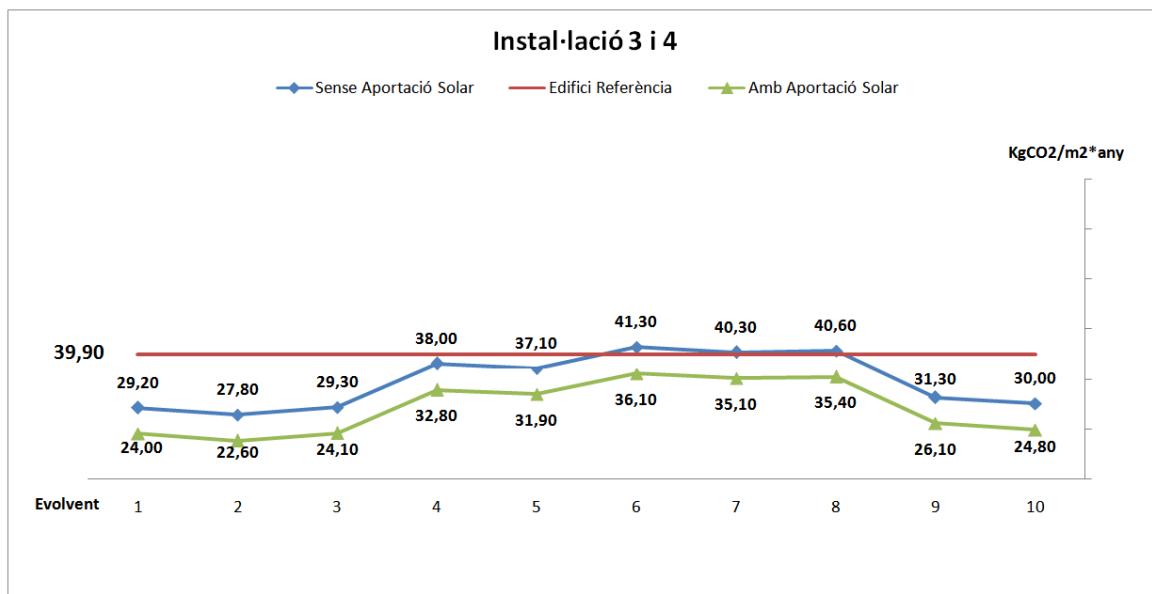


Figura 34: Emissions de CO2 resultants de l'edifici objecte i el de referència per les evolutns combinades amb les instal·lacions 3 i 4.

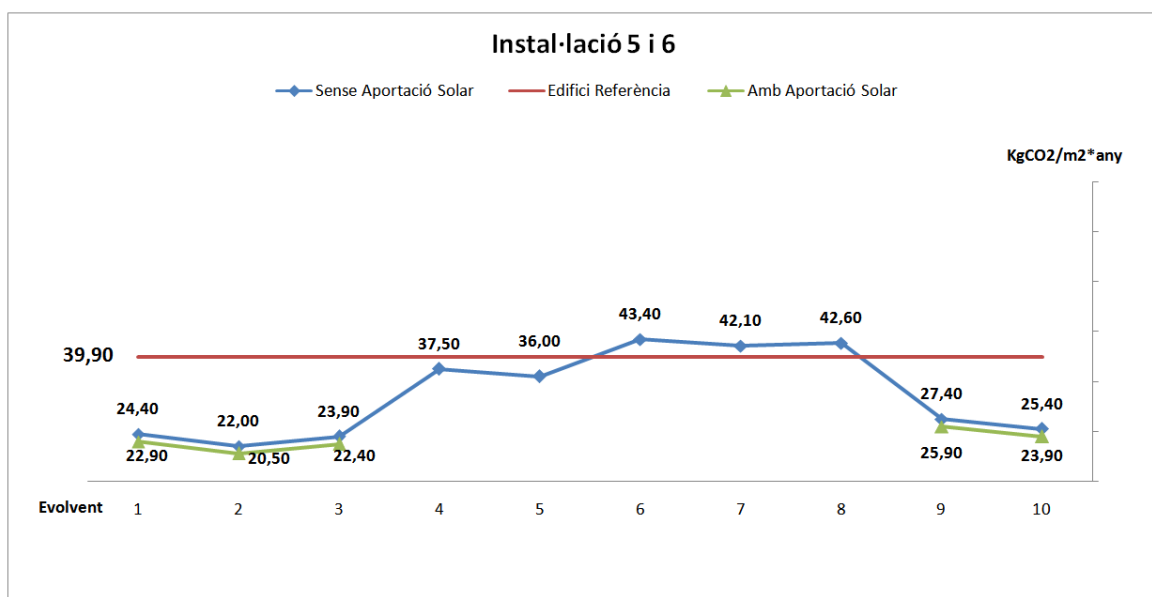


Figura 35: Emissions de CO2 resultants de l'edifici objecte i el de referència per les evolutns combinades amb les instal·lacions 5 i 6.

Tot seguit, es mostra una gràfica on es veu de manera molt intuïtiva quina instal·lació i evolvent és més eficient energèticament (Figura 36).

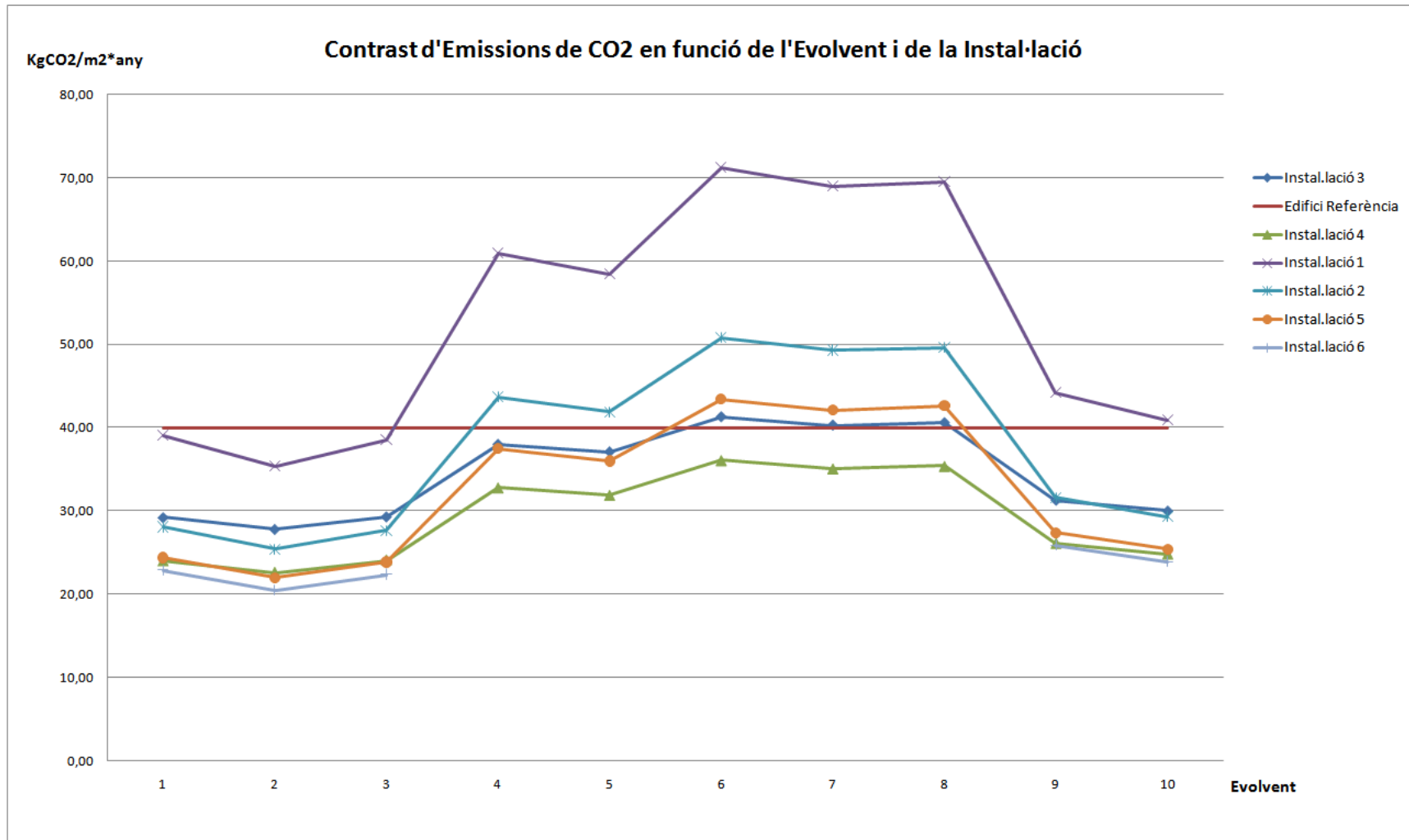


Figura 36: Comparativa d'emissions de CO2 per a totes les instal·lacions i evolvents analitzades.

4 CONCLUSIONS

Com a conclusió remarcar que s'ha arribat a l'objectiu proposat (Taula 6). S'ha generat un catàleg de solucions constructives típiques anteriors a l'aprovació i entrada en vigor del CTE a partir del RD 314/2006 i s'ha obtingut una estimació de les emissions de CO₂ per a cada combinació establerta, assignant-li posteriorment una lletra de certificació energètica. El catàleg obtingut, segueix la mateixa filosofia que el mètode simplificat del Calener (eina reconegut per a l'estudi i assignació de la certificació energètica).

Observant la Taula 6, es pot apreciar que en funció de l'energia primària utilitzada per la climatització de l'edifici, les combinacions amb gas natural i electricitat són les més eficients, per contra, les combinacions amb instal·lació de gasoil tenen una qualificació energètica més dolenta. En el cas de l'electricitat en comparació amb el gasoil, les instal·lacions que incorporen electricitat tenen unes emissions de CO₂ més baixes degut a la tecnologia actual aplicada alhora d'obtenir climatització a partir de bomba de calor (si es considera que l'electricitat pot ser generada per gasoil, i llavors, a partir d'aquesta electricitat s'obté climatització, és un procés molt menys eficient que el d'obtenir climatització directament a partir de gasoil. Tot i que les emissions de CO₂ en l'elaboració d'electricitat han baixat notablement en els darrers anys gràcies a l'aportació d'energies renovables com poden ser l'energia eòlica, sinó fos per l'eficiència de la tecnologia aplicada actualment per generar climatització a partir d'electricitat (bombes de calor), seria impensable obtenir un rendiment més elevat d'aquesta forma que directament obtenint climatització a partir del gasoil). S'especifica la generació de climatització a partir de bombes de calor ja que hi ha altres tipus d'instal·lacions de climatització elèctriques que són molt deficientes pel que respecte a l'eficiència energètica. Respecte a la comparativa entre gas natural i gasoil, les instal·lacions amb gas natural obtenen una millor qualificació energètica ja que el gas natural contamina menys (emet menys CO₂) que el gasoil. El gasoil és el que té les emissions de CO₂ més grans i amb diferència en comparació a les altres energies primàries estudiades.

Respecte a la contribució solar, a la Taula 6 es pot veure que és un factor a tenir en compte, ja que té una marcada incidència pel que fa a la qualificació energètica. En els casos estudiats, instal·lacions elèctriques per bomba de calor i instal·lacions de gas natural per terra radiant, en els dos casos, es pot apreciar que al afegir a la instal·lació el factor de contribució solar, les emissions de CO₂ de l'edifici baixen notablement i en molt casos, permet que l'edifici millori la seva lletra de qualificació energètica (en els casos estudiats, passa de la lletra D a la C o de la E a la D).

Pel que fa a les evolvents, observant la Taula 6, es pot veure a partir de la columna de càrrega tèrmica mitja, quina de les evolvents és més bona tèrmicament (com més verda és

la casella). Observant els valors i el color, la pitjor evolvent és l'evolvent 6, mentre que la millor evolvent és l'evolvent 2. Llavors, hi ha les evolvents 1,3,9 i 10 que són prou bones, mentre que la resta d'evolvents són molt pitjors tèrmicament.

Mirant la Taula 6, se'n pot extreure que la millor combinació és la de la instal·lació 6 (gas natural amb terra radiant) en combinació amb l'evolvent 2 amb unes emissions de CO₂ de 20,5 Kg/CO₂*any i una lletra C de qualificació energètica. Per contra, la pitjor combinació està composta per la instal·lació 1 (gasoil amb radiadors) en combinació amb l'evolvent 6 amb unes emissions de CO₂ de 71,2 Kg/CO₂*any i una lletra F de qualificació energètica i apunt d'assolir la qualificació amb la lletra G (a partir de 72,8 Kg/CO₂*any).

El programari LIDER i CALENER VYP ha estat essencial per tal d'arribar als resultats finals obtinguts.

Es creu que els resultats obtinguts en el present projecte poden ser de gran ajuda a enginyers, arquitectes i instal·ladors, com a guia orientativa alhora de complementar un edifici unifamiliar aïllat pel que fa a l'eficiència energètica. Són útils tant des del punt de vista de posar una etiqueta de qualificació energètica a un edifici mirant uns paràmetres mínims, com per tal de recomanar quin canvi s'hauria de dur a terme en l'edifici existent, ja sigui en forma de modificació de l'evolvent o de les instal·lacions tèrmiques, per tal de millorar la qualificació energètica.

Vistes al futur, fora bo dur a terme un anàlisi que valorés els costos per tal de millorar la nota de qualificació energètica. També seria molt interessant ampliar el nombre de solucions constructives estudiades, incloent solucions constructives actuals (a partir del 2006) i d'aquesta manera, poder ampliar la taula resum i obtenir un ventall de solucions més ampli i adequat al present.

Data i signatura de l'autor.

5 RESUM ECONÒMIC

	<i>Preu Total (€)</i>
Capítol 1: Càlcul del projecte	8560,00
Partida 1.1: Definició de l'edifici	640,00
Partida 1.2: Selecció de les solucions constructives	760,00
Partida 1.3: Selecció de les evolvents d'estudi	260,00
Partida 1.4: Generació de l'edifici en 3D i comprovació compliment CTE DB HE1	1360,00
Partida 1.5: Càlcul de càrregues tèrmiques	1420,00
Partida 1.6: Estimació de les emissions de CO2	2680,00
Partida 1.7: Presentació de resultats	1440,00
Capítol 2: Amortització de material informàtic	84,00
Capítol 3: Costos indirectes	1383,04
	TOTAL: 10027,04
	IVA (21%) 2105,68
	Preu Final : 12132,72 €

Puja el Pressupost de càlcul del projecte a la quantitat de: dotze mil cent trenta-dos amb setanta-dos euros (12.132,72 €)

6 DOCUMENTS DEL PROJECTE

El present projecte consta de dos documents. EL document 1 anomenat Memòria, el document 2 anomenat Plànols i d'un conjunt d'arxius que només es troben en el CD adjunt amb el projecte.

7 BIBLIOGRAFIA

Normativa:

- [1] CTE. Documento básico de ahorro de energía. HE1, HE2 (RITE) i HE4.
- [2] Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Manuales:

- [3] Manual del programari Lider.
- [4] Manual del programari Calener VYP.

Material obtingut a la xarxa:

- [5] Institut Català d'Energia (ICAEN). <http://www20.gencat.cat/portal/site/icaen> (consulta Abril 2013)
- [6] Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). <http://www.icc.cat> (adquisició de cartografia Abril 2013)
- [7] Thermalcalconline. <http://www.thermalcalconline.com>

ANNEXOS A LA MEMÒRIA

A. Actualitat sobre la certificació energètica

A data d'avui 6 de Maig de 2013, se sap que el 5 d'abril de 2013 el Govern central va publicar el "Plan Estatal de Fomento del Alquiler de Viviendas, Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbana (2013-2016)". Així mateix, el 13 d'abril de 2013 s'ha publicat al BOE el Reial Decret 235/2013 pel qual s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis.

El Reial Decret fixa l'1 de juny de 2013 com a data a partir de la qual serà obligatori disposar del certificat energètic per a edificis o vivendes que es venguin o es lloguin, i per a edificis públics de més de 500 m².

Els edificis que tenen l'obligació de tenir un certificat d'eficiència energètica són:

- Els edificis de nova construcció.
- Els edificis o parts d'edificis existents que es venguin o lloguin a un nou arrendatari. S'entén per part d'un edifici la unitat, planta, vivenda o apartament en un edifici o locals destinats a ús independent o de titularitat jurídica diferent, dissenyats o modificats per a la seva utilització independent.
- Els edificis o parts d'edificis existents en els què una entitat pública ocupi una superfície útil total superior a 250 m² i que siguin freqüentats habitualment pel públic.

Queden exclosos:

- Edificis i monuments protegits oficialment per formar part d'un entorn declarat o pel seu particular valor arquitectònic o històric, quan el compliment de les exigències del Decret pogués alterar de forma inacceptable el seu caràcter o aspecte.
- Edificis o unitats d'edificis utilitzats exclusivament com a llocs de culte i per a activitats religioses.
- Construccions provisionals amb un termini previst d'utilització igual o inferior a dos anys.
- Edificis industrials i agrícoles, a la part destinada a tallers, processos industrials i agrícoles no residencials.
- Edificis o unitats d'edificis aïllats amb una superfície útil total inferior a 50 m².
- Edificis que es comprin per a reformes importants o per al seu enderroc.
- Edificis o parts d'edificis existents d'habitatges amb un ús inferior a quatre mesos en un any, o bé durant un temps limitat a l'any i amb un consum previst d'energia inferior al 25% del que resultaria de la seva utilització durant tot l'any.

