



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Estudi per la certificació energètica de l'edifici TR3 del Campus Terrassa – UPC

---

Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i  
Aeronàutica de Terrassa

## MEMÒRIA

**Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials**

**Autor:** Pol Roura Màrmol

**Director:** Miquel Casals Casanova

**Co-director:** Marcel Macarulla Martí

Gener de 2016

## Sumari de continguts

Sumari de figures.....	3
Sumari de taules.....	5
Resum .....	6
Abstract .....	6
1 Objecte .....	7
2 Abast .....	7
3 Justificació .....	8
4 Especificacions bàsiques.....	8
5 Antecedents i estat de l'art.....	9
5.1 Legislació i normativa .....	9
5.1.1 Unió Europea .....	9
5.1.2 Espanya .....	10
5.2 Certificat energètic.....	11
5.3 Certificació amb CE <sup>3</sup> X .....	13
5.4 Etiqueta energètica.....	15
6 Metodologia .....	16
6.1 Recollida de dades .....	16
6.2 Realització de la certificació.....	17
6.2.1 Certificació mitjançant el programa CE <sup>3</sup> X .....	17
6.2.2 Certificació mitjançant dades monitoritzades .....	17
6.2.3 Anàlisi i comparació dels resultats.....	18
7 Descripció de l'edifici .....	19
8 Certificació exhaustiva mitjançant el programa CE <sup>3</sup> X.....	20
8.1 Dades administratives .....	20
8.2 Dades generals .....	21
8.3 Envolupant tèrmica.....	22
8.3.1 Coberta .....	23
8.3.2 Mur .....	24
8.3.3 Sòl.....	31
8.3.4 Partició interior.....	32
8.3.5 Buits i lluernes .....	35
8.3.6 Ponts tèrmics.....	40
8.3.7 Patrons d'ombra .....	42

8.4	Instal·lacions .....	45
8.4.1	Equips de només calefacció .....	46
8.4.2	Equips de només refrigeració .....	47
8.4.3	Equips d'enllumenat .....	49
8.4.4	Equips de bombeig.....	49
8.5	Resultats de la certificació exhaustiva .....	51
9	Certificació bàsica mitjançant el programa CE <sup>3</sup> X .....	52
9.1	Dades administratives .....	53
9.2	Dades generals .....	53
9.3	Envolupant tèrmica.....	53
9.3.1	Coberta .....	53
9.3.2	Mur .....	54
9.3.3	Sòl.....	55
9.3.4	Particions interiors .....	55
9.3.5	Buits i lluernes .....	56
9.3.6	Ponts tèrmics.....	56
9.3.7	Patrons d'ombra .....	56
9.4	Instal·lacions .....	56
9.5	Resultats de la certificació bàsica.....	57
10	Certificació monitoritzada .....	58
10.1	Anàlisi del consum de gas .....	59
10.2	Anàlisi del consum d'electricitat .....	61
10.3	Anàlisi del consum d'electricitat relatiu a la climatització.....	63
10.4	Resultats de la certificació monitoritzada .....	66
11	Comparació de resultats .....	66
12	Mesures de millora.....	70
12.1	Aïllament tèrmic i substitució de finestres .....	70
12.2	Caldera de biomassa.....	72
13	Aspectes ambientals .....	73
14	Cost de l'estudi .....	73
15	Desenvolupament dels aspectes temporals .....	74
16	Conclusions .....	75
17	Bibliografia .....	77

## Sumari de figures

Figura 1. Etiqueta de qualificació energètica.....	15
Figura 2. Metodologia .....	16
Figura 3. Plànol de situació.....	19
Figura 4. Cartografia cadastral.....	19
Figura 5. Introducció de dades administratives .....	21
Figura 6. Introducció de dades generals .....	22
Figura 7. Esquema envolupant tèrmica.....	23
Figura 8. Introducció de dades de la coberta .....	24
Figura 9. Orientació dels murs en funció de l'angle.....	25
Figura 10. Determinació de l'orientació dels murs.....	25
Figura 11. Introducció de dades dels murs de façana .....	26
Figura 12. Façana orientada al nord .....	27
Figura 13. Façana orientada al sud .....	28
Figura 14. Façana orientada a l'oest.....	28
Figura 15. Llibreria de tancaments.....	29
Figura 16. Introducció de dades de murs en contacte amb el terreny .....	30
Figura 17. Introducció de dades de murs de mitjanera.....	31
Figura 18. Introducció de dades del sòl .....	31
Figura 19. Introducció de dades de la partició horitzontal .....	33
Figura 20. Introducció de dades de la partició vertical .....	34
Figura 21. Absortivitat del marc .....	35
Figura 22. Elements d'ombreament .....	36
Figura 23. Definició de la reculada.....	36
Figura 24. Introducció de dades dels buits.....	39
Figura 25. Mètode simplificat de determinació de patrons d'ombra.....	43
Figura 26. Determinació dels angles azimuthals .....	43
Figura 27. Introducció dels angles azimuthals i d'elevació .....	45
Figura 28. Instal·lacions.....	45
Figura 29. Calderes que donen servei a l'edifici.....	46
Figura 30. Introducció de dades d'equips de calefacció .....	47
Figura 31. Introducció de dades d'equips de refrigeració .....	48
Figura 32. Introducció de dades d'equips d'enllumenat.....	49
Figura 33. Equips de bombeig que donen servei a l'edifici.....	50
Figura 34. Introducció de dades dels equips de bombeig .....	50
Figura 35. Qualificació de la certificació exhaustiva .....	51
Figura 36. Demanda calculada a partir de la certificació exhaustiva .....	52
Figura 37. Qualificació de la certificació bàsica.....	57
Figura 38. Demanda calculada a partir de la certificació bàsica.....	58

