

Eficiència energètica d'Edificis:

Biblioteca Mataró

Terrassa, Juny 2010



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

INDEX

1	Objectiu	1
2	Metodologia	1
2.1	Definició de l'edifici	1
2.1.1	Dades generals	1
2.1.2	Geometria	1
2.1.3	Espais	2
2.1.4	Composició de tancaments	3
2.2	Definició d'escenaris.....	4
3	Resultats.....	6
3.1	Escenari base.....	6
3.2	Escenaris v1 – v4	6
3.3	Escenari de compliment	9
3.4	Anàlisi tèrmic dels espais crítics.....	10
4	Conclusions	11
5	Annexes.....	12

1 Objectiu

L'objectiu principal d'aquest estudi és verificar el compliment del DB-HE1 de la remodelació i ampliació de la Biblioteca de Mataró. A més, cal determinar les característiques tèrmiques (U i Factor solar) dels vidres que formen les façanes dels nous annexes i de les passarel·les de connexió entre els tres edificis així com identificar altres paràmetres relatius a la pell de l'edifici que pugin incomplir amb l'actual normativa.

2 Metodologia

La metodologia utilitzada per a portar a terme aquest estudi es pot resumir als següents punts:

1. Recopilació de la informació necessària de l'edifici sobre:
 - a. Materials i composició de tancaments.
 - b. Definició geomètrica: plànols
2. Introducció a LIDER per verificar compliment de DB-HE1
3. Avaluar els resultats obtinguts a LIDER i definir els escenaris de millora
4. Simulació dels diferents escenaris de millora fins a l'obtenció de l'escenari de compliment.
5. Redacció de l'informe on es descriuen els resultats i es llisten les accions, de millora en els tancaments, necessàries per al compliment del DB-HE1.

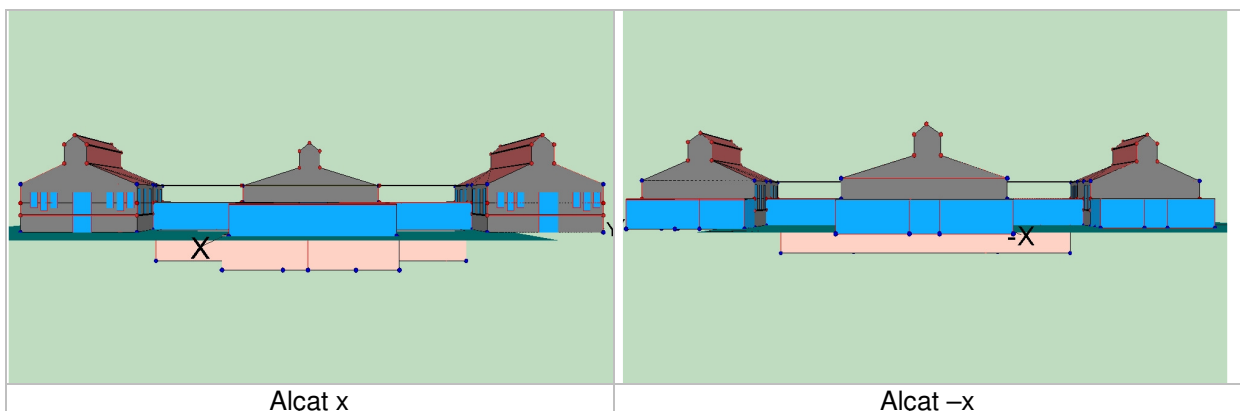
2.1 Definició de l'edifici

2.1.1 Dades generals

- Localitat: Mataró
- Orientació: 230° respecte el nord
- Ombres remotes: No s'han considerat
- Ús: Biblioteca pública
- N° de renovacions/hora segons HS-3 del CTE: S'ha considerat 1 renovació/hora

2.1.2 Geometria

A continuació es poden veure les 4 vistes de l'edifici.