Dates d'obligatorietat de tenir el certificat d'eficiència energètica:

Àmbit

Nova construcció	1 de novembre de 2007
Grans Rehabilitacions	1 de novembre de 2007
Vendes i lloguers	1 de juny de 2013
Edificis públics > 500 m ²	1 de juny de 2013
Edificis públics entre 500 i 250 m ²	9 de juliol de 2015
Edificis públics llogats >250 m ²	31 de desembre de 2015

L'etiqueta de certificació energètica s'inclourà en tota oferta, promoció i publicitat dirigida a la venda o lloguer de l'edifici o part d'aquest. És necessari també transferir el certificat original en el cas de venda o còpia en el cas de lloguer, amb la resta de documentació del pis al nou propietari o llogater.

Sempre que sigui exigible l'etiqueta energètica (venda, lloguer, edificis nous i rehabilitacions), els edificis de titularitat privada o parts d'aquests que siguin freqüentats habitualment pel públic, amb una superfície útil de més de 500 m² exhibiran l'etiqueta energètica de forma obligatòria en un lloc destacat i visible.

Tots els edificis o unitats d'edificis ocupats per les autoritats públiques i que siguin freqüentats habitualment pel públic, amb una superfície útil total superior a 250 m², exhibiran l'etiqueta d'eficiència energètica de forma obligatòria, en un lloc destacat i ben visible.

En la resta de casos l'exhibició de l'etiqueta serà voluntària.

Hi ha diverses opcions i eines reconegudes que es poden fer servir per tal de calcular la certificació energètica:

- Edificis nous:

OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
SIMPLIFICADES	Ministerio-IDAE*	Baixa	Habitatges amb menys 60% de vidre a l'envolupant.	D i E
	Ce2	Mitjana		Totes (A-E)
	CES			
	CERMA			
GENERAL	Calener VYP	Alta	Habitatges Petit terciari	Totes (A-E)
	Calener GT	Molt alta	Petit terciari	
			(instal·lacions complexes)	
			Gran terciari	

- Edificis existents:

OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
SIMPLIFICADES	CE3	Mitjana	Tots	Totes (A-G)
	CE3x	Mitjana		
GENERAL	Calener VYP	Alta	Habitatge	Totes (A-G)
	Calener GT	Molt alta	Petit terciari	
			Petit terciari (instal·lacions complexes) Gran terciari	

Per qualificar edificis amb equips, sistemes i components singulars que no estan contemplats en els programes habituals, s'ha de fer servir un procediment alternatiu. En aquests casos es recomana posar-se en contacte amb l'ICAEN per sol·licitar assessorament.

B. Observacions

Respecte als informes de resultats obtinguts amb el programari LIDER i CALENER VYP (10 estudis amb el LIDER i 55 estudis amb el CALENER VYP), s'ha abstingut d'adjuntar-los com annexes en el PFC ja que el seu contingut total rebassa les 1.000 pàgines. Aquests documents, s'han adjuntat en el cd que s'entrega amb el PFC.

Respecte a les càrregues tèrmiques, els 130 estudis realitzats també es troben adjunts com a documentació en el cd (document "CarreguesTermiques.pdf").

S'ha recorregut a aquesta alternativa, per tal de no malbaratar recursos en forma de cel·lulosa.

C.Resultats LIDER

A continuació, es presenta un resum dels resultats obtinguts amb el programari LIDER per a cadascuna de les evolvents estudiades (Figures 37 - 46).

Dins el cd adjunt amb el PFC (carpeta Lider_pdfs), es troben els informes detallats de l'estudi de cada evolvent en concret i els seus resultats. També es troben detallats els resultats sobre perquè, cada combinació estudiada no compleix amb el CTE DB HE1.

Els següents resultats (Figures 37 - 46), mostren si l'edifici amb l'evolvent estudiada, compleix o no respecte a la demanda energètica. La demanda de referència, és un valor de càrrega tèrmica màxima per tal de complir amb el document HE1. Si l'edifici estudiat obté com a resultat un "% de la demanda de Referencia" inferior al 100 pel que respecte a calefacció i refrigeració, implica que l'evolvent tèrmica aplicada a l'edifici, és a dir, la seva transmitància tèrmica és més baixa del límit exigít per normativa (CTE DB HE1), per tant, respecte a la demanda energètica compleix. Visualment, es pot veure si compleix mirant el gràfic, si la barra és verda i no vermella, implica que compleix pel valor que té a sota, ja sigui per calefacció o refrigeració.

Respecte a la "Proporció relativa calefacció refrigeració" (a la taula de resultats), és el balanç d'energia exigít a la calefacció i a la refrigeració al llarg de l'any. En els casos estudiats, per efecte de la zona climàtica, la proporció exigida per la refrigeració és molt menor a la exigida per la calefacció de l'edifici.

7.1.1 Combinació 1

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	83,8	56,9
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,8	2,2

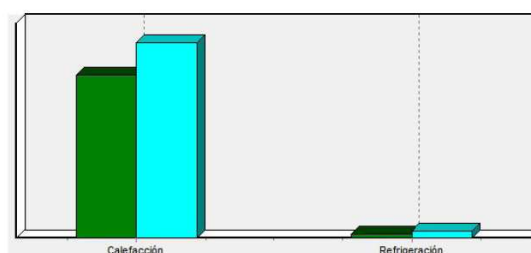


Figura 37: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 1.

7.1.2 **Combinació 2**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	74,3	55,5
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,6	2,4

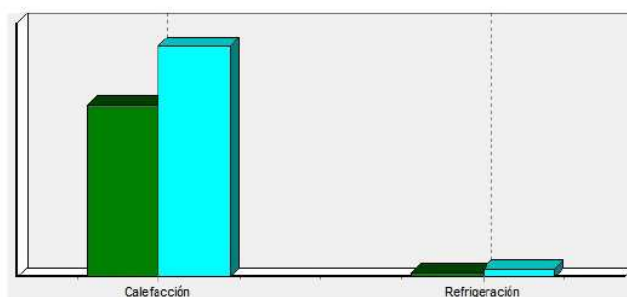


Figura 38: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 2.

7.1.3 **Combinació 3**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	82,5	63,1
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,6	2,4

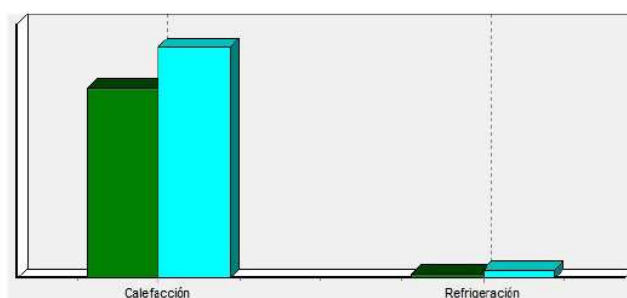


Figura 39: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 3.

7.1.4 **Combinació 4**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	142,3	95,9
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,9	2,1

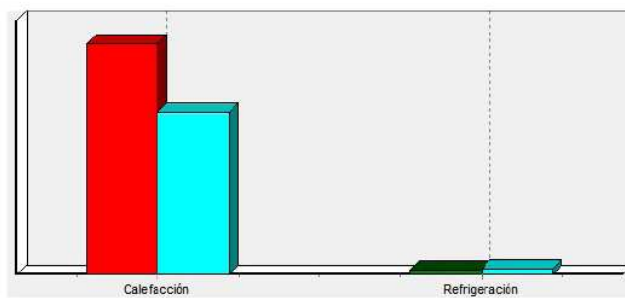


Figura 40: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 4.

7.1.5 **Combinació 5**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	135,4	93,4
Proporción relativa calefacción refrigeración	97,8	2,2

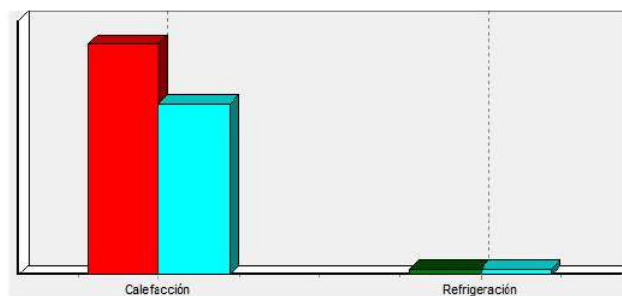


Figura 41: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 5.

7.1.6 **Combinació 6**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	172,7	62,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	98,8	1,2

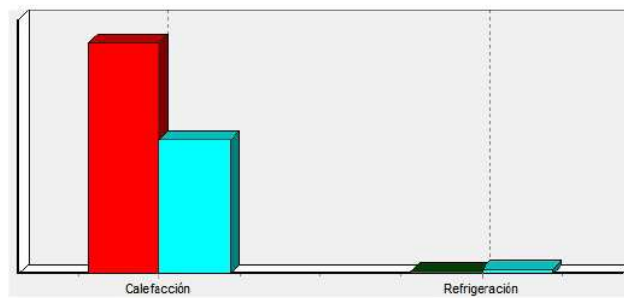


Figura 42: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 6.

7.1.7 **Combinació 7**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	167,0	53,1
Proporción relativa calefacción refrigeración	99,0	1,0

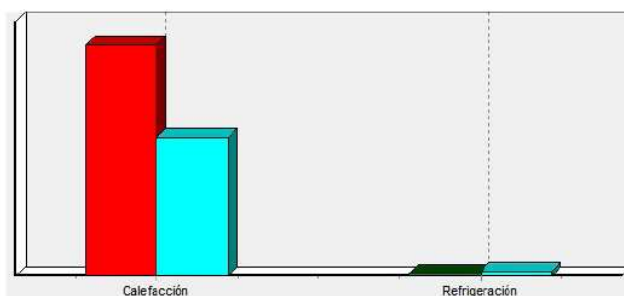


Figura 43: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 7.

7.1.8 **Combinació 8**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	167,7	52,5
Proporción relativa calefacción refrigeración	99,0	1,0

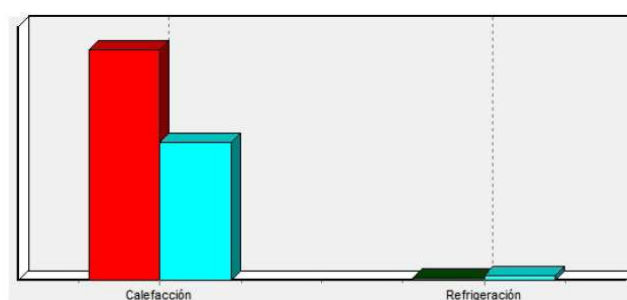


Figura 44: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 8.

7.1.9 **Combinació 9**

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	97,8	52,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	98,3	1,7

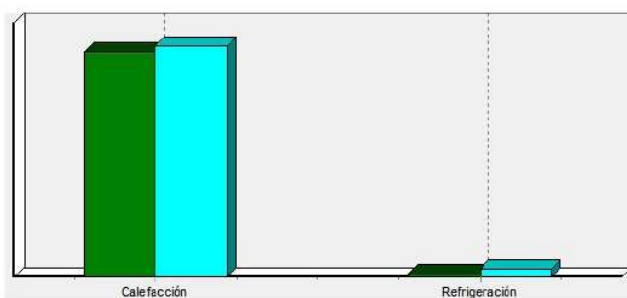


Figura 45: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 9.

7.1.10 Combinació 10

2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	88,9	50,8
Proporción relativa calefacción refrigeración	98,2	1,8

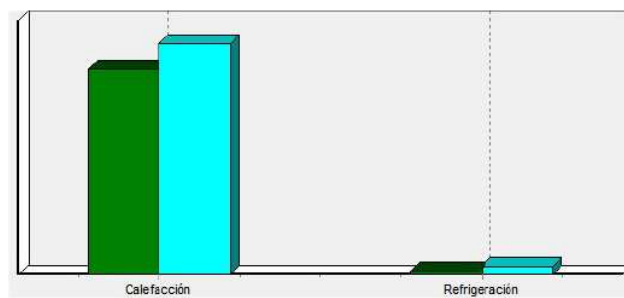


Figura 46: Resum dels resultats del LIDER per l'evolvent 10.

D. Càlcul de Càrregues Tèrmiques

D.1 Càrrega Tèrmica mitja per a cada combinació

A continuació, es presenten les dades per tal de realitzar els càlculs de la càrrega tèrmica mitja corresponent a cada evolvent tèrmica. Per tal de trobar aquest valor, es recorre als gràfics corresponents a les càrregues puntuals de cada sala, obtinguts a partir de l'estudi de les evolvents (mirar el document CarreguesTermiques_pdf.pdf del contingut del cd adjunt al PFC). S'analitza cada gràfic independentment, i s'agafa el valor de càrrega puntual màxima, que en aquests casos (en motiu de la zona climàtica), sempre és un valor que fa referència a la calefacció. Aquest valor màxim, és el valor màxim al qual haurà de fer front la instal·lació al llarg de l'any. S'ha d'associar aquest valor de potència màxima amb el valor de la superfície de la sala, d'aquesta manera, es pot trobar un valor de càrrega tèrmica per aquesta sala en concret. Procedint de la mateixa manera per a totes les sales, i fent una mitjana de totes les càrregues tèrmiques de les sales que componen l'edifici, s'obté un valor de càrrega tèrmica mitja corresponent a l'edifici amb l'evolvent estudiada (Taules 7-16).

- Combinació 1

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1660,00	12,61
P01_E03	730,00	6,75
P01_E05	540,00	3,95
P01_E07	2460,00	25,58
P01_E08	390,00	3,83
P01_E09	2950,00	31,67
P02_E01	430,00	3,98
P02_E02	2130,00	24,53
P02_E03	990,00	11,45
P02_E04	750,00	6,38
P02_E05	840,00	8,60
P02_E06	1240,00	13,25
P02_E07	1380,00	13,19
	16490,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **99,48 W/m2**

Taula 7: Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 1.

- Combinació 2

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1620,00	12,61
P01_E03	710,00	6,75
P01_E05	500,00	3,95
P01_E07	2370,00	25,58
P01_E08	390,00	3,83
P01_E09	2800,00	31,67
P02_E01	430,00	3,98
P02_E02	2070,00	24,53
P02_E03	950,00	11,45
P02_E04	730,00	6,38
P02_E05	790,00	8,60
P02_E06	1200,00	13,25
P02_E07	1340,00	13,19
	15900,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **95,92 W/m2**

Taula 8 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 2.

- Combinació 3

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1620,00	12,61
P01_E03	710,00	6,75
P01_E05	500,00	3,95
P01_E07	2370,00	25,58
P01_E08	390,00	3,83
P01_E09	2800,00	31,67
P02_E01	430,00	3,98
P02_E02	2070,00	24,53
P02_E03	950,00	11,45
P02_E04	1020,00	6,38
P02_E05	790,00	8,60
P02_E06	1200,00	13,25
P02_E07	1630,00	13,19
	16480,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **99,41 W/m2**

Taula 9 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 3.

- Combinació 4

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1910,00	12,61
P01_E03	780,00	6,75
P01_E05	640,00	3,95
P01_E07	3010,00	25,58
P01_E08	570,00	3,83
P01_E09	3250,00	31,67
P02_E01	680,00	3,98
P02_E02	2550,00	24,53
P02_E03	1090,00	11,45
P02_E04	1230,00	6,38
P02_E05	990,00	8,60
P02_E06	1590,00	13,25
P02_E07	1940,00	13,19
	20230,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **122,04 W/m2**

Taula 10 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 4.

- Combinació 5

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1880,00	12,61
P01_E03	770,00	6,75
P01_E05	610,00	3,95
P01_E07	2950,00	25,58
P01_E08	570,00	3,83
P01_E09	3130,00	31,67
P02_E01	680,00	3,98
P02_E02	2510,00	24,53
P02_E03	1060,00	11,45
P02_E04	1220,00	6,38
P02_E05	960,00	8,60
P02_E06	1560,00	13,25
P02_E07	1920,00	13,19
	19820,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **119,56 W/m2**

Taula 11 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 5.

- Combinació 6

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	2010,00	12,61
P01_E03	800,00	6,75
P01_E05	680,00	3,95
P01_E07	3230,00	25,58
P01_E08	640,00	3,83
P01_E09	3400,00	31,67
P02_E01	750,00	3,98
P02_E02	2690,00	24,53
P02_E03	1130,00	11,45
P02_E04	1280,00	6,38
P02_E05	1060,00	8,60
P02_E06	1710,00	13,25
P02_E07	2020,00	13,19
	21400,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **129,09 W/m2**

Taula 12 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 6.

- Combinació 7

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1980,00	12,61
P01_E03	790,00	6,75
P01_E05	650,00	3,95
P01_E07	3180,00	25,58
P01_E08	640,00	3,83
P01_E09	3300,00	31,67
P02_E01	750,00	3,98
P02_E02	2660,00	24,53
P02_E03	1100,00	11,45
P02_E04	1270,00	6,38
P02_E05	1030,00	8,60
P02_E06	1680,00	13,25
P02_E07	2000,00	13,19
	21030,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **126,86 W/m2**

Taula 13 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 7.

- Combinació 8

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	2010,00	12,61
P01_E03	800,00	6,75
P01_E05	680,00	3,95
P01_E07	3230,00	25,58
P01_E08	640,00	3,83
P01_E09	3400,00	31,67
P02_E01	750,00	3,98
P02_E02	2690,00	24,53
P02_E03	1130,00	11,45
P02_E04	1090,00	6,38
P02_E05	1060,00	8,60
P02_E06	1710,00	13,25
P02_E07	1830,00	13,19
	21020,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **126,80 W/m2**

Taula 14 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 8.

- Combinació 9

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1710,00	12,61
P01_E03	750,00	6,75
P01_E05	560,00	3,95
P01_E07	2580,00	25,58
P01_E08	430,00	3,83
P01_E09	3010,00	31,67
P02_E01	470,00	3,98
P02_E02	2200,00	24,53
P02_E03	1000,00	11,45
P02_E04	800,00	6,38
P02_E05	860,00	8,60
P02_E06	1300,00	13,25
P02_E07	1440,00	13,19
	17110,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **103,22 W/m2**

Taula 15 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 9.