Figura 39. Gràfic del consum de gas de l'últim any natural .....	60
Figura 40. Gràfic del consum de gas dels últims 4 anys .....	60
Figura 41. Gràfic del consum d'electricitat per enllumenat de l'últim any.....	62
Figura 42. Gràfic del consum d'electricitat per enllumenat dels últims 4 anys ....	62
Figura 43. Gràfic del consum d'electricitat per refrigeració de l'últim any .....	64
Figura 44. Gràfic del consum d'electricitat per refrigeració dels últims 4 anys....	65
Figura 45. Consum d'energia primària obtingut en la certificació exhaustiva .....	67
Figura 46. Consum d'energia primària obtingut en la certificació bàsica .....	67
Figura 47. Resultats de la demanda i les emissions aplicant la primera millora proposada.....	71
Figura 48. Resultats de la demanda i les emissions aplicant la segona millora proposada.....	72

## Sumari de taules

Taula 1. Qualificació d'edificis de nova construcció .....	12
Taula 2. Qualificació d'edificis existents .....	13
Taula 3. Portes existents .....	37
Taula 4. Finestres orientades al nord .....	38
Taula 5. Finestres orientades al sud .....	38
Taula 6. Finestres orientades a l'oest .....	39
Taula 7. Lluernes existents .....	40
Taula 8. Equips de refrigeració .....	48
Taula 9. Superfícies totals .....	59
Taula 10. Consum de gas mensual .....	59
Taula 11. Consum d'electricitat per enllumenat mensual .....	61
Taula 12. Consum d'electricitat per refrigeració mensual .....	64
Taula 13. Energia primària consumida .....	66
Taula 14. Comparació de consums obtinguts .....	68
Taula 15. Cost associat a la certificació exhaustiva .....	68
Taula 16. Cost associat a la certificació bàsica .....	69
Taula 17. Cost associat a la certificació monitoritzada .....	69

## Resum

Aquest document és el resultat de l'estudi que s'ha realitzat per tal de certificar energèticament l'edifici TR3 del Campus de Terrassa de la Universitat Politècnica de Catalunya.

L'estudi conté la certificació energètica de l'edifici mitjançant tres mètodes diferents: una certificació exhaustiva mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, una certificació bàsica mitjançant també el programa CE<sup>3</sup>X i, per últim, una certificació monitoritzada a partir de les dades de consum obtingudes de la base de dades SIRENA.

El document també conté l'anàlisi i la comparació dels resultats entre les tres certificacions, i les conclusions que se'n poden extreure.

A part dels resultats, també es comparen els recursos destinats a cada certificació, tant pel que fa a hores dedicades com pel que fa a cost associat.

## Abstract

This document is the result of the study that has been carried out to certificate energetically the building known as TR3 of Campus de Terrassa of Universitat Politècnica de Catalunya.

The study contains the certification of the building made from three different methods: one exhaustive certification made with the software CE<sup>3</sup>X, one basic certification also made with the software CE<sup>3</sup>X and, finally, one monitored certification made with the data collected from the SIRENA data base.

The document also includes the analysis and comparison of results among the three certifications, and the conclusions that can be extracted.

Apart from the results, the resources for each certification are also compared, in terms of dedicated hours and cost associated.

## 1 Objecte

L'objecte d'aquest Treball de Fi de Grau és realitzar un estudi de certificació energètica de l'edifici TR3 de la UPC de Terrassa. Aquest estudi es basa en la comparació del resultat obtingut de la certificació energètica de l'edifici mitjançant el software CE<sup>3</sup>X i les dades de consum monitoritzat d'aquest.

La certificació energètica es realitzarà de tres maneres diferents: dues mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, una de bàsica i una d'exhaustiva; i una a partir de dades monitoritzades obtingudes de la base de dades SIRENA.

A la certificació bàsica s'introduiran valors per defecte en la modelització de l'envolupant tèrmica, mentre que a la certificació exhaustiva s'introduiran dades conegudes o estimades, en funció de la disponibilitat d'aquestes. A la certificació monitoritzada s'analitzaran les dades de consum energètic.

L'objectiu final d'aquest estudi és poder comparar els resultats obtinguts en les tres certificacions, i extreure'n les conclusions pertinents. A més, també es pretén comparar el temps dedicat a cada certificació, així com el cost associat a les hores dedicades.

## 2 Abast

Aquest estudi es realitza sobre l'edifici TR3 de la UPC de Terrassa, situat al carrer Colom número 1.

En primer lloc es realitzarà una certificació energètica exhaustiva mitjançant el software CE<sup>3</sup>X, introduint les dades conegudes de l'envolupant tèrmica i les instal·lacions. Les dades que no es coneguin s'introduiran com a estimades.

Seguidament es realitzarà una certificació energètica bàsica amb el mateix programa, aquesta vegada amb les dades introduïdes per defecte.

Per últim, es descarregaran les dades de consum energètic de l'edifici a la base de dades SIRENA, es tractaran, es faran gràfics i s'analitzaran els resultats.

A partir de les certificacions s'obtindran els consums d'energia primària de l'edifici per cadascuna d'aquestes, que posteriorment es compararan i s'analitzaran les possibles similituds o discrepàncies.

També s'analitzarà el temps dedicat a cada certificació i, per tant, el cost de cadascuna de les certificacions, partint del preu per hora.



El present estudi contempla patrons d'ombres en la modelització de l'edifici, així com mesures de millora de l'eficiència energètica d'aquest.

El present estudi no contempla assajos d'estanqueïtat de l'edifici, ni tampoc la valoració econòmica de les mesures de millora proposades.

### **3 Justificació**

A través del Real Decreto 235/2013 del 5 d'abril s'aprova el procediment bàsic per la certificació d'eficiència energètica d'edificis, tant de nova construcció com existents. A més, també obliga a certificar els edificis ocupats per l'administració pública que ocupen una superfície de més de 250 metres quadrats i són freqüentats per públic general.

Aquest certificat assigna una qualificació energètica d'eficiència, que varia des de la A (més eficient) a la G (menys eficient), calculada a partir del consum anual d'energia necessari per satisfer la demanda energètica d'aquest en condicions normals d'ocupació i funcionament.