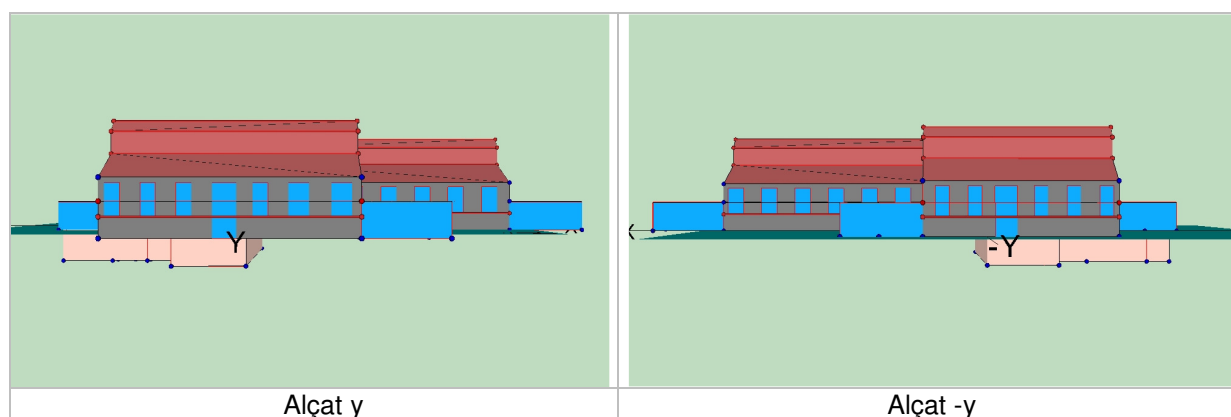


Figura 2-1 Vistes edifici. Elaboració pròpia. Font: LIDER

2.1.2.1 Simplificacions en la introducció geomètrica

Després de realitzar una primera simulació amb una definició de l'edifici molt detallada, es va decidir fer una sèrie de simplificacions, ja que, la simulació de l'edifici detallat durava dues hores i mitja. Això feia del tot inviable l'estudi dels diferents escenaris de millora.

Així doncs, s'han realitzat les següents simplificacions a l'hora d'introduir geomètricament l'edifici a LIDER:

1. Simplificació de finestres: cada grup de 3 o 4 finestres s'ha introduït com a una amb una superfície equivalent a la suma de les finestres individuals que la componen.
2. L'altell de la nau central, s'ha considerat com una planta més. Això no implica una variació important en els resultats ja que les dues plantes són condicionades
3. Sota coberta, s'ha definit com un espai no habitable separat per un forjat aïllat amb els espais adjacents de les naus. No s'ha considerat el volum obert a la coberta que hi ha al mig de cada nau central. Així tampoc s'han considerat les finestres de la coberta del volum central

Es considera que aquestes simplificacions no afecten de forma significativa als resultats obtinguts.

2.1.3 Espais

Segons la informació proporcionada pels responsables del projecte de l'Ajuntament de Mataró, les característiques d'ús, higromètriques i tipus de condicionament, són les següents:

Tabla2-1 Definició dels espais

Espai	Tipus	Ús	Higrometria
(Nom)	(condicionat, no condicionat, no habitables)	(Residencial, baixa càrrega interna, mitja càrrega interna, alta càrrega interna 8/12/16/24 h)	(Classe 3, 4 o 5)
Nau Central	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Nau Infantil	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Nau S. actes	condicionat	Alta, 8 hores	3
Edifici accés	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Sales E. annexes	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Banys E. annexes	condicionat	Mitjà, 12 hores	4

Despatxos P-1	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Banyes P-1	condicionat	Mitjà, 12 hores	4
Magatzems	No condicionat	Baixa	3
Vestíbul P-1	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Passadís Accés PB	condicionat	Mitjà, 12 hores	3
Passadissos Lluernaris (E. Annexes)	condicionat	Mitjà, 12 hores	3

2.1.4 Composició de tancaments

La composició dels tancaments segons els responsables de l'Ajuntament de Mataró definida al projecte provisional és la següent

Tabla2-2 Composició de tancaments opacs

TANCAMENTS EXTERIORS verticals	U
	W/m ² K
Totxo massís Nau Central.	
Fins a 1.80 m: Totxo massís +cambra aire 20 cm + DM 1.5 cm	1.10
A partir de 1.80m: Totxo massís + llana mineral (4 cm) + Placa de guix	0.68
Totxo massís Naus Laterals. Idem. que nau central	
TANCAMENTS INTERIORS verticals	
Totxo calat (soterrani)	2.92
Pladur (3cm+7cm de c.a.+3cm)	1.32
FORJAT INTERIOR	
Llosa massissa de formigó (P0-Psot-1)	2.09
Llosa massissa formigó (altell nau central)	3.43
COBERTA	
C1_ encadellat ceràmic 7cm+ formigó 5cm+poliuretà 5cm+ 3cm morter	0.59
C2_ grava 15cm+formigó cel·lular 5cm+ llosa massissa formigó 35cm+llana de roca 5cm+ pladur 1,5cm	0.52
C3_ xapa zinc+llosa massissa formigó 20cm+ llana de roca 5cm+ pladur 1,5cm	0.61
TANCAMENT EN CONTACTE AMB EL TERRENY	
M_mur de formigó armat 30cm	2.42
FORJAT EN CONTACTE AMB EL TERRENY (SOLERA)	
S_ grava 20cm+solera de formigó 12cm+ terrazo 7cm	2.11