- Combinació 10

Estança	Potència (W)	Superfície (m2)
P01_E01	1670,00	12,61
P01_E03	730,00	6,75
P01_E05	520,00	3,95
P01_E07	2490,00	25,58
P01_E08	430,00	3,83
P01_E09	2870,00	31,67
P02_E01	470,00	3,98
P02_E02	2150,00	24,53
P02_E03	970,00	11,45
P02_E04	780,00	6,38
P02_E05	820,00	8,60
P02_E06	1260,00	13,25
P02_E07	1400,00	13,19
	16560,00	165,77

Càrrega tèrmica mitja: **99,90 W/m2**

Taula 16 Valors de càrregues puntuals màximes, superfícies associades a cada estança i càrrega tèrmica mitja per a l'evolvent 10.

D.2 Càrrega Tèrmica mitja Total

Un cop trobada la càrrega tèrmica mitja per a cada evolvent, es fa la mitjana d'aquest valors per tal de trobar la càrrega tèrmica mitja de totes les evolvents (Taula 17).

	Càrrega tèrmica mitja:	
Combinació 1	99,48	W/m2
Combinació 2	95,92	W/m2
Combinació 3	99,41	W/m2
Combinació 4	122,04	W/m2
Combinació 5	119,56	W/m2
Combinació 6	129,09	W/m2
Combinació 7	126,86	W/m2
Combinació 8	126,80	W/m2
Combinació 9	103,22	W/m2
Combinació 10	99,90	W/m2

Càrrega Tèrmica Mitja de totes les Combinacions: **112,23 W/m2**

Taula 17: Càrrega tèrmica mitja per a totes les evolvents i càrrega tèrmica mitja de totes les evolvents.

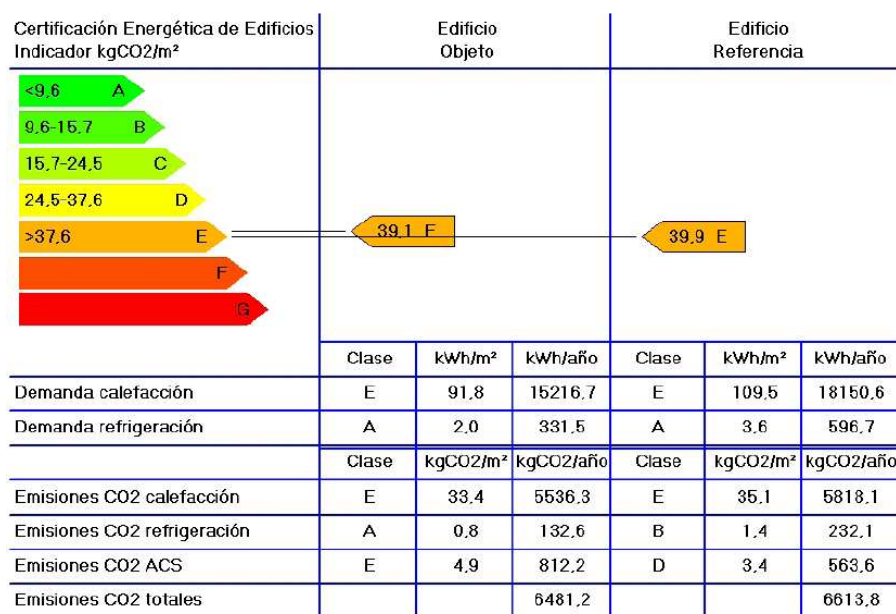
E. Resultats CALENER VYP

A continuació, es presenta un resum dels resultats obtinguts amb el programari CALENER VYP per totes les combinacions (Figures 47 - 101).

Dins el contingut del cd adjunt amb el PFC (carpeta Calener_pdfs), es troben els informes detallats de l'anàlisi de cada combinació en concret.

E.1 Instal·lació 1

E.1.1. Combinació 1

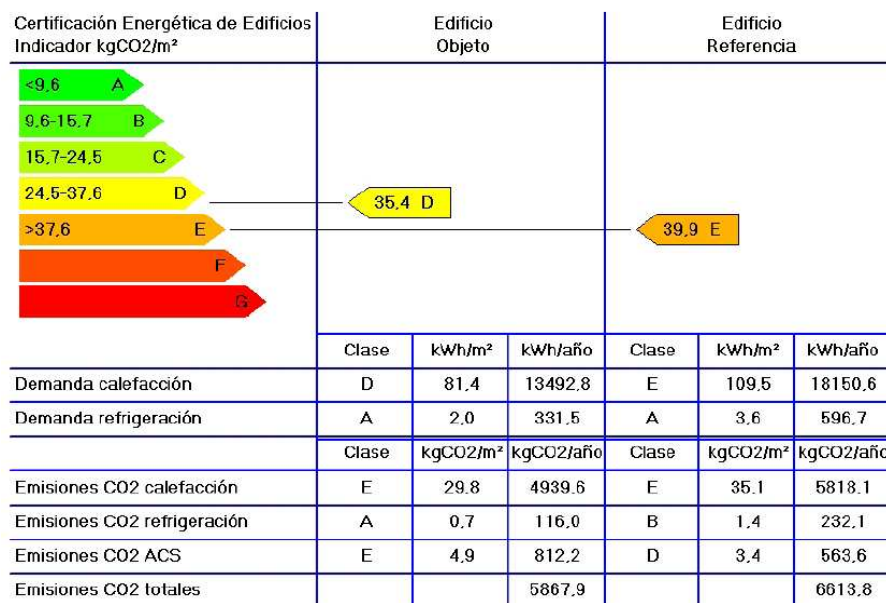


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	134,6	22317,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	147,3	24419,0	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	39,1	6481,2	39,9	6613,8

Figura 47: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 1.

E.1.2. Combinació 2

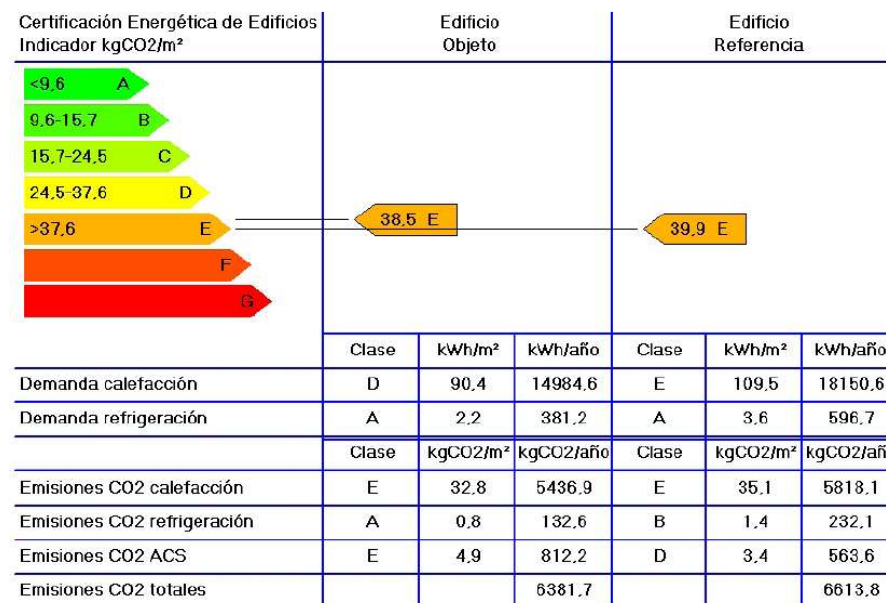


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	122,1	20239,0	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	133,7	22168,3	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	35,4	5867,9	39,9	6613,8

Figura 48: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 1.

E.1.3. Combinació 3

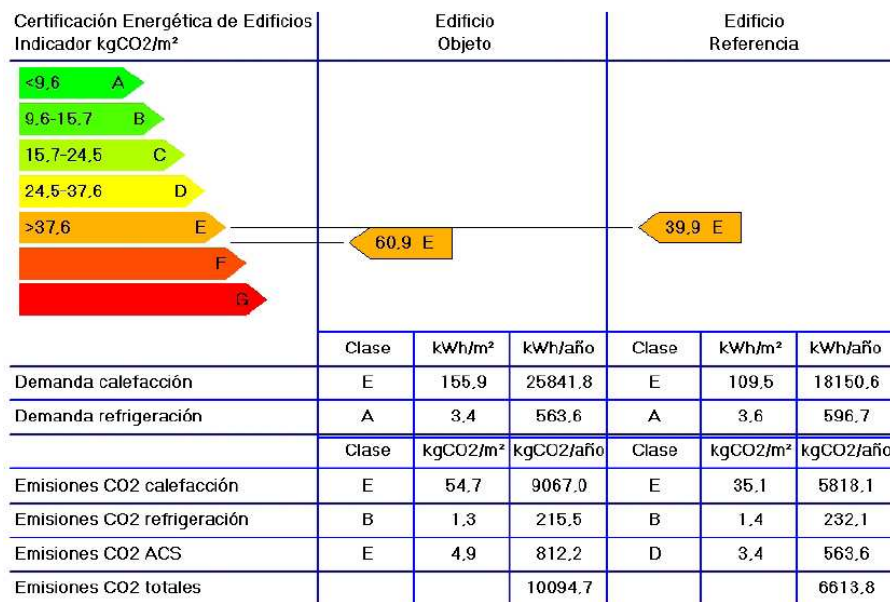


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	132,6	21986,9	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	145,4	24097,3	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	38,5	6381,7	39,9	6613,8

Figura 49: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 1.

E.1.4. Combinació 4

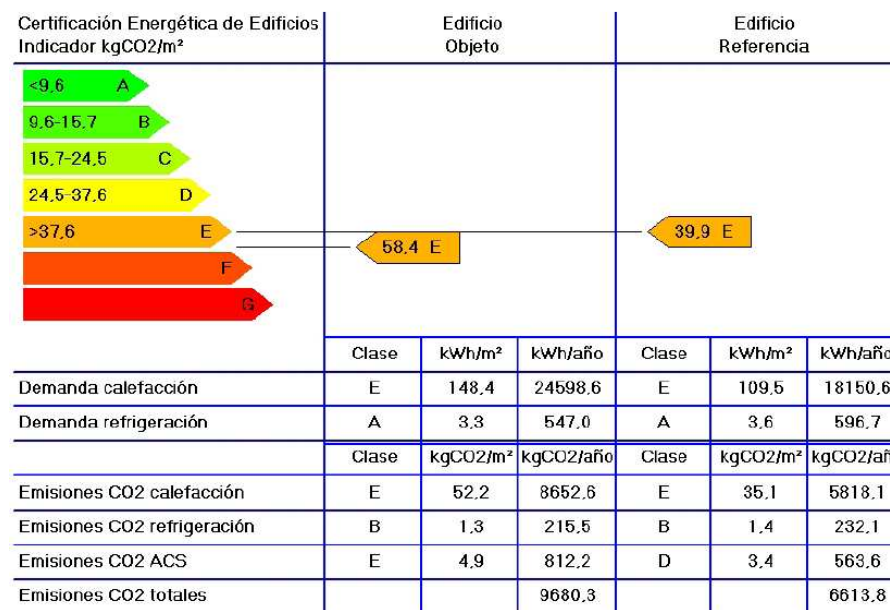


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	209,5	34720,8	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	229,5	38035,7	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	60,9	10094,7	39,9	6613,8

Figura 50: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 4 de la instal·lació 1.

E.1.5. Combinació 5

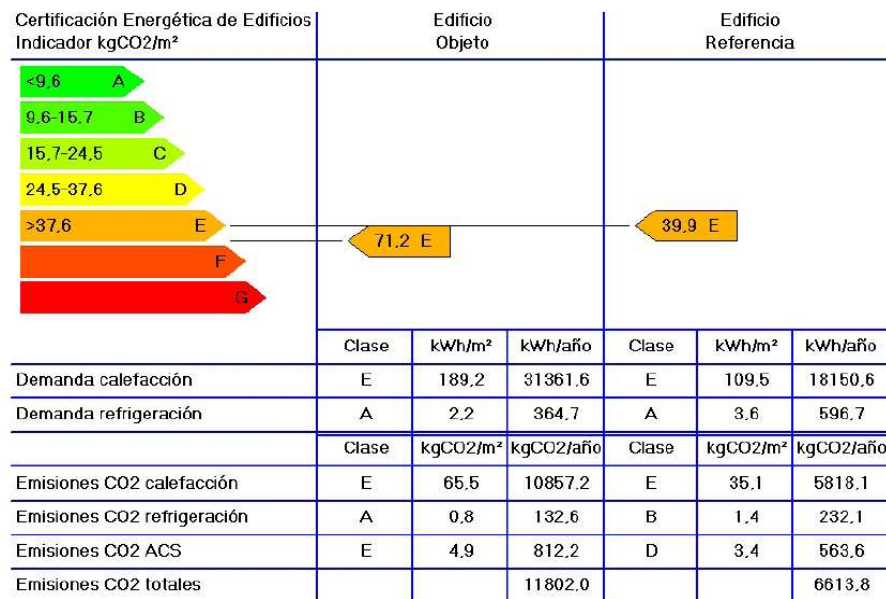


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	200,8	33276,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	220,0	36463,5	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	58,4	9680,3	39,9	6613,8

Figura 51: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 5 de la instal·lació 1.

E.1.6. Combinació 6

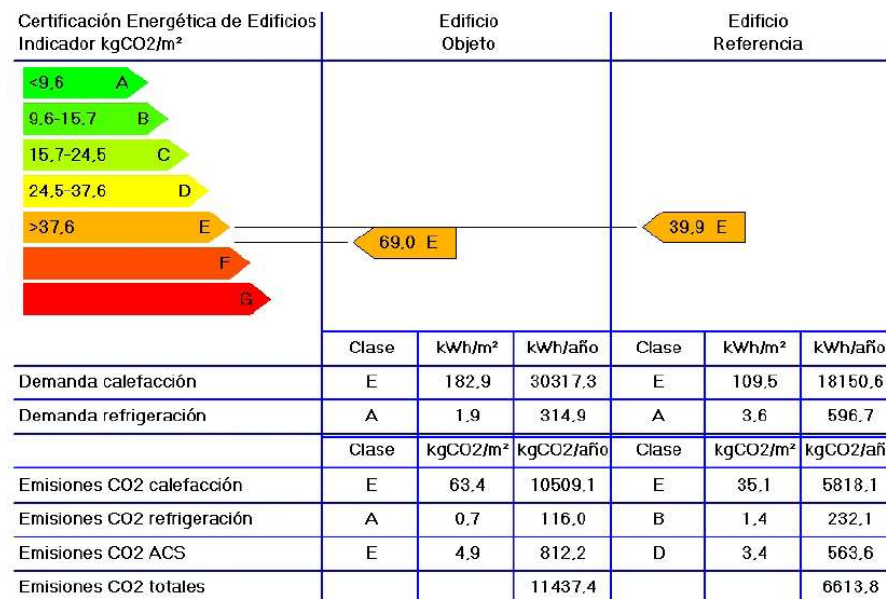


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	246,4	40840,3	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	268,3	44471,4	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	71,2	11802,0	39,9	6613,8

Figura 52: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 6 de la instal·lació 1.

E.1.7. Combinació 7

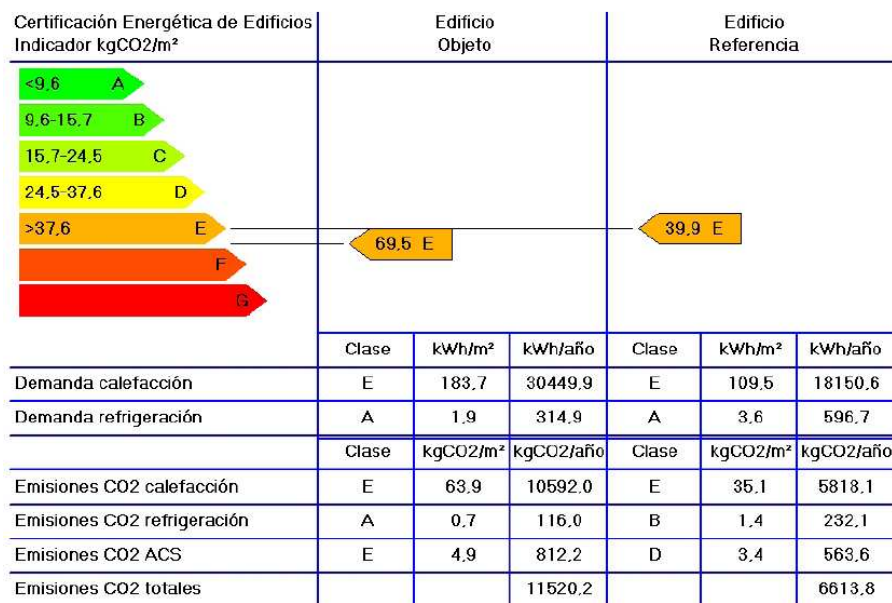


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	239,1	39629,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	260,1	43120,9	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	69,0	11437,4	39,9	6613,8

Figura 53: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 7 de la instal·lació 1.