A certificat energètic neix a partir del decret comentat anteriorment, i descriu l'eficàcia d'un edifici pel que fa al consum d'energia. En el decret s'aprova el "Procediment Bàsic per la Certificació de l'Eficiència Energètica dels Edificis".

### **4 Especificacions bàsiques**

L'estudi es realitzarà mitjançant el software CE<sup>3</sup>X.

Les dades de consum de l'edifici monitoritzat s'obtindran a partir de la base de dades SIRENA, pertanyent a la Universitat Politècnica de Catalunya.

Les mesures dels edificis, així com les dades necessàries per realitzar l'estudi seran proporcionades pel Servei d'Obres i Manteniment del campus de la UPC de Terrassa.

En cas que el Servei d'Obres i Manteniment (SOMT) no disposi d'algunes dades, aquestes s'obtindran mitjançant mesures in situ. En el cas de les instal·lacions, les dades que no es puguin obtenir ni a partir del SOMT ni a partir d'inspeccions visuals in situ, aquestes s'obtindran a partir de les fitxes tècniques dels equips.

Si en algun cas no és possible obtenir algunes dades, s'introduiran al programa com a estimades.

## 5 Antecedents i estat de l'art

La consciència energètica és un terme que ha anat augmentant en els darrers anys.

La primera vegada que es parla de desenvolupament sostenible és l'any 1987 a l'informe Brundtland (Our Common Future) , elaborat per la Comissió Mundial sobre el Medi Ambient i Desenvolupament. En aquest informe es posa de manifest la necessitat de restriccions per tal de garantir la sostenibilitat del planeta.

5 anys més tard, l'any 1992, s'adopta la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (CMMUCC), amb l'objectiu de reforçar la consciència pública sobre la sostenibilitat. En aquest document, que no entra en vigor fins el mes de març de 1994, es proposa la creació de polítiques ambientals per permetre un desenvolupament sostenible.

L'any 1997 s'adopta del Protocol de Kyoto, malgrat no entra en vigor fins en 2004 amb l'adhesió de Rússia. Aquest protocol té com a objectiu la reducció d'emissions de gasos que provoquen l'efecte hivernacle.

Uns anys més tard, al desembre de 2008 la Unió Europea aprova el Paquet d'Energia i Canvi Climàtic, que estableix uns compromisos per l'any 2020, el que es coneix com a 20-20-20: una reducció del 20% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle en relació als nivells de 1990, un nivell de producció d'energies renovables que suposi el 20% del total i un 20% de millora de l'eficiència energètica.

### 5.1 *Legislació i normativa*

#### 5.1.1 **Unió Europea**

En el marc de la Unió Europea, l'origen de la certificació energètica es troba en la Directiva 2002/91/CE, del 16 de desembre de 2002. En aquesta directiva es posa de manifest la importància de l'edificació i el sector serveis en el consum global d'energia a la Unió Europea (al voltant del 40%). A més, també expressa la necessitat d'establir un mètode de mesura de l'eficiència energètica que permeti comparar els edificis, tant a nivell d'aïllament com a nivell d'aprofitament de les energies renovables.

El 2010 es publica la Directiva 2010/31/UE, relativa a l'eficiència energètica dels edificis (refosa) que deroga la Directiva anterior i que mostra dues tendències: per una banda, l'enduriment dels requisits a complir pels edificis de nova construcció i les reformes dels edificis existents i, per altra banda, l'obligació de realitzar un seguiment i control.

### 5.1.2 Espanya

L'Estat espanyol, amb l'objectiu de transposar la Directiva 2002/91/CE (EPBD) planteja una sèrie de Reials Decrets entre els anys 2006 i 2013, que es detallen a continuació:

- Real Decreto 314/2006 – Código Técnico de la Edificación (CTE): aquest decret regula alguns paràmetres constructius que han d'incloure els edificis.
- Real Decreto 47/2007: aquest decret regula el procediment bàsic per la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció.
- Real Decreto 1027/2007 – Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE): aquest decret regula l'eficiència energètica de les instal·lacions tèrmiques dels edificis.
- Real Decreto 235/2013: aquest decret regula la certificació d'edificis existents i deroga el Real Decreto 47/2007 de certificació d'edificis de nova construcció. Es consideren edificis existents aquells que han estat construïts abans de l'any 2007, ja que els edificis posteriors a aquesta data ja estan subjectes al Real Decreto 47/2007.

## 5.2 Certificat energètic

El certificat energètic és un document que descriu l'eficàcia d'un edifici en quant al consum d'energia. Aquest document es regeix pel Real Decreto 235/2013 del 5 d'abril, en el qual s'aprova el "Procediment Bàsic per la Certificació de l'Eficiència Energètica dels Edificis". La qualificació energètica d'un edifici es determina calculant el consum anual d'energia necessari per satisfer la demanda energètica d'aquest en condicions normals d'ocupació i funcionament.

L'etiqueta d'eficiència energètica és el distintiu que assenyalava el nivell de la qualificació d'eficiència energètica obtinguda per l'edifici estudiat.

Segons la normativa vigent, és obligatori presentar el certificat energètic en els següents casos:

- Edificis de nova construcció.
- Edificis o parts d'edificis existents que es venguin o es lloguin.
- Edificis o parts d'edificis existents en els quals una entitat pública ocupi una superfície útil total superior als 250 m<sup>2</sup> i que siguin freqüentats habitualment per públic general.

Per altra banda, queden exclosos de presentar el certificat energètic els edificis que formin part d'un dels següents casos:

- Edificis i monuments protegits oficialment pel seu valor arquitectònic o històric, quan el compliment de les exigències del Decret pugui alterar el seu caràcter o aspecte.
- Edificis utilitzats exclusivament com a llocs de culte i per activitats religioses.
- Construccions provisionals amb un termini previst d'ús igual o inferior a dos anys.
- Edificis industrials i agrícoles, en 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 m<sup>2</sup>.
- Edificis que es comprin per fer-hi reformes importants o per demolar-los.
- Edificis o parts d'edificis existents d'habitatges amb un ús inferior a quatre mesos per any, o bé durant un temps limitat a l'any amb un consum previst d'energia inferior al 25% del que resultaria el seu ús durant tot l'any.