Existeixen tres tipus diferents de tancaments semitransparents. Inicialment, es van definir els següents tipus de finestres:

Tabla2-3 Composició dels tancaments semitransparents

Vidre	
Tipus de vidre	ANNEXES
U (W/m ² K)	2.6
Factor solar	0.49

Vidre	
Tipus de vidre	EIX D'UNIÓ DE LES NAUS
U (W/m ² K)	2.6
Factor solar	0.49

Vidre	
Tipus de vidre	FINESTRES DE LES NAUS
U (W/m ² K)	2.8
Factor solar	0.75

Vidre	
Tipus de vidre	LLUERNARI
U (W/m ² K)	1.3
Factor solar	0.37

Marc	
Tipus de marc	Perfilaria d'acer
U (W/m ² K)	4
Absortivitat	0.7

Finestra o porta	
% marc	10
Permeabilitat m ³ /m ² h	27

A més, els vidres dels annexes tenen lames horitzontals que no impedeixen la radiació solar a l'hivern però sí a l'estiu. Així es considera que per aquestes finestres, els valors de transmissivitat tèrmica i del factor solar es veuen modificats segons els següents factors de correcció: 0.83 (hivern) i 0.35 (estiu) respectivament.

2.2 Definició d'escenaris

En primer lloc es defineix l'escenari base i en funció dels resultats obtinguts es defineix l'escenari de compliment. Cal dir que entre l'escenari base i el de compliment, s'han realitzat simulacions parcials per comprovar com afectaven les diferents mesures. En concret es van simular 4 escenaris.

Tabla2-4 Definició escenaris

Escenari base
Tancaments segons punt 2.1
Escenari v1
Escenari base + TM1 amb cambra d'aire 25 cm Coberta de l'eix d'unió de les dues naus = C2
Escenari v2
Escenari v1 + Mur contacte terreny aïllant (MW 2 cm) Aïllament perimetral (D = 1 m $m^2K/W = 1.1$) Forjat interior entre espais condicionats i no habitables aïllat (2.5 cm MW)
Escenari v3
Escenari v2 + Aïllament perimetral (D = 1.1 m $m^2K/W = 1.1$) Forjat interior entre espais condicionats i no habitables aïllat (3.5 cm MW) Vidre eix d'unió de les naus (U = 1.80 + FS = 0.49)
Escenari v4
Escenari v3 + Aïllament perimetral (D = 1.1 m $m^2K/W = 1.2$)
Escenari compliment DB-HE1_1
Escenari v4 amb les següents variacions: <ul style="list-style-type: none"> - Espais on l'ús és lavabo (sense dutxes), classe higromètrica = 3 - La coberta de l'espai que correspon a l'eix d'unió de les naus és C3 però s'augmenta l'aïllament fins a 7 cm de MW - El tancament TM1 té una cambra d'aire de 20 cm però s'afegeix 2 cm d'aïllament de MW

3 Resultats

3.1 Escenari base

L'escenari base, NO COMPLEIX amb la normativa. La demanda de calefacció de l'edifici és superior a l'edifici de referència i a més, hi ha un seguit de tancaments que no compleixen amb els requeriments límits de la normativa DB_HE1 per a la zona climàtica C2.