E.1.8. Combinació 8

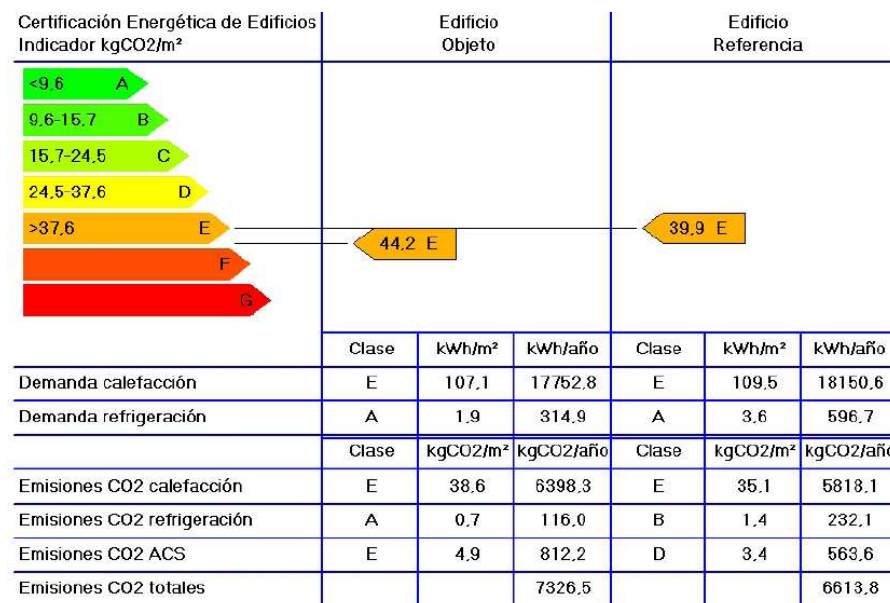


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	240,7	39900,3	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	261,8	43401,4	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	69,5	11520,2	39,9	6613,8

Figura 54: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 8 de la instal·lació 1.

E.1.9. Combinació 9

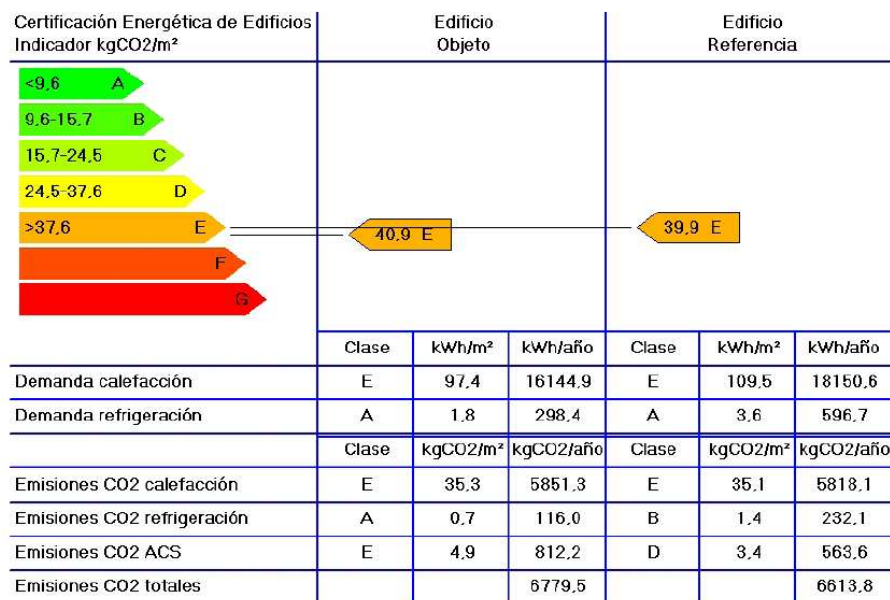


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	152,5	25280,6	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	166,5	27597,8	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	44,2	7326,5	39,9	6613,8

Figura 55: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 1.

E.1.10. Combinació 10



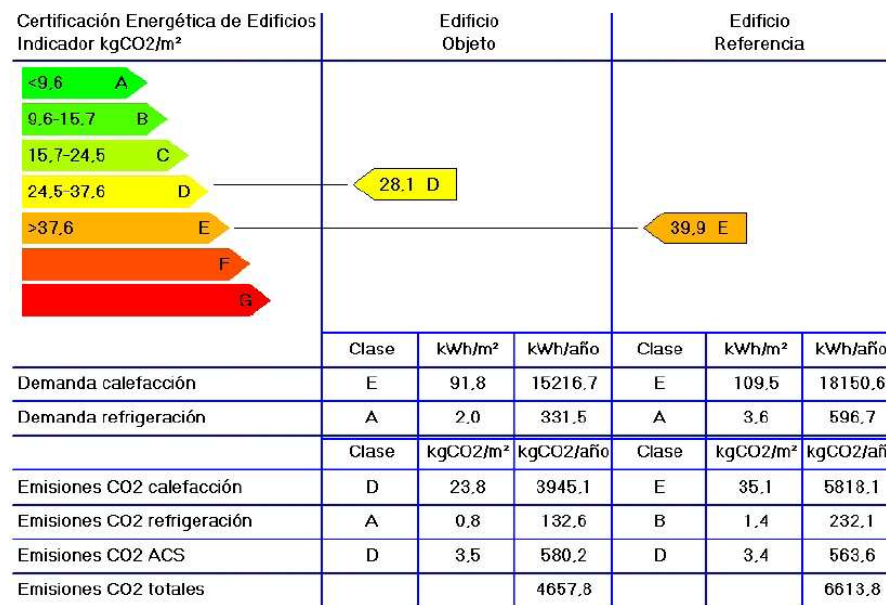
Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	141,2	23407,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	154,2	25567,2	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	40,9	6779,5	39,9	6613,8

Figura 56: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 1.

E.2 Instal·lació 2

E.2.1. Combinació 1

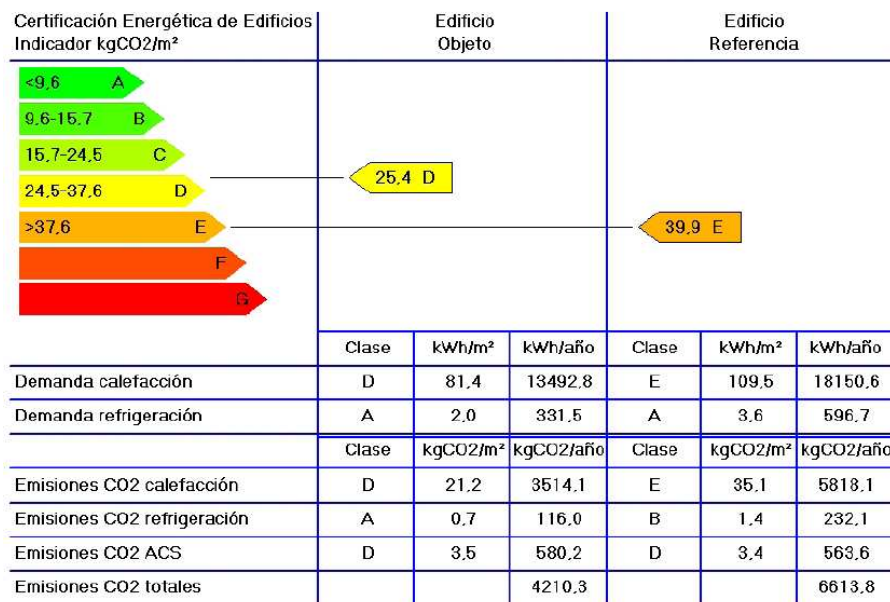


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	134,6	22317,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	138,0	22870,3	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	28,1	4657,8	39,9	6613,8

Figura 57: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 2.

E.2.2. Combinació 2

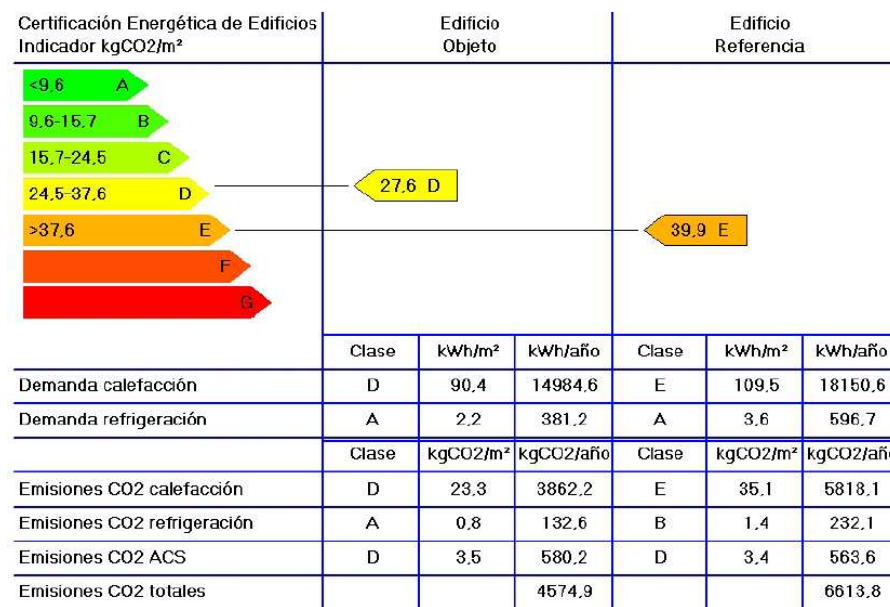


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	122,1	20239,0	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	125,3	20764,9	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	25,4	4210,3	39,9	6613,8

Figura 58: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 2.

E.2.3. Combinació 3

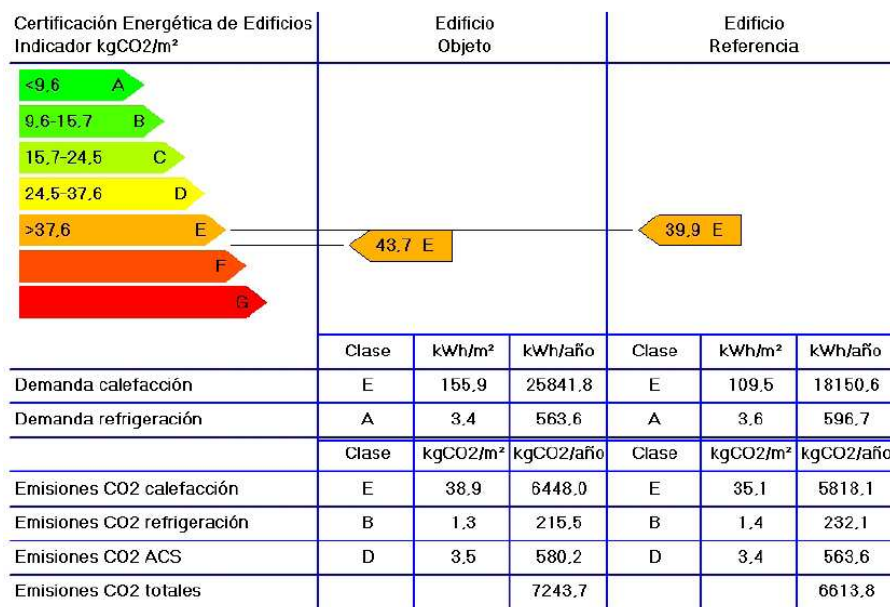


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	132,6	21986,9	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	136,2	22573,3	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	27,6	4574,9	39,9	6613,8

Figura 59: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 2.

E.2.4. Combinació 4

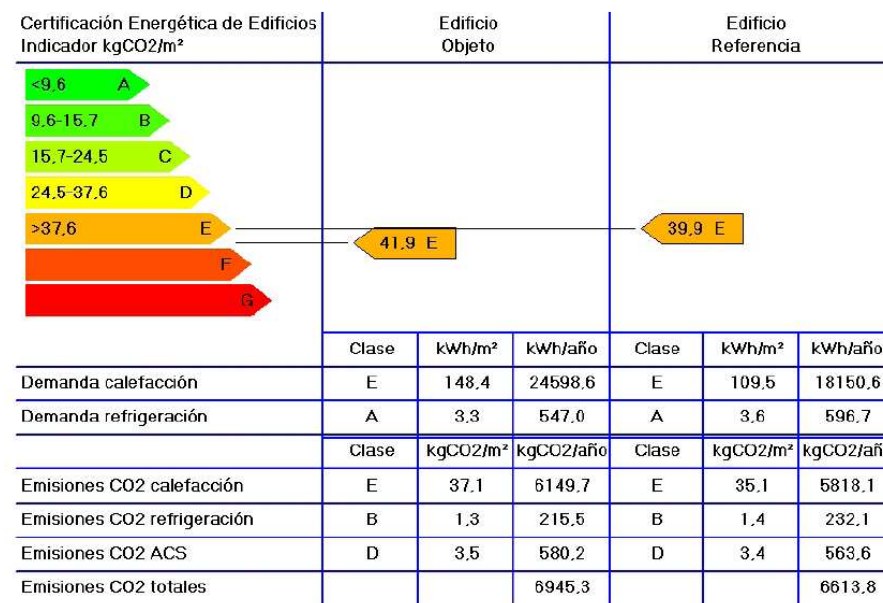


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	209,5	34720,8	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	214,9	35628,4	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	43,7	7243,7	39,9	6613,8

Figura 60: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 4 de la instal·lació 2.

E.2.5. Combinació 5

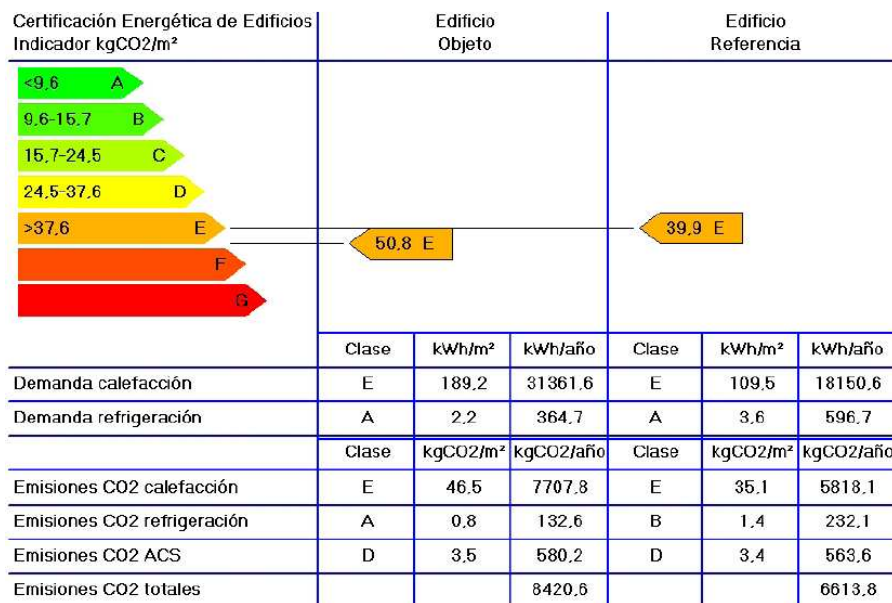


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	200,8	33276,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	206,1	34156,7	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	41,9	6945,3	39,9	6613,8

Figura 61: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 5 de la instal·lació 2.

E.2.6. Combinació 6

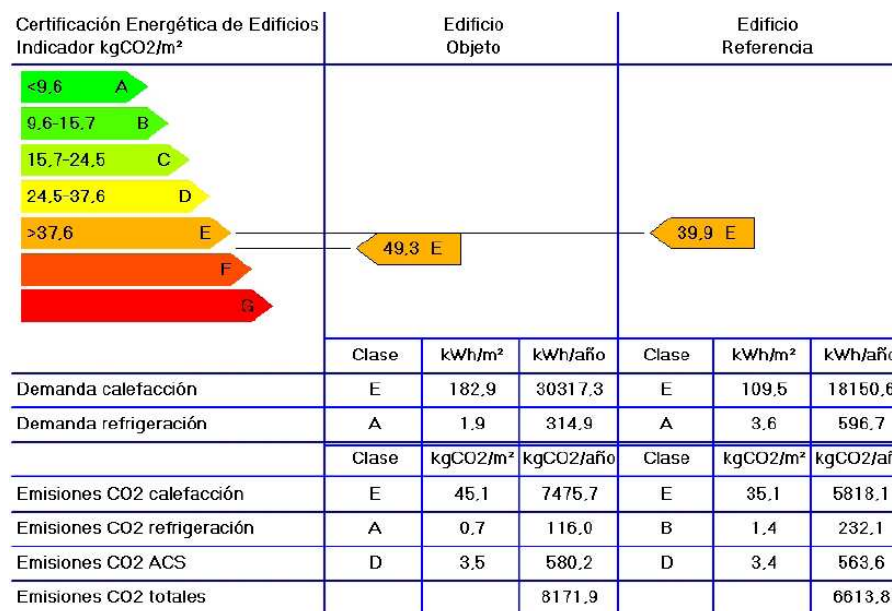


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	246,4	40840,3	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	251,1	41627,5	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	50,8	8420,6	39,9	6613,8

Figura 62: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 6 de la instal·lació 2.

E.2.7. Combinació 7

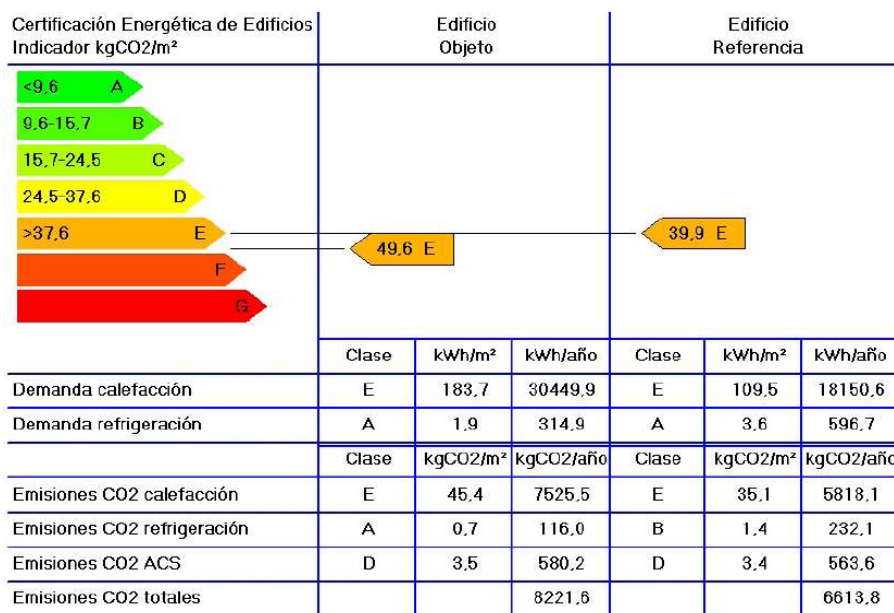


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	239,1	39629,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	243,5	40359,8	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	49,3	8171,9	39,9	6613,8

Figura 63: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 7 de la instal·lació 2.