El certificat energètic ha de contenir els següents punts:

- Identificació de l'edifici: nom de l'edifici, direcció, referència cadastral...
- Dades del propietari de l'edifici.
- Dades del tècnic certificador.
- Ús de l'edifici, així com les condicions de funcionament i ocupació.
- Indicació del procediment reconegut que s'ha emprat per la qualificació.
- Indicació de la normativa d'aplicació.
- Descripció de les característiques energètiques de l'edifici: envolupant tèrmica, instal·lacions...
- Descripció de proves, comprovacions i inspeccions dutes a terme pel tècnic certificador.
- Document de millores per la millora de la qualificació.
- Qualificació d'eficiència energètica obtinguda.

Els dos últims punts només són aplicables a edificis existents.

L'obtenció del certificat d'eficiència energètica dóna dret a la utilització de l'etiqueta energètica, que serà facilitada en format digital al tècnic certificador i al propietari de l'edifici.

Aquesta etiqueta té una vigència de 10 anys, i s'ha d'incloure en qualsevol oferta dirigida a la venda o lloguer de l'edifici o part d'aquest.

Per la realització del certificat energètic, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo facilita unes eines que es poden utilitzar, i són les següents:

Pel cas d'edificis de nova construcció:

**Taula 1. Qualificació d'edificis de nova construcció. Font [19]**

OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
<b>SIMPLIFICADA</b>	Ministeri-IDAE*	Baixa	Habitatges amb menys del 60% de vidre a l'envolupant	D y E
	Ce2	Mitjana		Totes (A-E)
	CES			
	CERMA			
<b>GENERAL</b>	Calener VyP	Alta	Habitatges	Totes (A-E)
	Calener GT	Molt alta	Petit terciari	
			Petit terciari (instal·lacions complexes)	
			Gran terciari	

Pel cas d'edificis existents:

**Taula 2. Qualificació d'edificis existents. Font [19]**

OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
<b>SIMPLIFICADA</b>	CE3	Mitjana	Tots	Totes (A-G)
	CE <sup>3</sup> X	Mitjana		
<b>GENERAL</b>	Calener VyP	Alta	Habitatges	Totes (A-G)
			Petit terciari	
	Calener GT	Molt alta	Petit terciari (instal·lacions complexes)	
			Gran terciari	

### 5.3 Certificació amb CE<sup>3</sup>X

Per la realització d'aquest estudi s'ha fet servir el software CE<sup>3</sup>X. Aquest programa permet realitzar el certificat energètic d'una manera simplificada, facilitant la tasca del tècnic certificador i obtenint uns resultats similars als obtinguts amb programes més complexes, com les diferents versions del programa Calener.

La descripció de l'ús del programa, així com les diferents opcions i les dades a introduir, s'explicaran detalladament a l'apartat 8 del present document. Tot i això, a continuació es resumeixen els apartats d'introducció de dades que conté el programa:

- Dades administratives: s'introdueixen dades sobre la localització de l'edifici, la referència cadastral, les dades del propietari i les dades del tècnic certificador.
- Dades generals: s'introdueixen les característiques constructives de l'edifici, com l'any de construcció, el perfil d'ús i la superfície útil total.
- Envolupant tèrmica: s'introdueixen les dades dels elements constructius de l'edifici, com les façanes, la coberta, les particions interiors, els forats...
- Instal·lacions: s'introdueixen les dades de les instal·lacions de les quals disposa l'edifici, com calderes, equips de climatització...

Amb aquestes dades, el programa calcula la qualificació energètica de l'edifici, basant-se en la demanda obtinguda a partir de les dades introduïdes.

Finalment, es proposen mesures de millora per reduir la demanda energètica de l'edifici i, en conseqüència, reduir el consum i estalviar recursos. A partir d'aquestes mesures de millora, el programa també pot proporcionar un anàlisi econòmic de les diferents mesures proposades, que permet quantificar el cost d'aquestes i estudiar-ne la viabilitat econòmica, malgrat no s'ha contemplat en el present estudi.

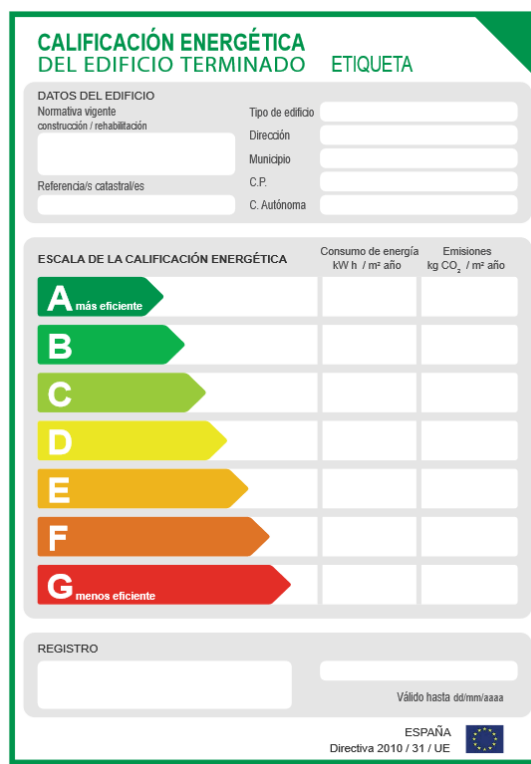
Un cop introduïdes totes les dades i fets els càlculs pel programa, el mateix programa genera un informe on consta la qualificació energètica obtinguda. Aquest informe s'ha d'entregar a l'òrgan administratiu competent, que serà qui emeti l'etiqueta definitiva.