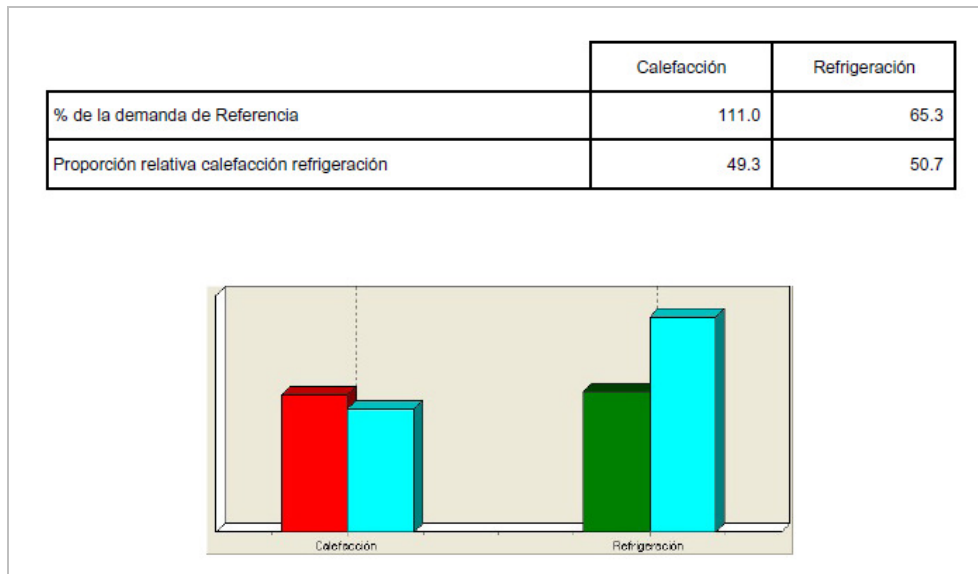


Figura 3-1 Resultat compliment DB-HE1. Escenari base. Elaboració pròpia. Font: LIDER

A més no compleixen els següents tancaments:

- TM1
- C3
- Forjat interior entre espais condicionats i no habitables
- Mur contacte amb el terreny
- Aïllament perimetral de la solera

- A més, existeix risc de condensacions als espais que corresponen als lavabos. A aquests espais se'ls hi ha associat una classe higromètrica igual 4 perquè és considera que hi haurà una elevada producció d'humitat.

3.2 Escenaris v1 – v4

El resultat dels escenaris parcials es poden veure en els següents gràfics. Cap d'aquests escenaris compleix.

Per l'escenari, v1: escenari base + TM1 (25 cm de cambra d'aire) + coberta de l'eix d'unió = C2, els resultats són els següents:

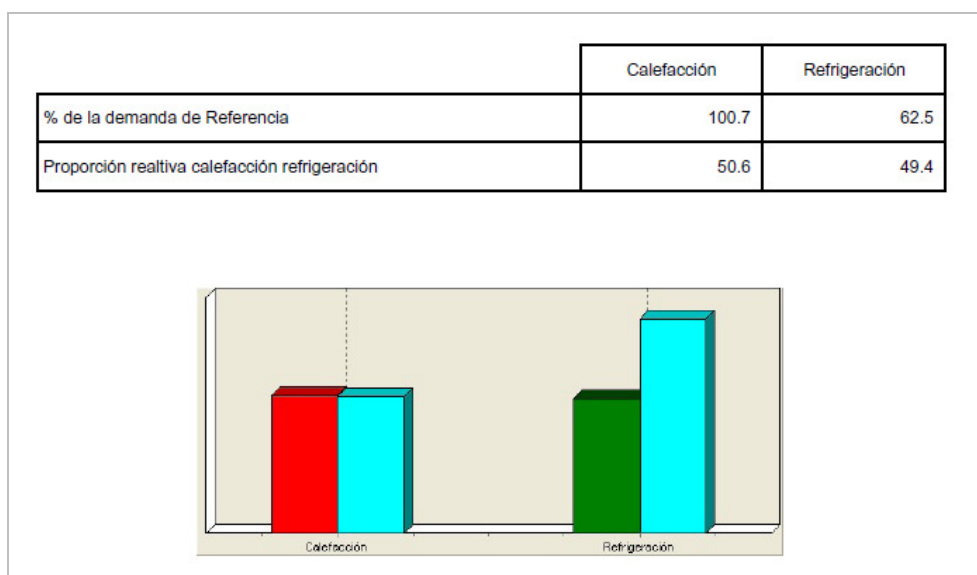


Figura 3-2 Resultat compliment DB-HE1. Escenari v1. Elaboraci3n pr3pia. Font: LIDER

En aquest escenari, encara, hi ha tancaments que no compleixen, a continuaci3 s'indica quins s3n:

- Forjat interior entre espais condicionats i no habitables
- Mur contacte amb el terreny
- Aïllament perimetral de la solera
- A més, existeix risc de condensacions als espais que corresponen als lavabos. A aquests espais se'ls hi ha associat una classe higromètrica igual 4 perquè és considera que hi haurà una elevada producci3 d'humitat.