E.2.8. Combinació 8

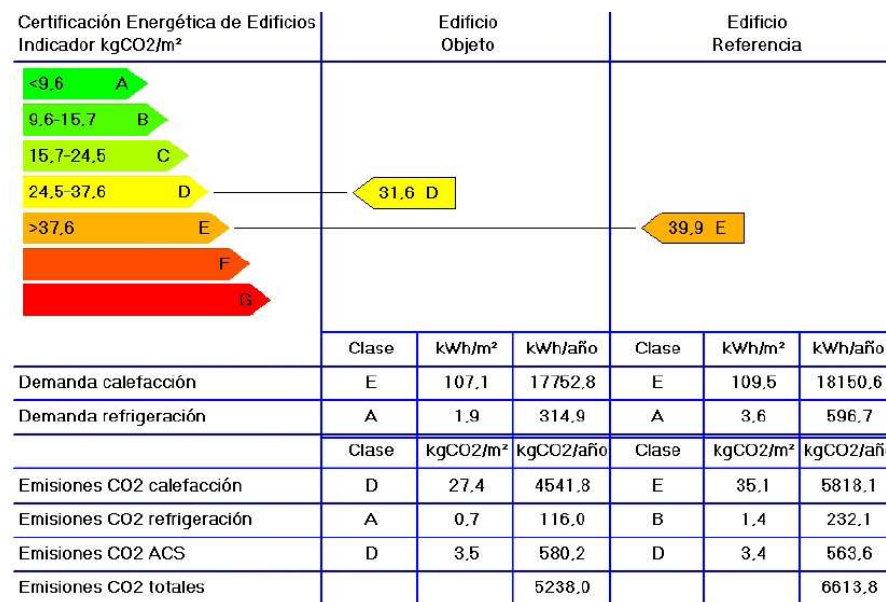


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	240,7	39900,3	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	245,1	40620,8	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	49,6	8221,6	39,9	6613,8

Figura 64: Resum dels resultats del CAENER VYP per la combinació 8 de la instal·lació 2.

E.2.9. Combinació 9

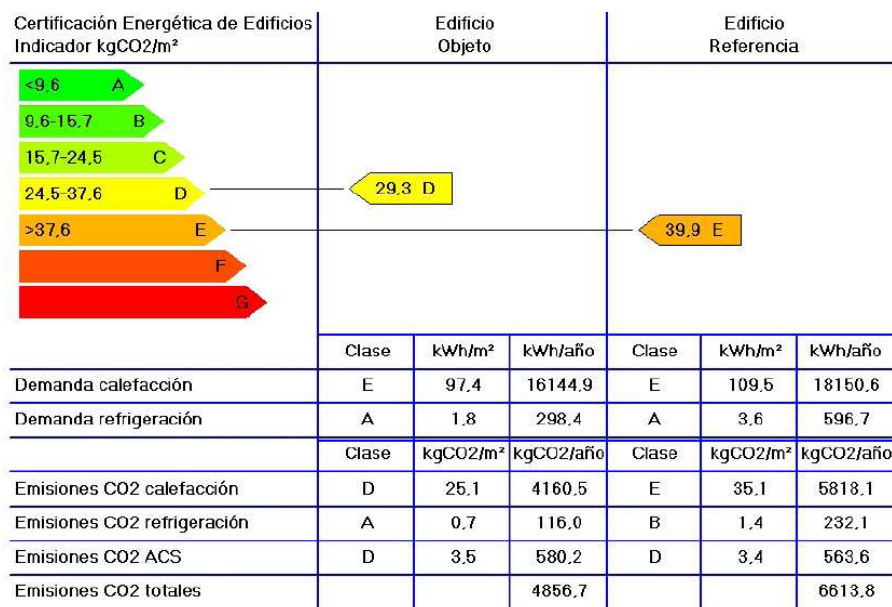


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	152,5	25280,6	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	155,9	25840,6	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	31,6	5238,0	39,9	6613,8

Figura 65: Resum dels resultats del CAENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 2.

E.2.10. Combinació 10



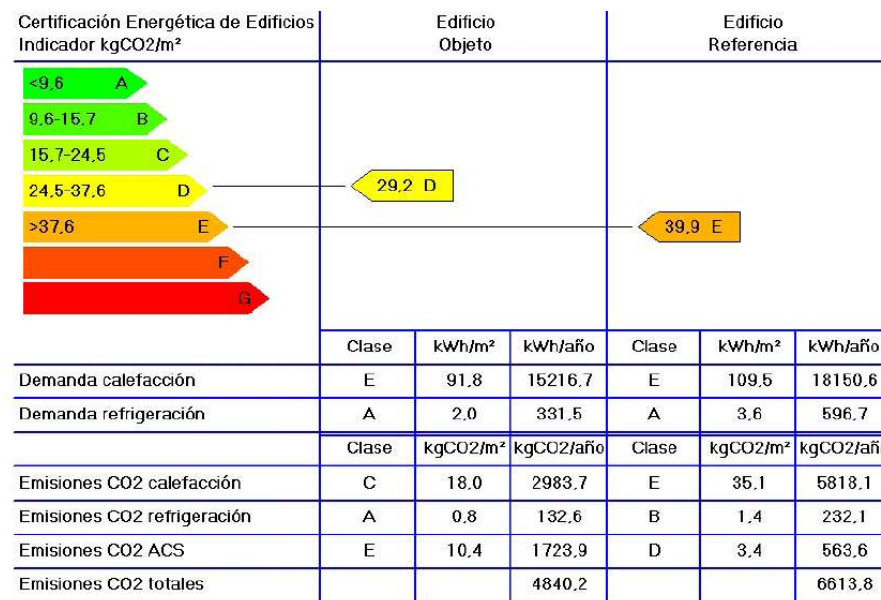
Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	141,2	23407,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	144,4	23940,9	178,5	29585,6
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	29,3	4856,7	39,9	6613,8

Figura 66: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 2.

E.3 Instal·lació 3

E.3.1. Combinació 1

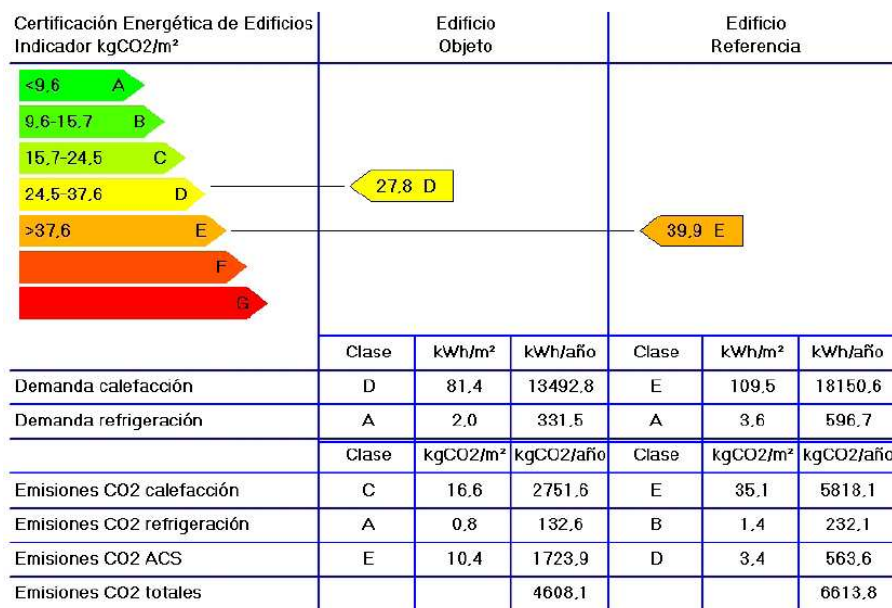


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	45,2	7484,9	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	117,5	19483,1	178,5	29585,6
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	29,2	4840,2	39,9	6613,8

Figura 67: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 3.

E.3.2. Combinació 2

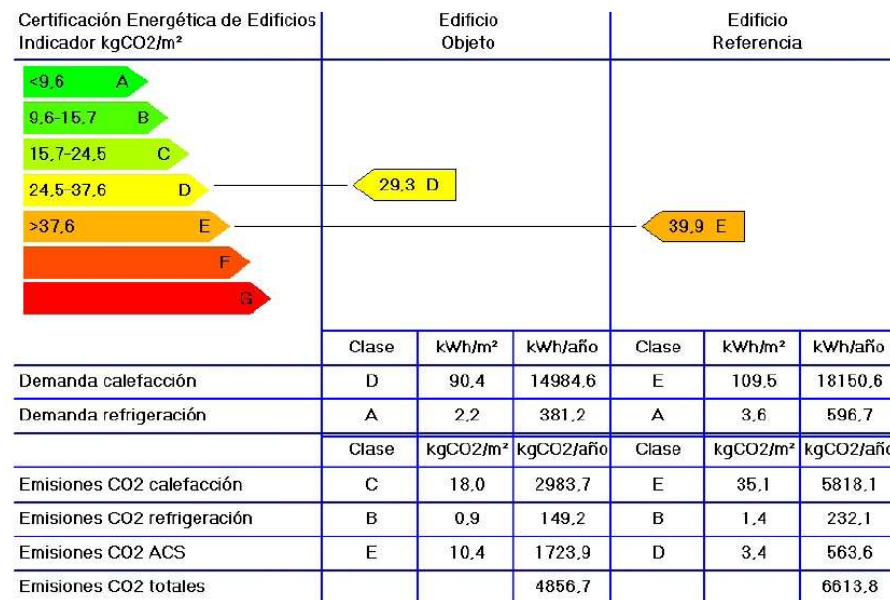


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	43,0	7119,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	111,8	18532,5	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	27,8	4608,1	39,9	6613,8

Figura 68: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 3.

E.3.3. Combinació 3

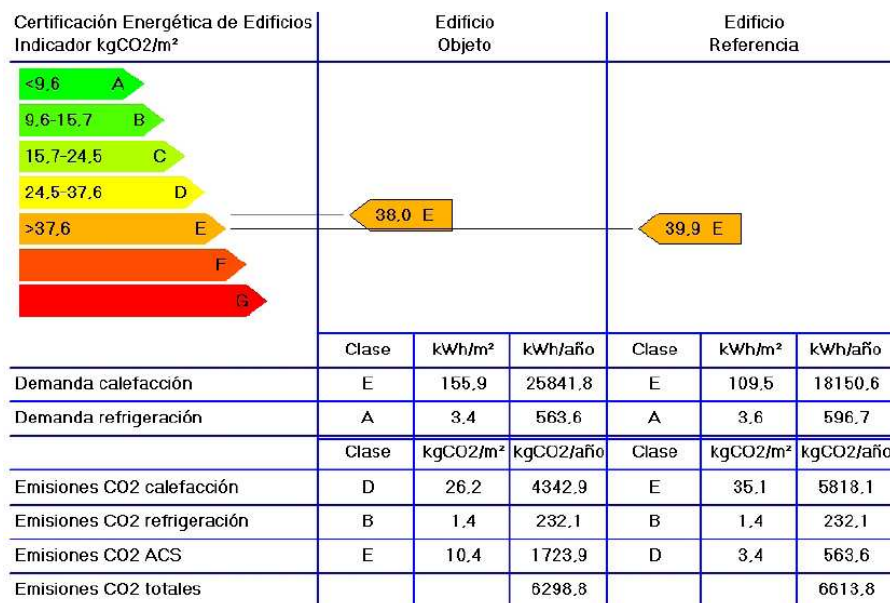


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	45,3	7502,0	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	117,8	19527,7	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	29,3	4856,7	39,9	6613,8

Figura 69: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 3.

E.3.4. Combinació 4

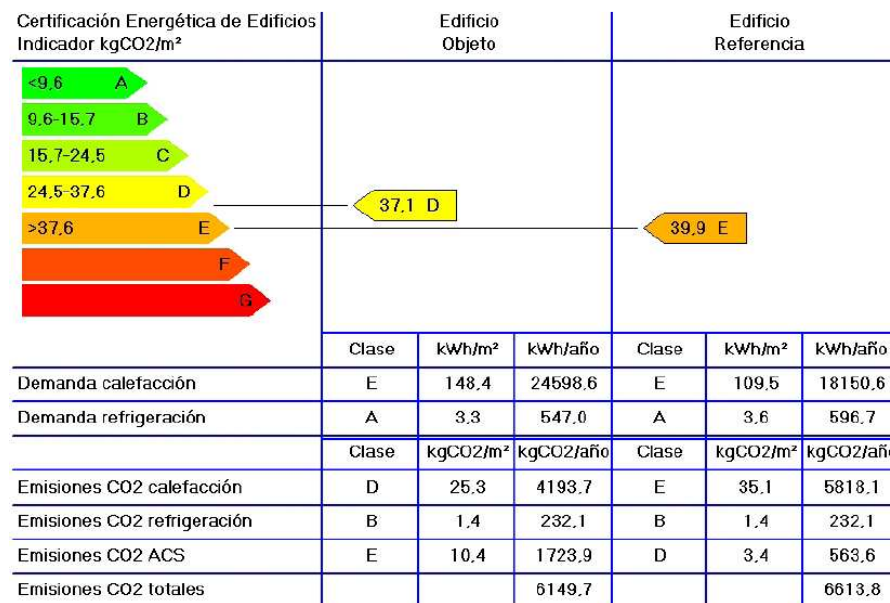


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	58,6	9720,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	152,6	25301,7	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	38,0	6298,8	39,9	6613,8

Figura 70: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 4 de la instal·lació 3.

E.3.5. Combinació 5

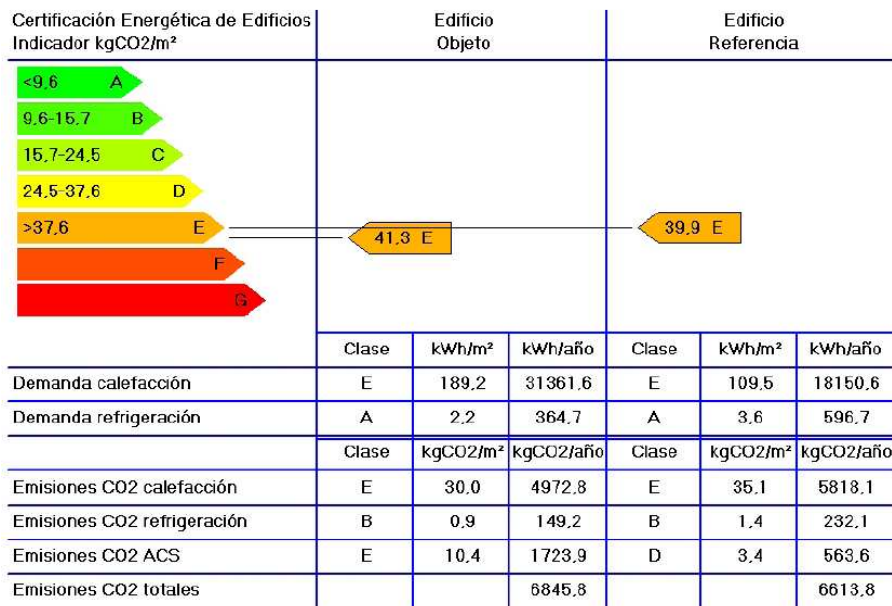


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	57,2	9479,6	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	148,9	24675,5	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	37,1	6149,7	39,9	6613,8

Figura 71: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 5 de la instal·lació 3.

E.3.6. Combinació 6

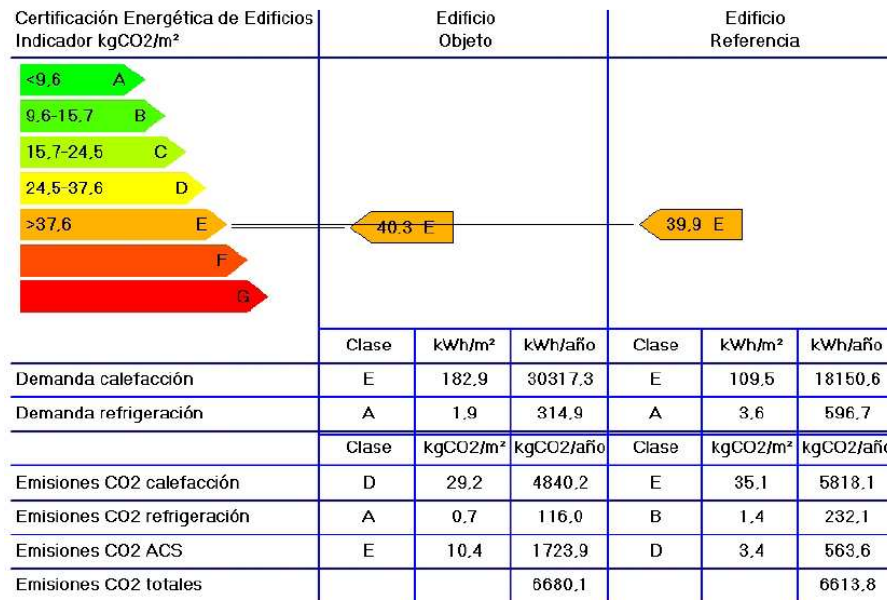


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	63,7	10551,2	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	165,7	27464,7	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	41,3	6845,8	39,9	6613,8

Figura 72: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 6 de la instal·lació 3.