## 5.4 Etiqueta energètica

L'etiqueta energètica reflecteix el consum anual d'energia en kWh/m<sup>2</sup> i les emissions anuals en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Aquesta etiqueta, en funció dels dos paràmetres esmentats, classifica l'eficiència energètica de l'edifici estudiat en una escala que va de la lletra A (més eficient) a la lletra G (menys eficient).

Aquesta classificació a partir de dos paràmetres permet diferenciar la procedència de l'energia primària consumida, ja que un edifici pot tenir un consum d'energia elevat però unes emissions de CO<sub>2</sub> baixes.

A partir de l'etiqueta, analitzant la qualificació obtinguda pels dos paràmetres analitzats, es pot arribar a una conclusió: si es prefereix obtenir un estalvi econòmic i, per tant, reduir el consum, s'ha de tenir més en compte l'indicador del consum anual d'energia en kWh/m<sup>2</sup>; mentre que si es prefereix reduir la contaminació i fer més sostenible el consum d'energia, s'ha de tenir més en compte l'indicador de les emissions anuals en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.



**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA**

**DATOS DEL EDIFICIO**

Normativa vigente construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referencia/s catastral/es	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

	Consumo de energía kWh / m <sup>2</sup> año	Emissiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

**REGISTRO**

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA  
Directiva 2010 / 31 / UE

Figura 1. Etiqueta de qualificació energètica. Font [11]

El mètode pel qual el programa calcula els valors de demanda i emissions, així com la lletra de la qualificació final es troben explicats a l'annex V.



## 6 Metodologia

En aquest apartat es descriu la metodologia emprada per la realització de l'estudi. Aquesta metodologia es basa en 3 punts bàsics: la recollida de dades, la introducció de dades i realització de la certificació, i l'anàlisi i comparació de resultats obtinguts en les diferents certificacions.

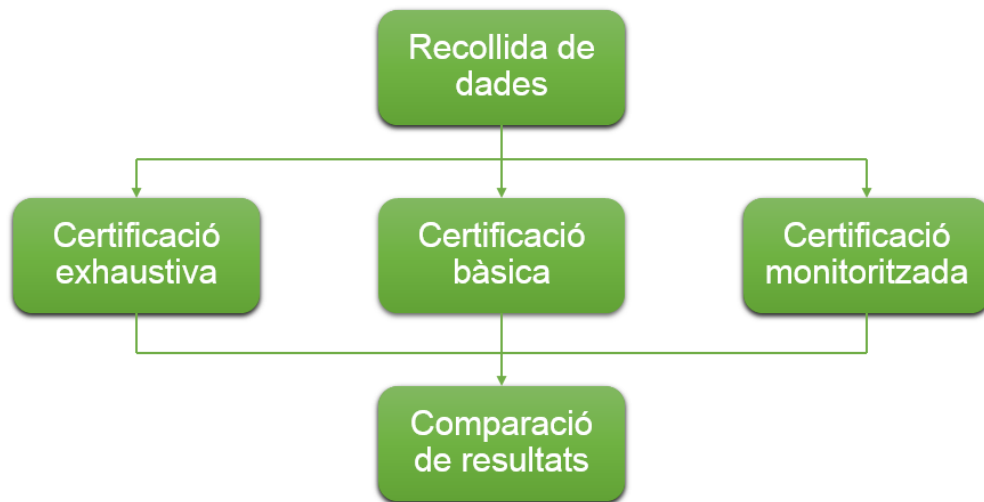


Figura 2. Metodologia

### 6.1 Recollida de dades

La recollida d'informació s'ha realitzat a través de diverses fonts.

En primer lloc, s'ha buscat informació a través d'internet respecte els antecedents i la normativa vigent sobre les certificacions energètiques, tant a nivell europeu com a nivell estatal. A més, s'han obtingut els documents oficials de les diferents lleis a través del BOE.

En segon lloc, les dades de l'edifici objecte d'estudi s'han obtingut a partir de la informació facilitada pel Servei d'Obres i Manteniment del Campus de Terrassa, així com a partir de visites a l'edifici en qüestió. Els plànols de planta i l'equipament de climatització han estat proveïts pel SOMT però, degut a l'antiguitat de l'edifici i la conseqüent falta de documents constructius de l'edifici, la informació relativa a materials, façanes, finestres, etc. s'ha hagut de recollir mitjançant visites a l'edifici.

Per últim, per tal de poder introduir correctament les dades al programa utilitzat, s'ha cercat informació sobre el funcionament d'aquest, així com guies i manuals per realitzar les certificacions.

## **6.2 Realització de la certificació**

Després d'haver recollit totes les dades necessàries es pot procedir a realitzar la certificació energètica de l'edifici. Aquesta certificació es realitza a través de dos mètodes diferents: mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X (una certificació exhaustiva i una certificació bàsica) i una certificació mitjançant dades monitoritzades.

Els dos mètodes de certificació es detallen a continuació.

### **6.2.1 Certificació mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X**

En el cas de la certificació mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, el procediment seguit ha estat la introducció de dades en l'ordre que es presenten al programa, com es veurà en l'apartat 8.

Després d'introduir les dades s'obtenen, de manera automàtica, la qualificació energètica i l'informe complet de la certificació.

Aquests dos documents s'analitzaran per extreure'n les conclusions pertinents i per realitzar la comparació entre la certificació exhaustiva mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, la certificació bàsica mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X i la certificació mitjançant dades monitoritzades.

### **6.2.2 Certificació mitjançant dades monitoritzades**

En aquest cas, la certificació es realitza de forma manual, sense l'ajuda de cap software addicional.

Les dades s'extreuen de la base de dades de domini públic de la UPC, anomenada SIRENA. Es determina la franja temporal de la qual es volen extreure les dades, i es descarreguen en un full de càlcul.

Posteriorment, es fa la conversió d'unitats de les dades que calguin, ja que per poder fer la comparació és important tenir totes les dades en kWh/m<sup>2</sup>·any. Per tant, s'ha de considerar la superfície útil total de l'edifici i la franja temporal escollida.