Per l'escenari, v2: escenari v1 + Mur contacte amb terreny aïllat (2 cm de MW) + aïllament perimetral (D= 1 m i Resistència = 1.1 m²K/ W) + Forjat interior entre espais condicionats i no habitables aïllat (2.5 cm), els resultats s3n els següents:

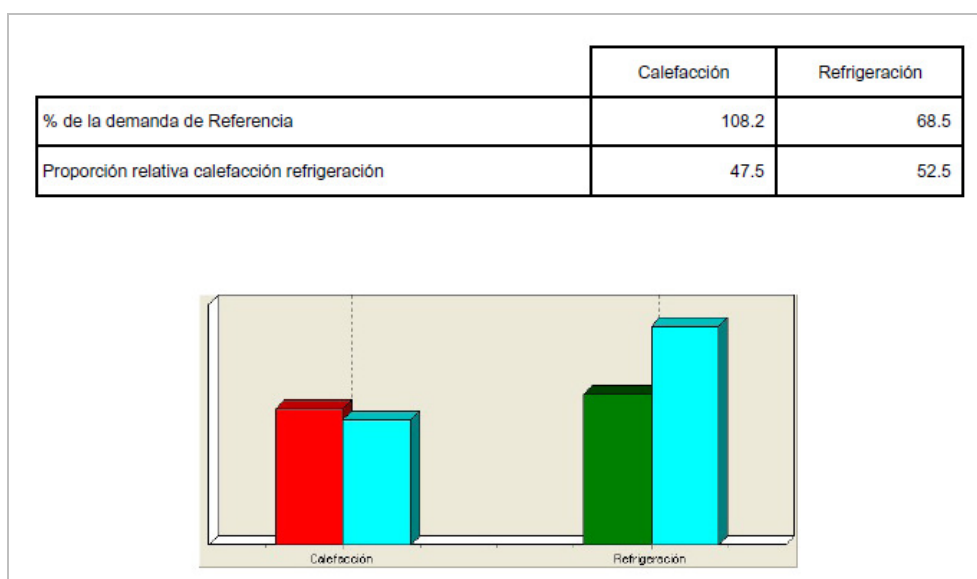


Figura 3-3 Resultat compliment DB-HE1. Escenari v2. Elaboraci3n pr3pia. Font: LIDER

En aquest escenari encara hi ha tancaments que no compleixen, a continuació s'indica quins són:

- Forjat interior entre espais condicionats i no habitables. Així cal augmentar el gruix d'aïllament respecte l'escenari v1 fins a 3.5 cm.
- Aïllament perimetral de la solera. Cal augmentar o bé el diàmetre d'aïllament o bé la resistència tèrmica del tancament
- Després de l'anàlisi tèrmic dels diferents espais, es veu que l'espai més desfavorable en quant a la calefacció, si es compara amb l'edifici de referència és el que correspon a l'eix d'unió de les tres naus. A més el tancament més crític són les finestres. Així doncs, es decideix canviar el vidre dels tancaments semitransparents d'aquest espai per un vidre doble baix emissiu VER-DB2-4-12-331 amb una $U = 1.80 \text{ W/m}^2\text{K}$ i un factor solar de 0.49.
- A més, continua el risc de condensacions als espais que corresponen als lavabos.

Per l'escenari, v3: escenari v2 + aïllament perimetral ($D= 1.1 \text{ m}$ i Resistència = $1.1 \text{ m}^2\text{K/ W}$) + Forjat interior entre espais condicionats i no habitables aïllat (3.5 cm) + vidre de les finestres de l'eix d'unió ($U= 1.8$ i $FS = 0.49$), els resultats són els següents:

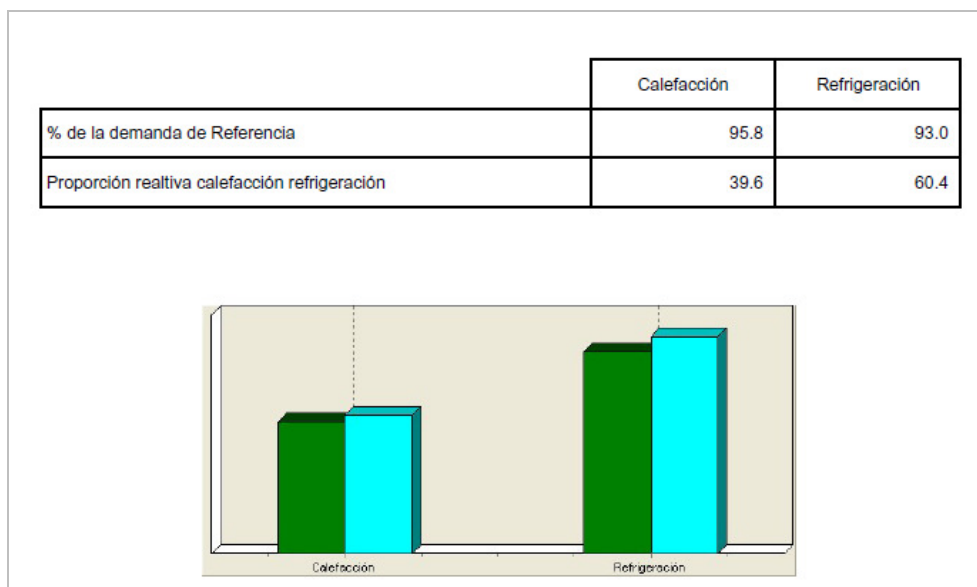


Figura 3-4 Resultat compliment DB-HE1. Escenari v3. Elaboració pròpia. Font: LIDER

En aquest escenari, l'únic paràmetre que no compleix és l'aïllament perimetral de la solera, cal augmentar la resistència tèrmica

A més, continua el risc de condensacions als espais que corresponen als lavabos. A aquests espais se'ls hi ha associat una classe higromètrica igual 4 perquè és considera que hi haurà una elevada producció d'humitat.

Per l'escenari, v4: escenari v3 + aïllament perimetral solera D= 1m i Resistència tèrmica 1.2 m²K/W:

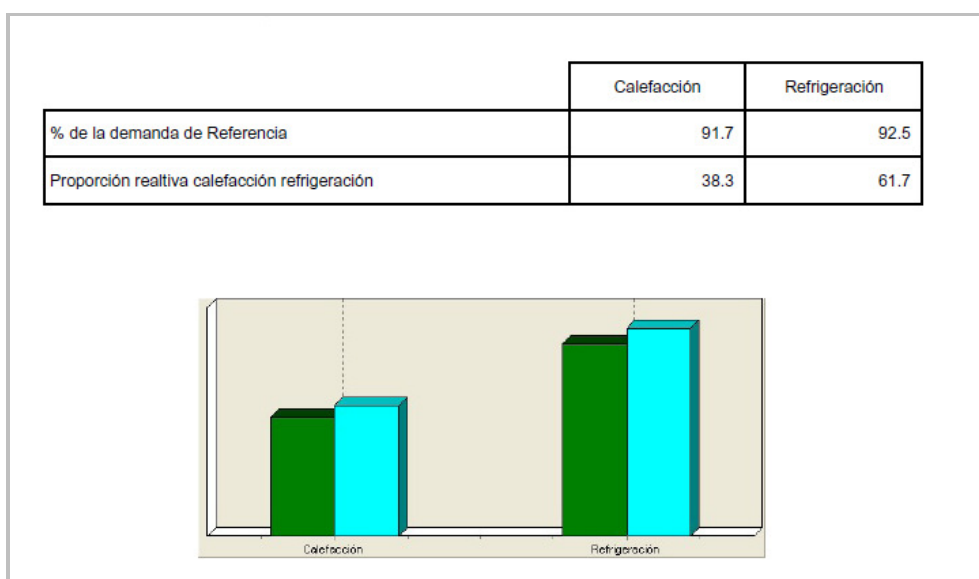


Figura 3-5 Resultat compliment DB-HE1. Escenari v4. Elaboració pròpia. Font: LIDER

Tots els tancaments dels espais amb classe higromètrica 4 corresponent a lavabos, tenen problemes de condensacions intersticials. S'ha de solucionar aquest problema. En qualsevol cas no són lavabos amb dutxes, per tant, la producció d'humitat és limitada, per això en l'escenari de compliment es considerarà que els lavabos tenen classe higromètrica 3 (baixa producció d'humitat).