E.3.7. Combinació 7

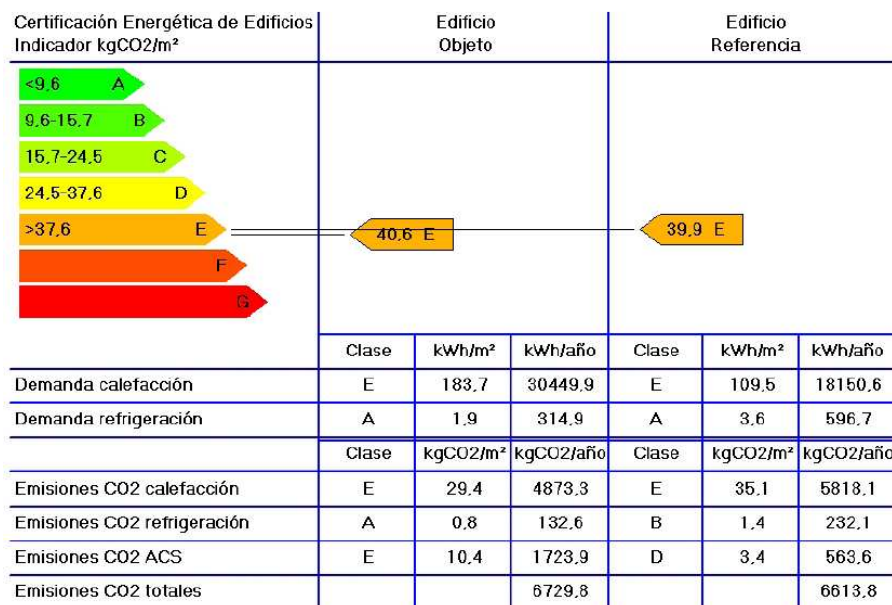


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	62,2	10310,0	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	161,9	26837,0	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	40,3	6680,1	39,9	6613,8

Figura 73: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 7 de la instal·lació 3.

E.3.8. Combinació 8

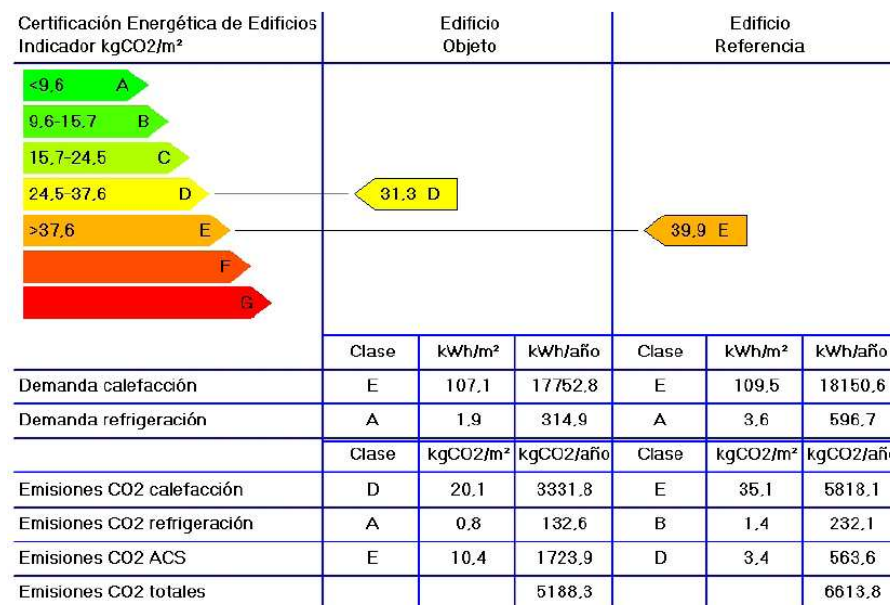


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	62,5	10360,3	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	162,7	26967,7	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	40,6	6729,8	39,9	6613,8

Figura 74: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 8 de la instal·lació 3.

E.3.9. Combinació 9

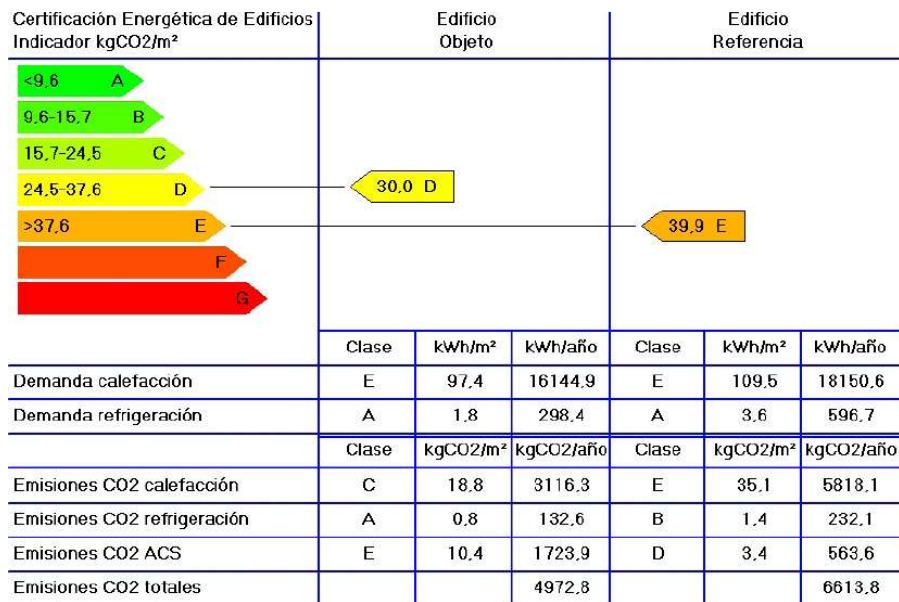


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	48,2	7988,3	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	125,4	20793,6	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	31,3	5188,3	39,9	6613,8

Figura 75: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 3.

E.3.10. Combinació 10



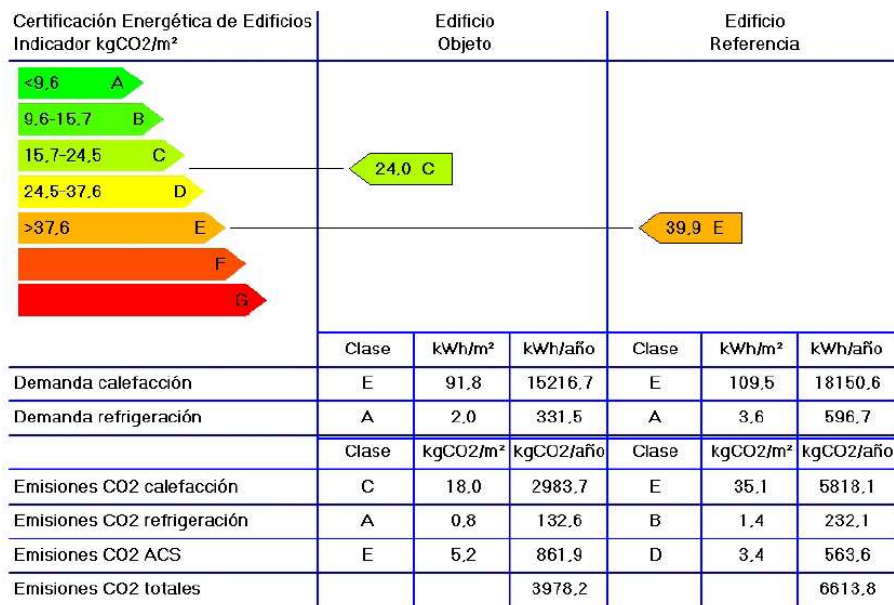
Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	46,2	7655,6	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	120,2	19927,5	178,5	29585,6
Emissiones CO ₂ (kgCO ₂)	30,0	4972,8	39,9	6613,8

Figura 76: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 3.

E.4 Instal·lació 4

E.4.1. Combinació 1

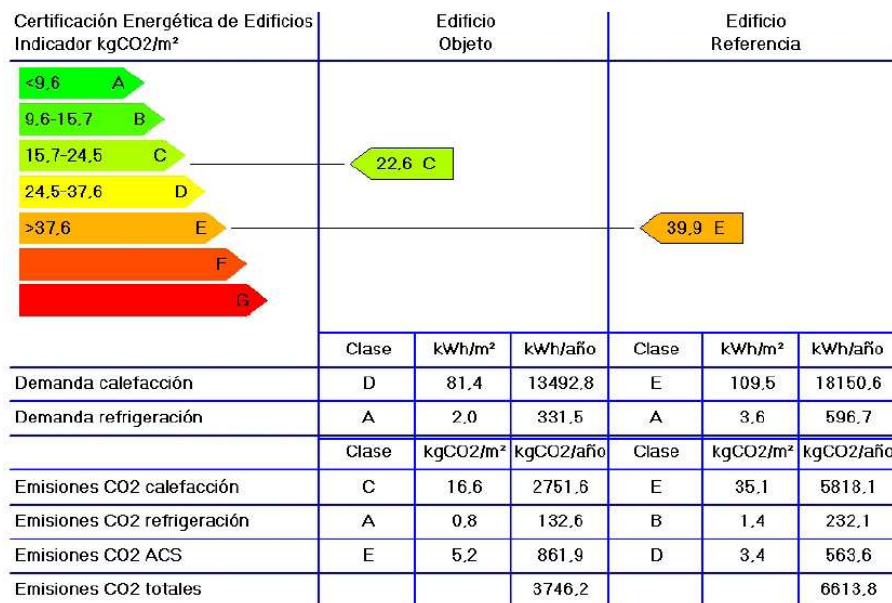


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	37,1	6152,7	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	96,6	16015,6	178,5	29585,6
Emissiones CO ₂ (kgCO ₂)	24,0	3978,2	39,9	6613,8

Figura 77: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 4.

E.4.2. Combinació 2

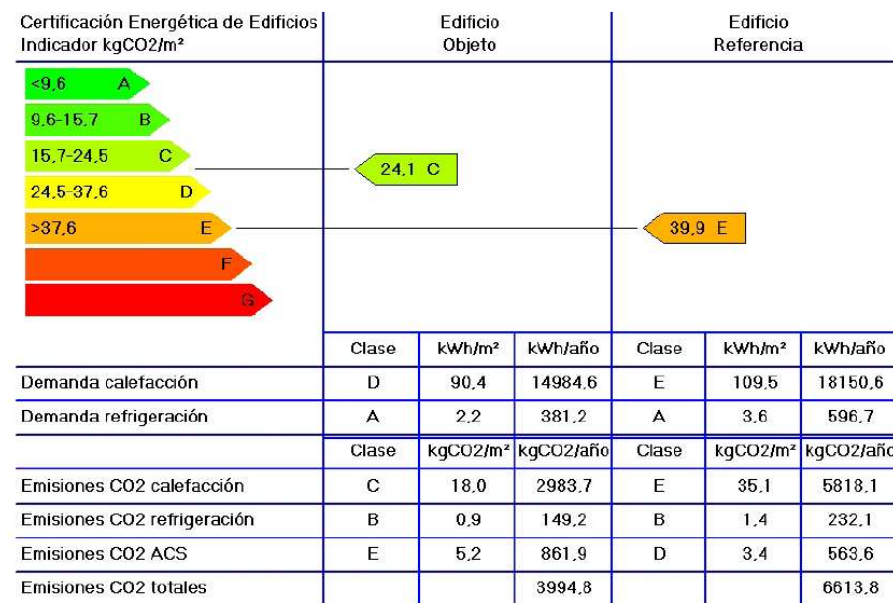


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	34,9	5787,6	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	90,9	15065,0	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	22,6	3746,2	39,9	6613,8

Figura 78: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 4.

E.4.3. Combinació 3



Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	37,2	6169,9	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	96,9	16060,2	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	24,1	3994,8	39,9	6613,8

Figura 79: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 4.

E.4.4. Combinació 4

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto		Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m ² kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
<9,6 A					
9,6-15,7 B					
15,7-24,5 C					
24,5-37,6 D	32,8 D		39,9 E		
>37,6 E					

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	50,6	8388,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	131,7	21834,2	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	32,8	5436,9	39,9	6613,8

Figura 80: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 4 de la instal·lació 4.

E.4.5. Combinació 5

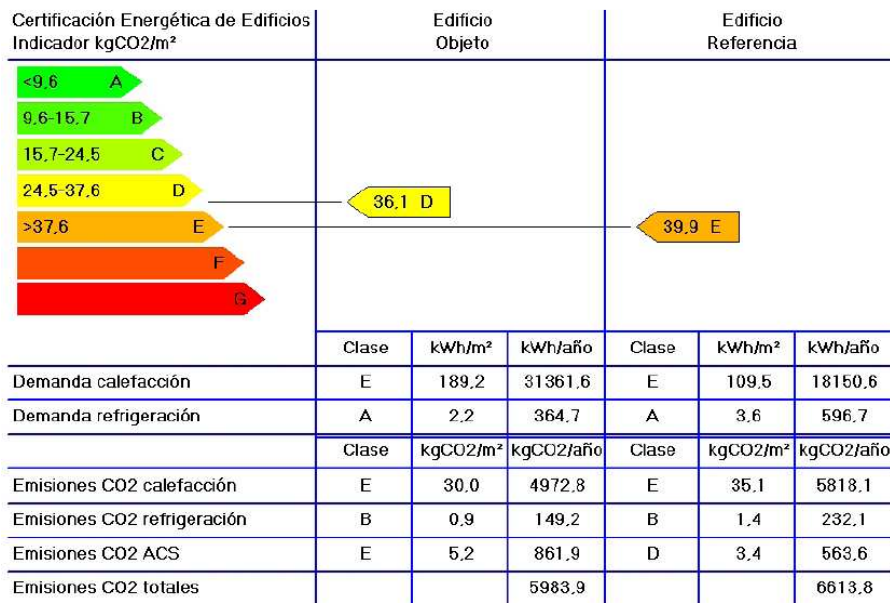
Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto		Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m ² kWh/año	Clase	kWh/m ²	kWh/año
<9,6 A					
9,6-15,7 B					
15,7-24,5 C					
24,5-37,6 D	31,9 D		39,9 E		
>37,6 E					

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	49,2	8147,5	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	127,9	21208,0	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	31,9	5287,7	39,9	6613,8

Figura 81: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 5 de la instal·lació 4.

E.4.6. Combinació 6

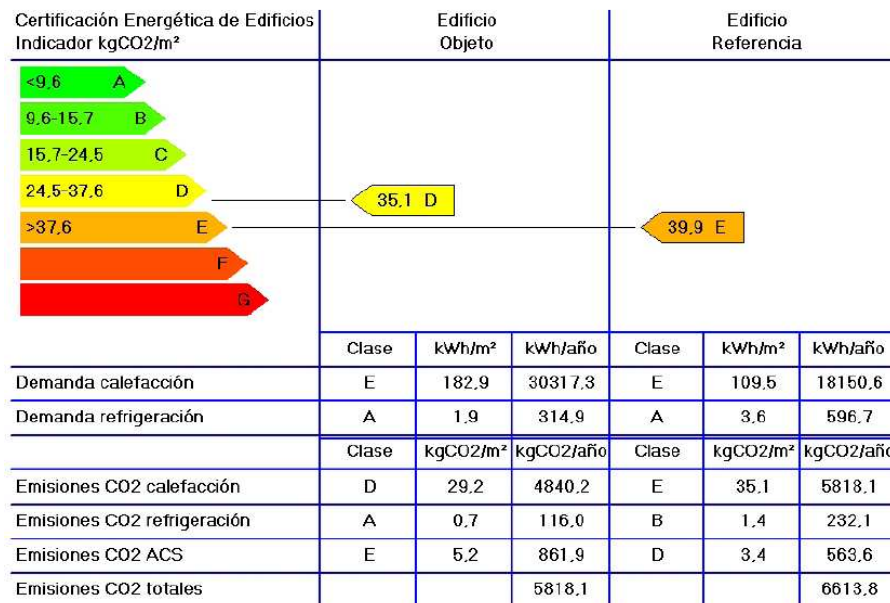


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	55,6	9219,1	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	144,8	23997,2	178,5	29585,6
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	36,1	5983,9	39,9	6613,8

Figura 82: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 6 de la instal·lació 4.

E.4.7. Combinació 7

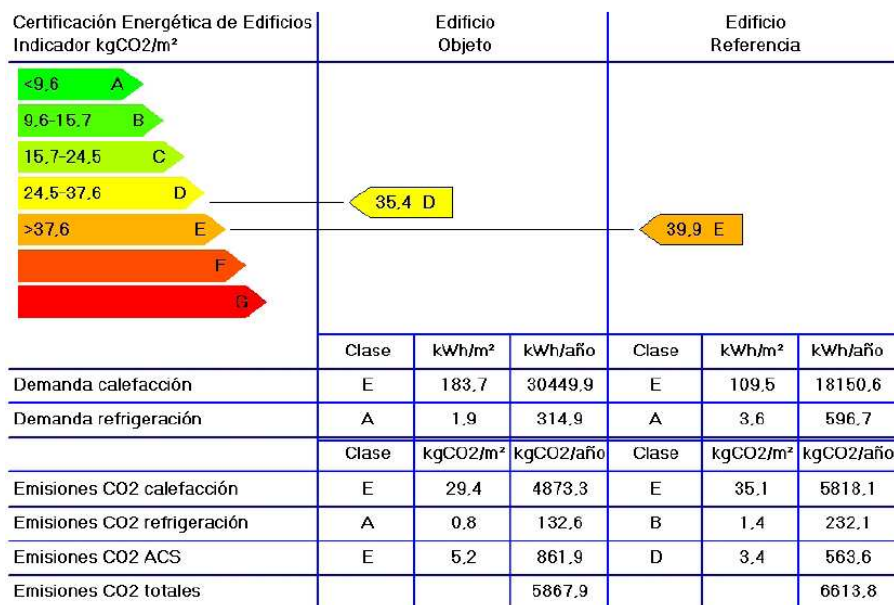


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	54,2	8977,9	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	141,0	23369,5	178,5	29585,6
Emisiones CO ₂ (kgCO ₂)	35,1	5818,1	39,9	6613,8

Figura 83: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 7 de la instal·lació 4.