Per acabar, els resultats obtinguts s'analitzaran i es compararan amb la certificació exhaustiva i la certificació bàsica realitzades amb el programa CE<sup>3</sup>X.

### **6.2.3 Anàlisi i comparació dels resultats**

Un cop obtinguts els resultats de la certificació energètica pels tres mètodes mencionats anteriorment, es procedeix al seu anàlisi i la comparació entre ells.

La comparació s'ha realitzat prenent les dades en kWh/m<sup>2</sup>·any, ja que són les unitats més rellevants que s'obtenen en aquest estudi.

Per tant, per poder realitzar aquesta comparació en aquestes unitats, els resultats obtinguts mitjançant la certificació monitoritzada referents al consum energètic s'han hagut de convertir a energia primària mitjançant factors de conversió, tal i com es detalla en l'apartat 10.

També es comparen les tres certificacions en termes de temps dedicat i cost associat a aquest temps.



## 8 Certificació exhaustiva mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X

La primera de les certificacions es realitza a partir de totes les dades conegudes, obtingudes a través de documentació facilitada pel SOMT i a través de visites a l'edifici, com s'ha comentat anteriorment. Aquesta certificació es realitza a partir de les dades que demana el programa: dades administratives, dades generals, envolupant tèrmica i instal·lacions.

Les dades administratives i les dades generals són comunes a la certificació exhaustiva i a la certificació bàsica, i es detallaran en aquest apartat, de manera que a l'apartat de la certificació bàsica no es repetiran.

### 8.1 Dades administratives

Les dades administratives es divideixen en tres apartats:

En primer lloc, localització i identificació de l'edifici, on s'ha d'introduir el nom de l'edifici, la seva referència cadastral i l'adreça on es troba.

En segon lloc, dades del client, on s'ha d'introduir el nom del client, la seva adreça i altres dades com el número de telèfon o la direcció de correu electrònic.

Per últim, dades del tècnic certificador, on s'ha d'introduir el nom del tècnic que realitza la certificació energètica, la seva adreça, altres dades personals i la titulació habilitant segons la normativa vigent.

Les dades administratives introduïdes es mostren a la imatge següent, extreta del programa CE<sup>3</sup>X.

Localització i identificació de l'edifici			
Nom de l'edifici	TR3		
Adreça	Carrer Colom, 1		
Província	Barcelona	Municipi	Terrassa
Referència cadastral	8620701DG108280001EQ		
Codi Postal	08222		

Dades del client			
Nom o raó social	Campus de Terrassa de la UPC		
Adreça	N/A		
Província	Barcelona	Municipi	Terrassa
Telèfon	N/A	E-mail	N/A
Codi Postal	08222		

Dades del tècnic certificador			
Nom i cognoms	Pol Roura Màrmol	NIF	45884857H
Raó Social	N/A	CIF	N/A
Adreça	Carrer Guinardera, 12		
Província	Barcelona	Municipi	Castellar del Vallès
Telèfon	N/A	E-mail	N/A
Titulació habilitant segons normativa vigent	Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials		
Codi Postal	08211		

Figura 5. Introducció de dades administratives

## 8.2 Dades generals

Les dades generals es divideixen en dos apartats:

En primer lloc, les dades generals de l'edifici. Aquest apartat inclou l'any de construcció de l'edifici (i, per tant, la normativa vigent), el tipus d'edifici, el perfil d'ús segons les hores d'obertura i la ciutat on es troba, que determina automàticament la zona climàtica en la qual es troba l'edifici.

Per altra banda, el segon apartat fa referència a la definició de l'edifici. Aquesta definició inclou:

- La superfície útil total, que en aquest cas és 1988'53m<sup>2</sup>. Aquesta superfície és la que es certifica, és a dir, la superfície habitable de l'edifici. És aproximadament el 80% de la superfície cadastral.
- L'alçada lliure de planta. Es calcula des de la cara superior del terra de la planta fins la cara inferior del fals sostre. En cas que les diferents plantes tinguin una alçada diferent, com és el cas d'aquest edifici, es calcula la

mitjana de les diferents alçades de cada planta. L'edifici TR3 té una alçada lliure de planta aproximada de 4'7 m.

- El nombre de plantes habitables, en aquest cas dues.
- El consum total diari d'aigua calenta sanitària, que en aquest cas és nul, ja que no l'edifici no disposa d'aigua calenta sanitària.
- La massa de les particions internes, que se suposa mitjana.

Dins la definició de l'edifici hi ha una casella que s'ha de marcar si s'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici. En aquest cas, no s'ha assajat i per tant no se selecciona l'opció.



Les dades generals de l'edifici introduïdes es mostren a continuació, a partir d'una imatge extreta del programa:

### Dades generals

Normativa vigent	Anterior	?	Any construcció	1904		
Tipus d'edifici	Edifici complet		Perfil d'ús	Intensitat Mitja - 12h	HE-1	HE-4 / HE-5
Província/Ciutat autònoma	Barcelona		Municipi	Terrassa	Zona climàtica	Cl III

### Definició edifici

Superfície útil habitable	1988.53	m <sup>2</sup>	 
Altura lliure de planta	4,7	m	
Nombre de plantes habitables	2		
Consum total diari d'ACS	0	l/dia	
Massa de les particions internes	Mitja		

S'ha assajat l'estanqueïtat de l'edifici

Figura 6. Introducció de dades generals

### 8.3 Envolupant tèrmica

L'envolupant tèrmica inclou els tancaments que limiten entre la superfície habitable de l'edifici i l'ambient exterior (ja sigui l'aire, el terreny o un altre edifici), així com les particions interiors que separen la superfície habitable de la superfície no habitable del mateix edifici. Això inclou les cobertes, els murs, el sòl, les particions interiors, els buits i lluernes i, per últim, els ponts tèrmics. En

aquest apartat es descriuen els detalls de tots aquests elements: els materials emprats en la seva construcció, les mesures i la orientació.