3.3 Escenari de compliment

En base als resultats dels escenaris anteriors, es proposa el següent escenari de compliment

Tabla3-1 Escenari compliment DB-HE_1

Escenari compliment DB-HE1
– La coberta de l'espai corresponent a l'eix d'unió de les naus serà del tipus C2 o bé C3 però augmentant l'aïllament fins a 7 cm¹
– TM1 no compleix. La cambra d'aire ha de ser de 25 cm o bé afegir 2 cm d'aïllament MW
– Mur contacte amb terreny ha d'estar aïllat (2 cm de MW)
– Aïllament perimetral de la solera D= 1 m Resistència tèrmica = 1.2 m ² K /W
– Forjats interiors entre espais condicionats i no habitables, han d'estar aïllats (3.5 cm de llana mineral)
– Vidre de les finestres de l'eix unió de les tres naus ha de ser U = 1.80 FS = 0.49.
– No pot ser igual que el vidre dels annexes perquè una U = 2.6 és massa elevada.
– Els espais que corresponen a un ús: "lavabos", es consideren amb classe d'higrometria 3 perquè no disposen de dutxes i la producció d'humitat es considera molt baixa.

Amb aquests paràmetres l'edifici compleix.

¹ Es remarquen en negreta les opcions escollides pels arquitectes responsables i que són les mesures que s'han simulat

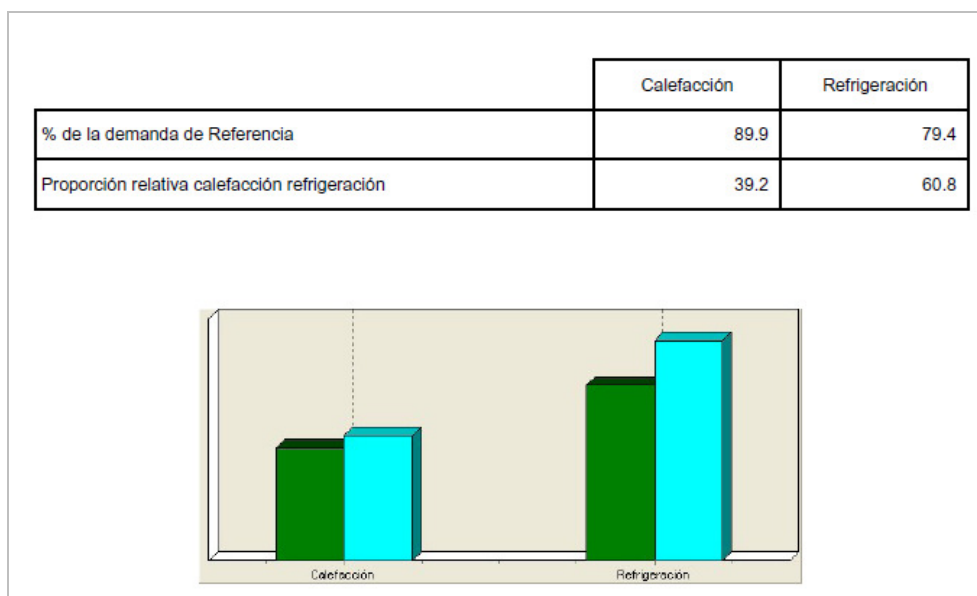


Figura 3-6 Resultat compliment DB-HE1. Escenari compliment. Elaboració pròpia. Font: LIDER

3.4 Anàlisi tèrmic dels espais crítics

A continuació es presenten els resultats de l'avaluació energètica dels espais considerats com a crítics pel seu ús. És a dir, els espais més utilitzats pels usuaris.

S'indiquen els resultats globals de cada espai i es comparen els resultats obtinguts per l'edifici objecte d'estudi amb l'edifici de referència que genera el software LIDER. Aquest edifici de referència és exactament igual en geometria, orientació i zonificació que l'edifici objecte però els seus tancaments compleixen estrictament amb la normativa vigent.

El conveni de signes és el següent: signe negatiu, indica calor perduda i positiu calor guanyada. Per tant, en el cas de la calefacció, un valor més negatiu indica més pèrdues i per tant, més demanda de calor. En el cas de la refrigeració un valor més positiu indica més guanys tèrmics i per tant, més demanada de refrigeració.

Es marquen els espais que tenen una demanda de calefacció o de refrigeració superior al de referència.