E.4.8. Combinació 8

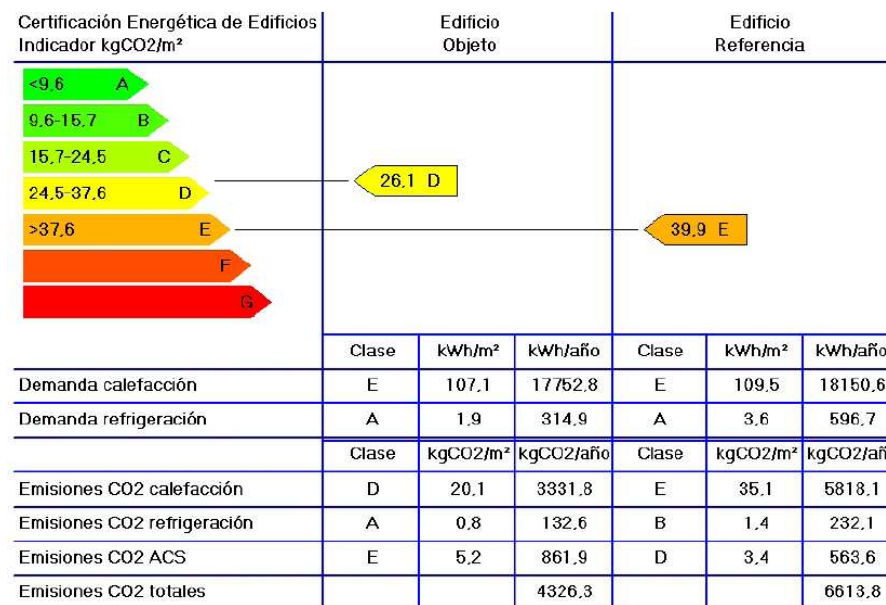


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	54,5	9028,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	141,8	23500,3	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	35,4	5867,9	39,9	6613,8

Figura 84: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 8 de la instal·lació 4.

E.4.9. Combinació 9

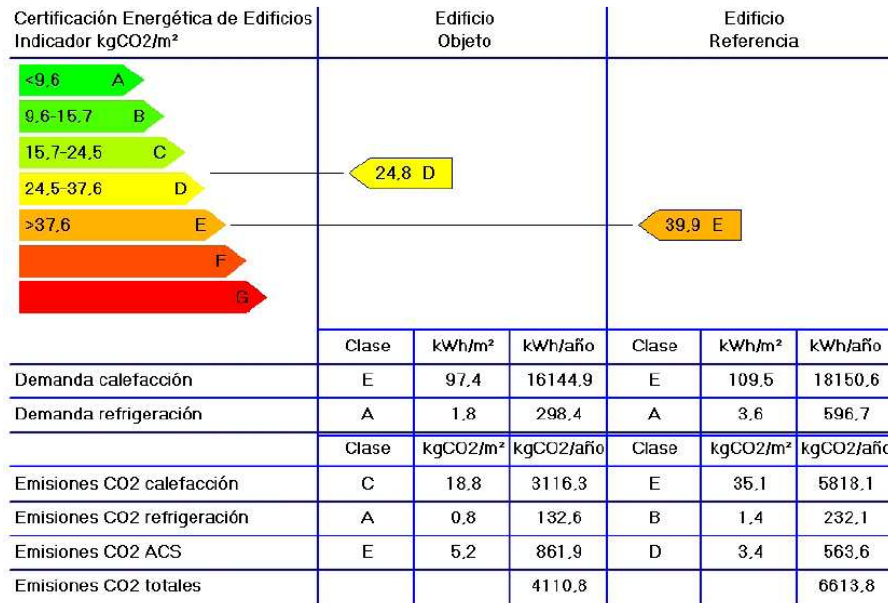


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	40,2	6656,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	104,5	17326,1	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	26,1	4326,3	39,9	6613,8

Figura 85: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 4.

E.4.10. Combinació 10



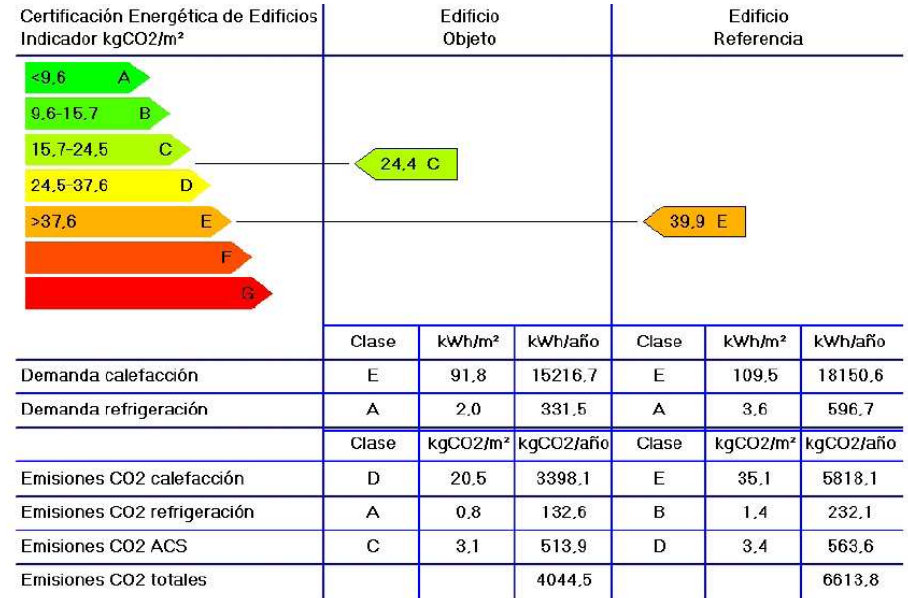
Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	38,1	6323,5	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	99,3	16460,1	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	24,8	4110,8	39,9	6613,8

Figura 86: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 4.

E.5 Instal·lació 5

E.5.1. Combinació 1

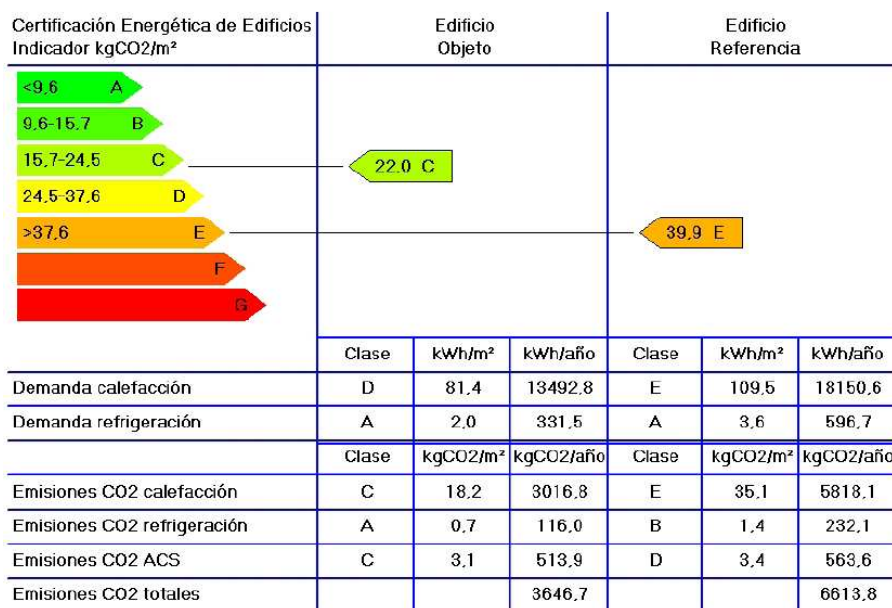


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	116,7	19341,7	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	119,8	19862,2	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	24,4	4044,5	39,9	6613,8

Figura 87: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 5.

E.5.2. Combinació 2

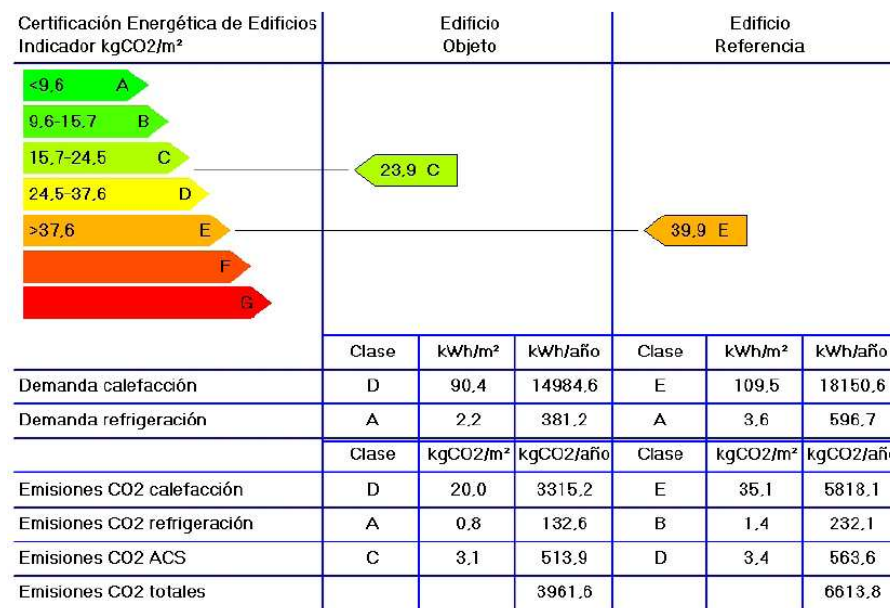


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	105,7	17515,8	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	108,7	18011,7	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	22,0	3646,7	39,9	6613,8

Figura 88: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 5.

E.5.3. Combinació 3

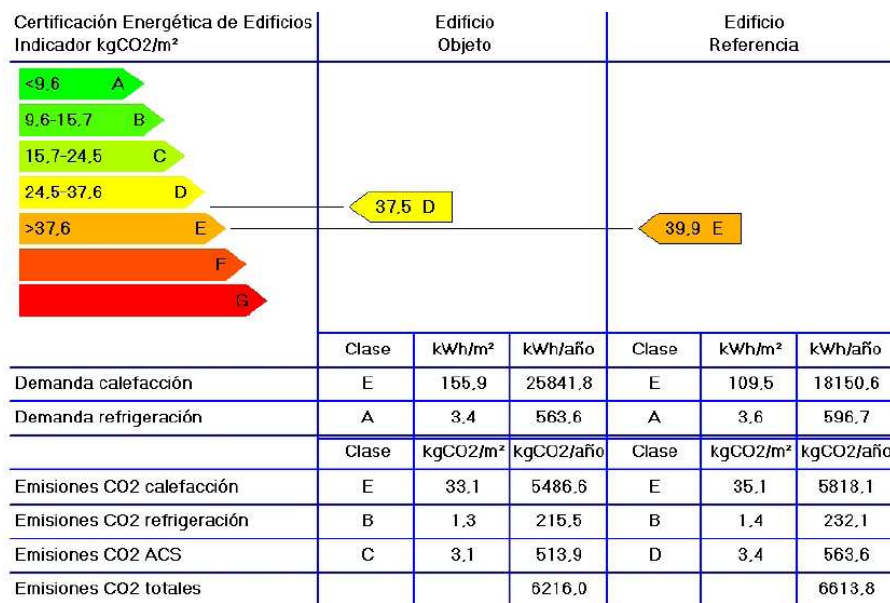


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energia final (kWh)	114,5	18986,2	164,6	27279,0
Consumo energia primaria (kWh)	117,9	19539,6	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	23,9	3961,6	39,9	6613,8

Figura 89: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 5.

E.5.4. Combinació 4

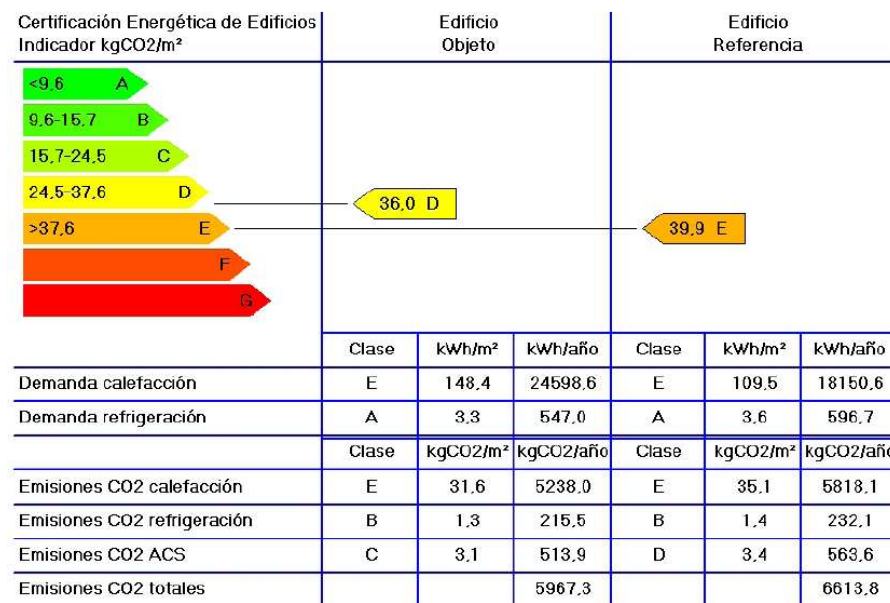


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	179,5	29760,5	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	184,7	30613,5	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	37,5	6216,0	39,9	6613,8

Figura 90: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 4 de la instal·lació 5.

E.5.5. Combinació 5

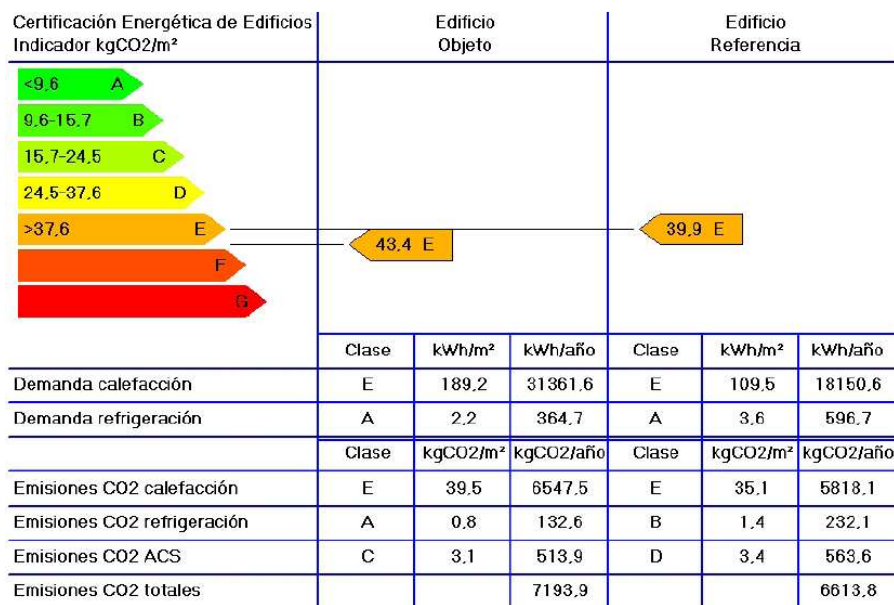


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	172,1	28526,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	177,1	29354,5	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	36,0	5967,3	39,9	6613,8

Figura 91: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 5 de la instal·lació 5.

E.5.6. Combinació 6

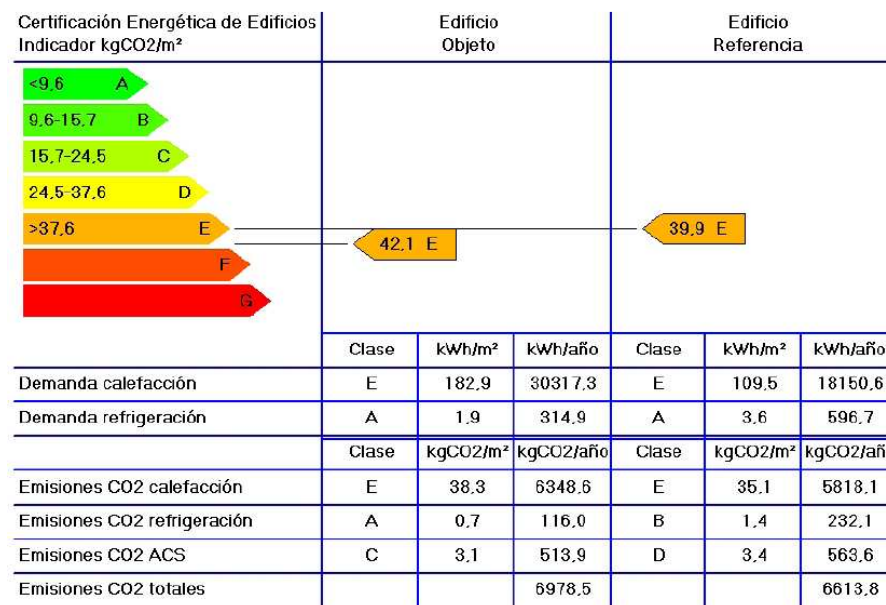


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	210,2	34850,0	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	214,6	35571,2	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	43,4	7193,9	39,9	6613,8

Figura 92: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 6 de la instal·lació 5.