També s'inclouen en aquest apartat els patrons d'ombra de les diferents façanes.

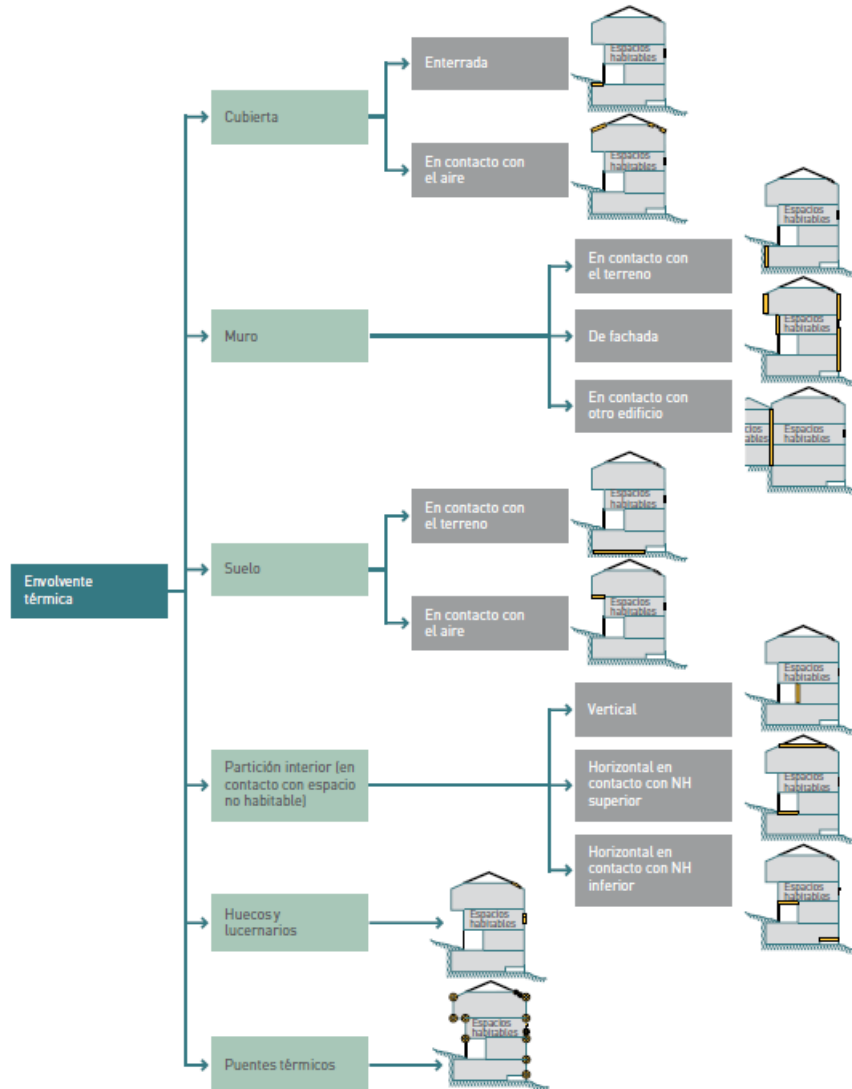


Figura 7. Esquema envolupant tèrmica. Font [15]

### 8.3.1 Coberta

La coberta és el tancament horitzontal de l'edifici. Hi ha dos tipus de cobertes: coberta enterrada i coberta en contacte amb l'aire, que a la vegada es divideix en coberta plana i coberta inclinada.



En l'edifici TR3 només existeix una coberta plana, que és la que es correspon amb la terrassa. Degut a que la resta de cobertes tenen una zona no habitable entre la segona planta i la pròpia coberta, no es consideren a efectes de certificació, ja que només es té en compte la partició interior que limita la primera planta amb la zona no habitable sobre el fals sostre. A més, no hi ha cap coberta enterrada en l'edifici.

Aquesta coberta té una superfície total de 259'25m<sup>2</sup>, corresponent a la superfície de la terrassa (exceptuant la construcció que hi ha). Degut a la manca de projecte d'execució i la impossibilitat de deduir amb exactitud la composició de la coberta pel que fa a materials, les propietats tèrmiques d'aquesta s'han estimat, considerant coberta plana i forjat unidireccional.

**Coberta en contacte amb l'aire**

Nom	Coberta plana	Zona	Edificio Objeto
<i>Dimensions</i>		<i>Característiques</i>	
Superfície	259.25 m2	Patró d'ombres	Sin patrón
Longitud	m		
Amplada	m		
<i>Paràmetres característics del tancament</i>			
<b>Propietats tèrmiques</b>	Estimades	Transmitància tèrmica	2.27 W/m2K
Tipus de coberta	Coberta plana		
Tipus de forjat	Unidireccional		
<input type="checkbox"/> Te aïllament tèrmic			

Figura 8. Introducció de dades de la coberta

### 8.3.2 Mur

Els murs són els tancaments verticals de l'edifici. En el cas concret d'aquest edifici hi ha tres tipus de murs: murs de façana, murs en contacte amb el terreny i murs de mitjanera.

Els murs de façana són els que estan en contacte amb l'aire exterior, mentre que els murs en contacte amb el terreny són els que es troben enterrats. Els murs de mitjanera són els que estan en contacte amb un altre edifici, i només afecten a la inèrcia tèrmica de l'edifici.

Degut a la geometria de l'edifici, i sobretot al pendent del terreny, els murs orientats al nord i al sud tenen una part en contacte amb l'aire (considerats al programa com a murs de façana) i una part enterrada (considerats al programa com a murs en contacte amb el terreny). L'orientació dels murs en funció dels

angles que formen amb el nord geogràfic ve determinada pel Codi Tècnic de l'Edificació. Aquests angles són els que es mostren a la imatge.