Tabla3-2 Balanç energètic espais crítics (kWh/m²·año)

Concepte	Edifici objecte		Edifici referència	
	Demanda calefacció	Demanda refrigeració	Demanda calefacció	Demanda refrigeració
PO2E01 (Informació. Nau lateral)	-35.26	24.24	-41.65	26.17
PO2E02 (Espai lectors. Annex lateral)	-27.66	26.74	-20.71	89.09
PO2E08 (Espai Informació. Nau central)	-9.43	12.66	-15.80	15.31
PO2E09 (Sala d'actes. Nau lateral)	-42.06	23.08	-47.25	26.07
PO2E10 (Vestíbul i accés. Annex lateral)	-28.38	42.73	-21.06	83.21
PO2E12 (Espai suport. Annex lateral)	-20.30	46.35	-12.72	110.91
PO2E13 (Espai multimèdia. Annex lateral)	-24.90	28.47	-16.28	82.54
PO2E19 (Espai suport. Annex lateral)	-26.66	59.57	-20.05	180.00
P03E03 (Altell. Nau Central)	-8.82	19.67	-10.26	20.06

Els espais més utilitzats pels usuaris i que tenen una demanda de calefacció superior a l'edifici de referència són els situats als annexes. Això és lògic, ja que tots aquests espais tenen un percentatge de vidre en els tancaments exteriors del 100%.

La demanda de refrigeració sempre està per sota de la demanda de l'edifici de referència. Això vol dir que les mesures per reduir els guanys solars de les finestres són positives i tenen un efecte directe en la demanda de refrigeració.

Els principals tancaments que afecten a la demanda de calefacció en aquests espais són:

- la coberta
- les finestres o tancaments semitransparents.

La composició de la coberta C2, compleix estrictament amb la normativa ($U = 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$), es podria augmentar lleugerament l'aïllament (fins a 7 cm de MW), per disminuir les pèrdues a través de la coberta.

En referència als tancaments semitransparents (vidres), la transmissivitat tèrmica del vidre utilitzat per als tancaments dels annexes és 2.6, si s'utilitzés una vidre amb una U inferior i el mateix factor solar, milloraria la demanda de calefacció en aquests espais.

A més, el factor solar és baix, 0.49. Això és positiu per a la demanda de refrigeració perquè disminueix el guany solar a l'estiu. A més, les lames horitzontals, fan que aquest factor solar encara sigui més baix a l'estiu.

Per contra, un factor solar baix és perjudicial a l'hivern pel mateix motiu, ja que a l'hivern els guanys solars de les finestres fan reduir la demanda de calefacció.

Així es podria actuar o bé, augmentant el factor solar dels vidres que formen els tancaments exteriors dels annexes, i comprovar que la demanda de la refrigeració encara és inferior a la demanda del de referència. O utilitzar un vidre pels annexes amb una U inferior, per exemple: $1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ i FS 0.40 (Vidre 66KNT164). Aquest vidre milloraria encara més la refrigeració i també la calefacció.

4 Conclusions

Després d'avaluar el compliment del DB_HE1 del projecte de remodelació de la biblioteca de Mataró, es proposen els següents canvis en els tancaments projectats, per tal que l'edifici projectat compleixi amb la normativa vigent:

- La coberta de l'espai corresponent a l'eix d'unió de les naus serà del tipus C2, o bé **C3 augmentar l'aïllament fins obtenir una $U = 0.52$** .
- La cambra d'aire de TM1 ha de ser de 25 cm o **afegir aïllament 2cm MW**.
- Mur contacte amb terreny ha d'estar aïllat (2 cm de MW)
- Aïllament perimetral de la solera $D = 1 \text{ m}$ Resistència tèrmica = $1.2 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Forjats interiors entre espais condicionats i no habitables, han d'estar aïllats (3.5 cm de llana mineral)
- Vidre de les finestres de l'eix unió de les tres naus ha de ser $U = 1.80$ FS = 0.49.

En quant a l'anàlisi dels espais amb un nivell d'ocupació superior, s'ha detectat que els espais que estan situats als annexes tenen demandes de calefacció superiors a les demandes dels mateixos espais de l'edifici de referència. A nivell d'edifici, això és poc important, ja que la resta d'espais tenen una demanda de calefacció per sota dels espais de l'edifici de referència, i per tant, aquests compensen la demanda dels espais que estan per sobre.

Malgrat això, es creu necessari fer una anàlisi especial d'aquells espais que seran més utilitzats i, per tant, que han de tenir un nivell de confort més alt. En aquest sentit, es proposen les següents mesures:

- Augmentar l'aïllament de la coberta tipus C2 fins a 7 cm de MW.

Disminuir la U dels vidres que formen els tancaments dels annexes, fins a $1.6 \text{ W/m}^2\text{K}$ sense augmentar el factor solar.

5 Annexes

S'annexen els dos arxius administratius resultants dels dos escenaris límits, el base i el de compliment.