E.5.7. Combinació 7

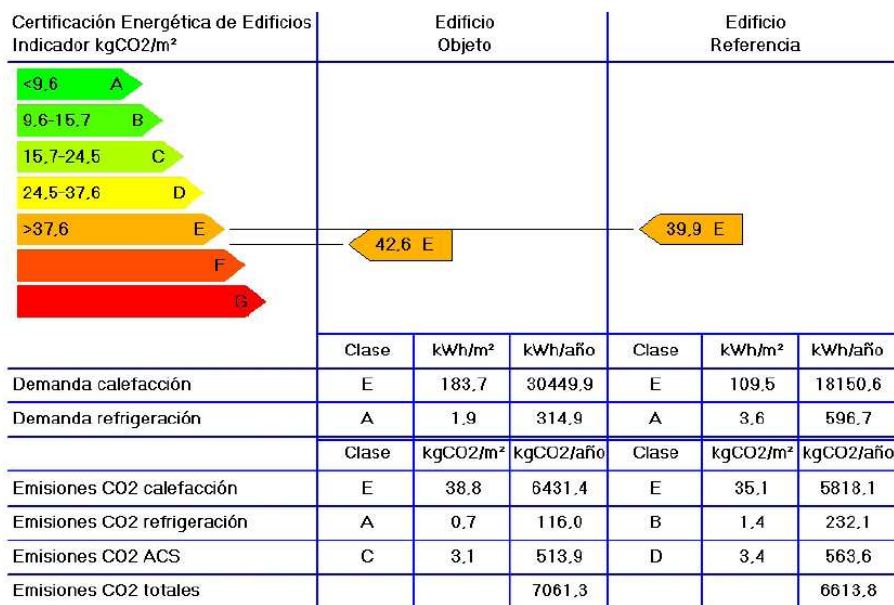


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	204,1	33830,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	208,1	34497,0	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	42,1	6978,4	39,9	6613,8

Figura 93: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 7 de la instal·lació 5.

E.5.8. Combinació 8

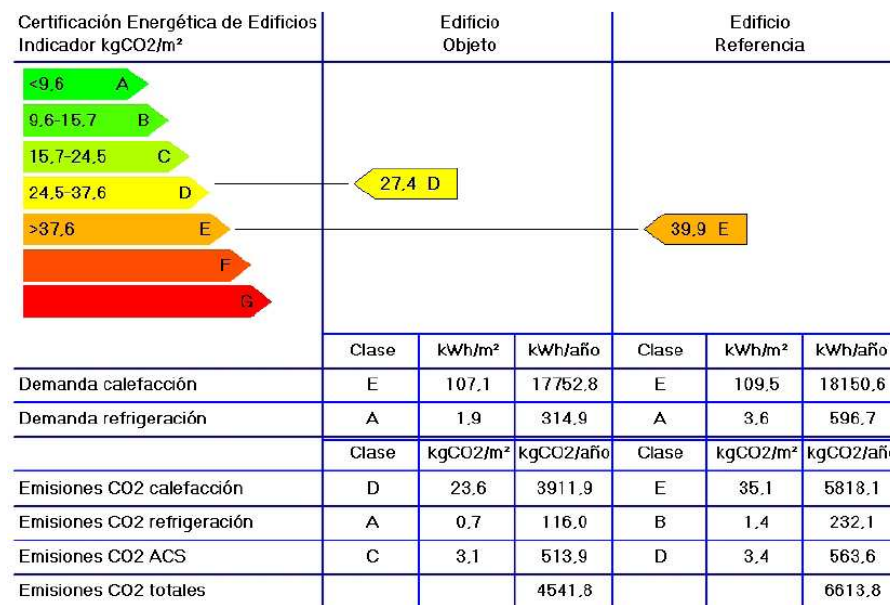


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	206,4	34208,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	210,3	34866,1	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	42,6	7061,3	39,9	6613,8

Figura 94: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 8 de la instal·lació 5.

E.5.9. Combinació 9

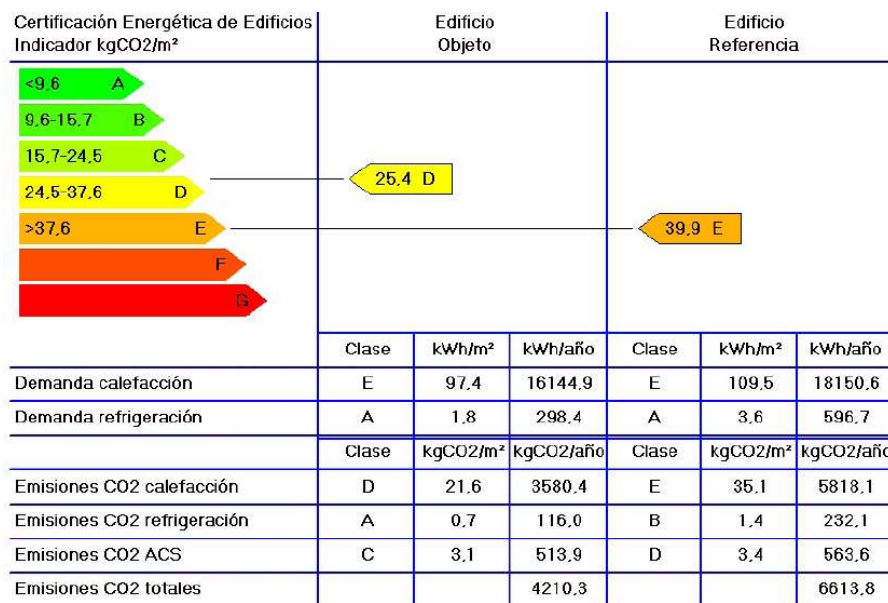


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	132,2	21905,6	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	135,3	22428,5	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	27,4	4541,8	39,9	6613,8

Figura 95: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 5.

E.5.10. Combinació 10



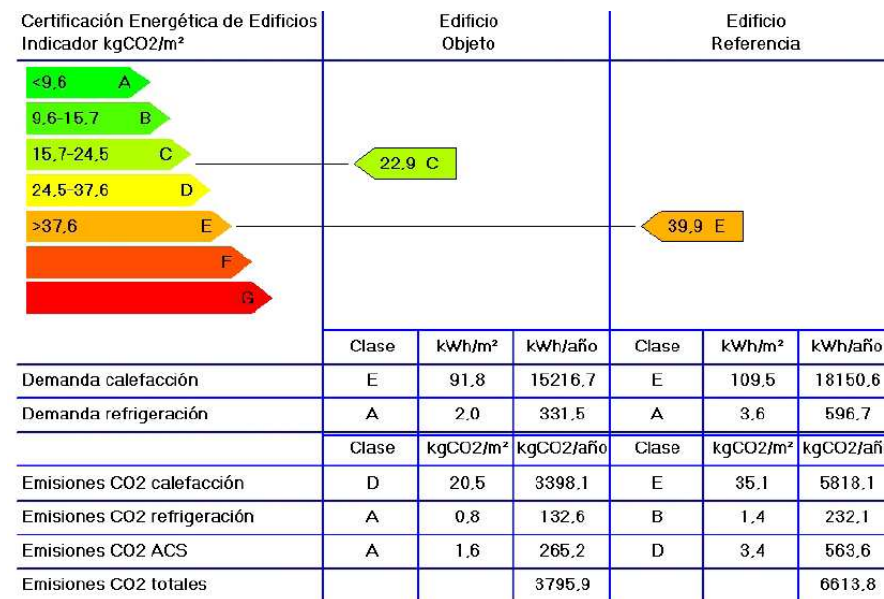
Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	122,3	20276,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	125,3	20775,5	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	25,4	4210,3	39,9	6613,8

Figura 96: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 5.

E.6 Instal·lació 6

E.6.1. Combinació 1

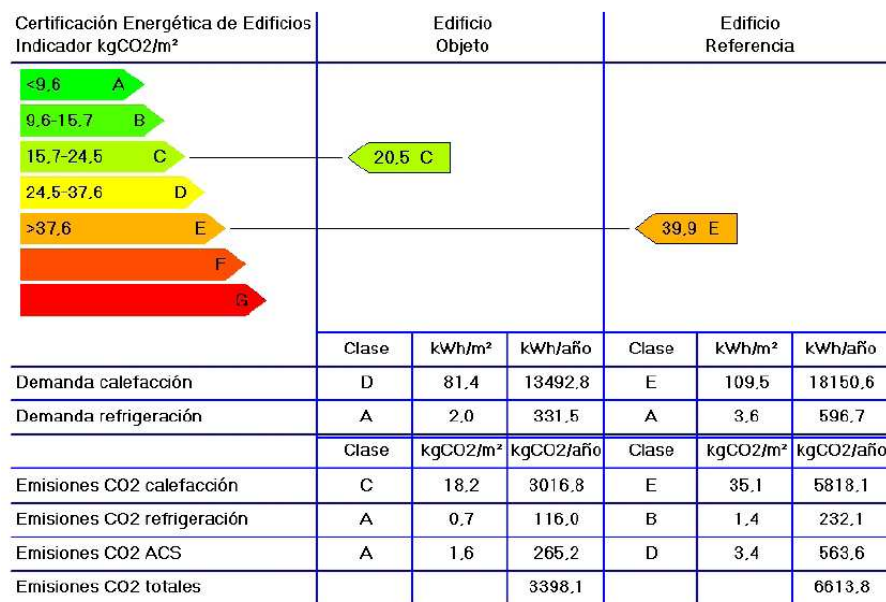


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	109,1	18079,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	112,1	18586,3	178,5	29585,6
Emissiones CO2 (kgCO2)	22,9	3795,9	39,9	6613,8

Figura 97: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 1 de la instal·lació 6.

E.6.2. Combinació 2

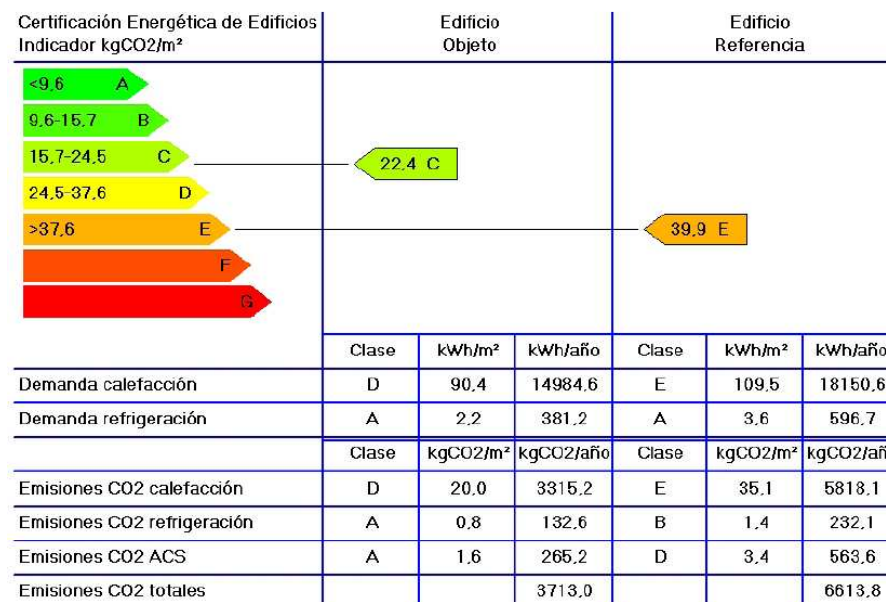


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	98,1	16253,8	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	101,0	16735,9	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	20,5	3398,1	39,9	6613,8

Figura 98: Resum dels resultats del CAENER VYP per la combinació 2 de la instal·lació 6.

E.6.3. Combinació 3

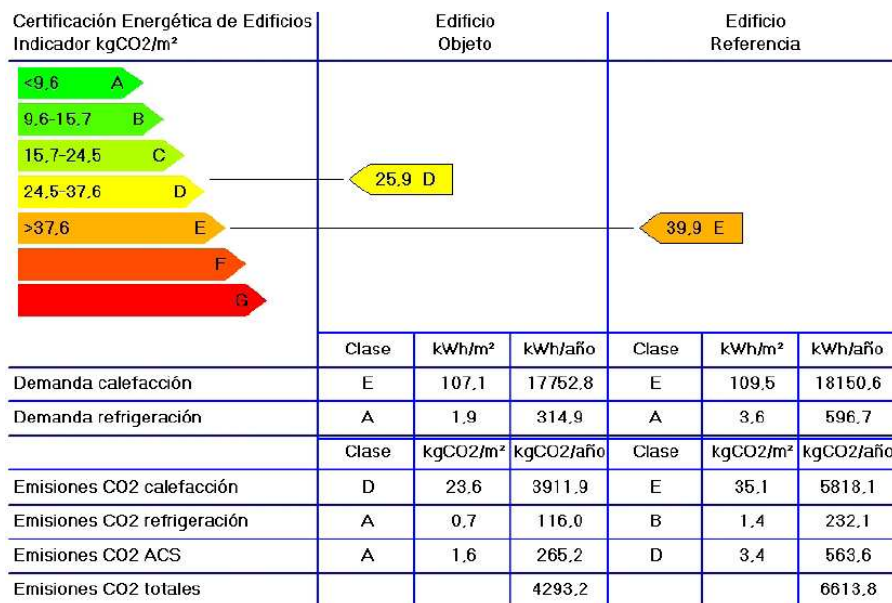


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	106,9	17724,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	110,2	18263,7	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	22,4	3713,0	39,9	6613,8

Figura 99: Resum dels resultats del CAENER VYP per la combinació 3 de la instal·lació 6.

E.6.4. Combinació 9

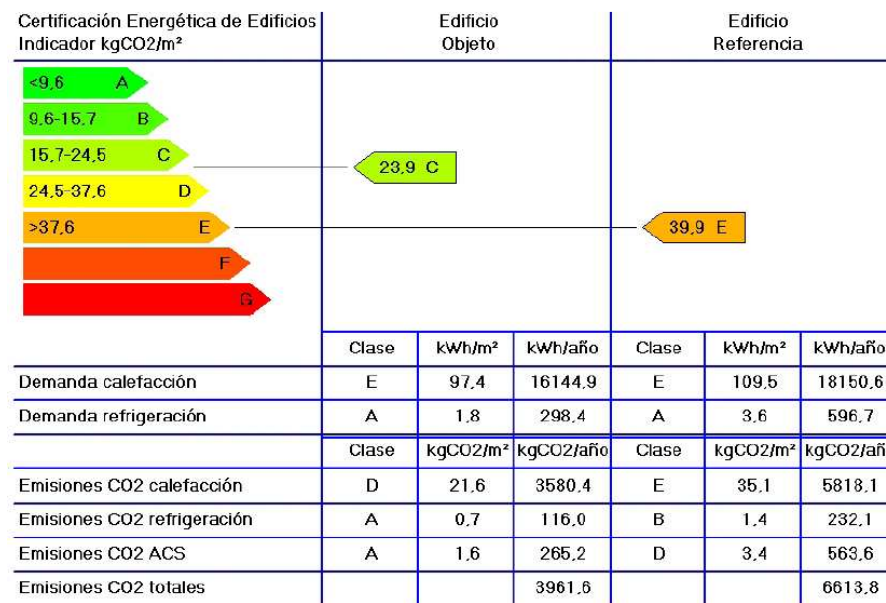


Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	124,5	20643,7	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	127,6	21152,7	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	25,9	4293,2	39,9	6613,8

Figura 100: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 9 de la instal·lació 6.

E.6.5. Combinació 10



Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	114,7	19014,2	164,6	27279,0
Consumo energía primaria (kWh)	117,6	19499,6	178,5	29585,6
Emisiones CO2 (kgCO2)	23,9	3961,6	39,9	6613,8

Figura 101: Resum dels resultats del CALENER VYP per la combinació 10 de la instal·lació 6.

F. Pressupost

		<i>Unitat</i>	<i>Amidament</i>	<i>Preu Unitari (€)</i>	<i>Preu Total</i>
Capítol 1:	Càlcul del projecte				8560,00
Partida 1.1:	Definició de l'edifici				640,00
	Unitat d'obra 1.1.1:	Enginyer responsable	Hora	4	160,00
	Unitat d'obra 1.1.2:	Enginyer tècnic	Hora	16	480,00
Partida 1.2:	Selecció de les solucions constructives				760,00
	Unitat d'obra 1.2.1:	Enginyer responsable	Hora	4	160,00
	Unitat d'obra 1.2.2:	Enginyer tècnic	Hora	16	480,00
	Unitat d'obra 1.2.3:	Assessorament tècnic	Hora	2	120,00
Partida 1.3:	Selecció de les evolvents d'estudi				260,00
	Unitat d'obra 1.3.1:	Enginyer responsable	Hora	2	80,00
	Unitat d'obra 1.3.2:	Enginyer tècnic	Hora	6	180,00
Partida 1.4:	Generació de l'edifici en 3D i comprovació compliment CTE DB HE1				1360,00
	Unitat d'obra 1.4.1:	Enginyer responsable	Hora	4	160,00
	Unitat d'obra 1.4.2:	Enginyer tècnic	Hora	40	1200,00
Partida 1.5:	Càlcul de càrregues tèrmiques				1420,00
	Unitat d'obra 1.5.1:	Enginyer responsable	Hora	4	160,00
	Unitat d'obra 1.5.2:	Enginyer tècnic	Hora	40	1200,00
	Unitat d'obra 1.5.3:	Assessorament tècnic	Hora	1	60,00
Partida 1.6:	Estimació de les emissions de CO2				2680,00
	Unitat d'obra 1.6.1:	Enginyer responsable	Hora	4	160,00
	Unitat d'obra 1.6.2:	Enginyer tècnic	Hora	80	2400,00
	Unitat d'obra 1.6.3:	Assessorament tècnic	Hora	2	120,00
Partida 1.7:	Presentació de resultats				1440,00
	Unitat d'obra 1.7.1:	Enginyer responsable	Hora	6	240,00
	Unitat d'obra 1.7.2:	Enginyer tècnic	Hora	40	1200,00
Capítol 2:	Amortització de material informàtic				84,00
Capítol 3:	Costos indirectes				1383,04
TOTAL:					10027,04
IVA (21%)					2105,68
Preu Final :					12132,72 €

Projecte: CARACTERITZACIÓ ENERGÈTICA
DEL PARC EDIFICATORI ANTERIOR AL CODI
TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ CTE

Autor: Marc Serra Barchín