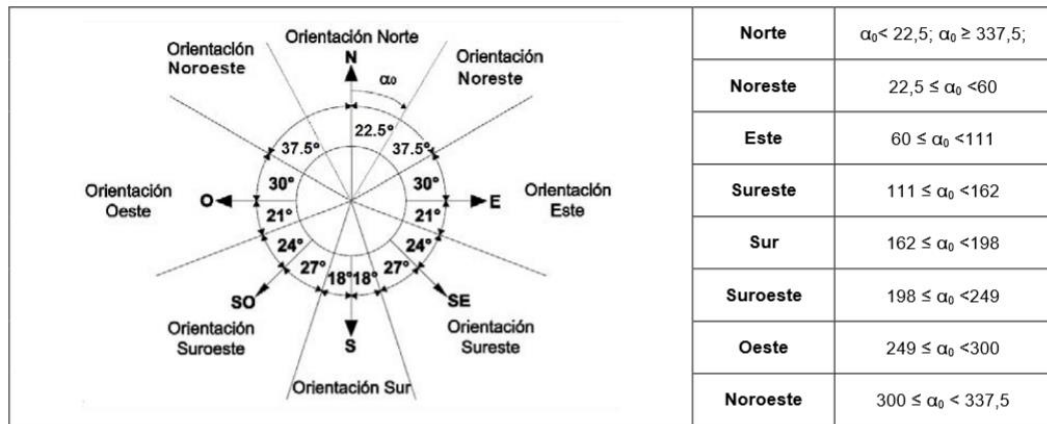


Figura 9. Orientació dels murs en funció de l'angle. Font [1]

A partir d'aquesta informació s'ha comprovat quina és la orientació dels murs de l'edifici objecte d'estudi. S'ha calculat l'angle d'una de les façanes a partir de la cartografia cadastral, com es pot observar a continuació.

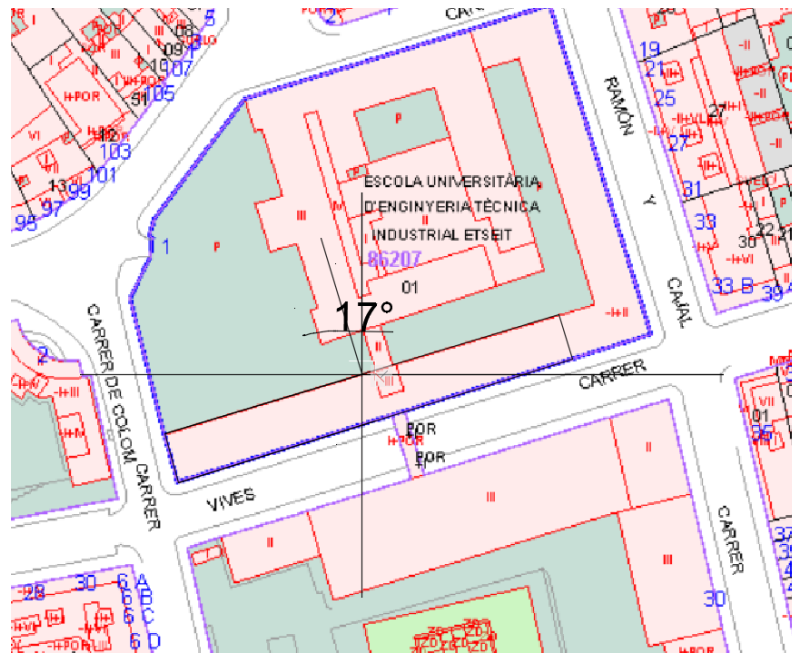


Figura 10. Determinació de l'orientació dels murs. Font [12]

Com es pot observar, l'angle que forma la façana principal amb el nord geogràfic és de 17 graus a l'oest. Per tant, la façana principal es considera orientada al nord. Aquesta orientació determina les altres, ja que la façana posterior es paral·lela a la principal i, per tant, està orientada al sud; mentre que la façana lateral és perpendicular a les altres dues, i està orientada a l'oest.

Els murs en contacte amb l'aire corresponen als murs orientats al nord, al sud i a l'oest, ja que a l'est l'edifici està en contacte amb l'edifici TR2. Per tant, s'ha considerat un mur de mitjanera que separa aquests dos edificis. Tot i que al manual del programa s'indica que si l'edifici contigu no és residencial no es pot considerar mur de mitjanera, en aquest cas s'ha considerat mur de mitjanera perquè els dos edificis tenen el mateix ús i les mateixes hores de funcionament. Per tant, és un mur que només afecta a la inèrcia tèrmica de l'edifici.

Pel que fa als murs en contacte amb l'aire, en cas que la composició d'un mateix mur no sigui la mateixa al llarg de tota la façana, si la superfície diferent supera el 10% del total de la superfície del mur, s'han de considerar dos murs diferents, malgrat a la pràctica es tracta del mateix mur. És per això que els murs de façana orientats al nord i al sud estan dividits en dos, ja que una part conté un aplacat de pedra i l'altra no. El mur de façana orientat a l'oest no es veu afectat perquè la superfície diferent no supera el 10% de la superfície total d'aquest mur.

A més, s'han afegit dues façanes fictícies que no existeixen però que permeten solucionar una singularitat de l'edifici. Aquesta singularitat es basa en que a la primera planta, l'edifici està connectat a l'edifici TR1 i l'edifici TR4 mitjançant ponts, però no existeix cap separació entre la superfície que es considera dins l'envolupant tèrmica de l'edifici TR4 i l'accés als dos ponts (en el cas de l'accés al pont del TR4 sí que existeix una porta, però sempre resta oberta i, per tant, no es té en compte). Per aquest motiu s'inclouen dos murs de façana amb la superfície de l'accés i unes propietats tèrmiques conegudes i iguals a zero: transmitància tèrmica igual a  $0\text{W/m}^2\text{K}$  i massa igual a  $0\text{kg/m}^2$ . D'aquesta manera l'accés es considera adiabàtic.

Les dades a introduir en aquest apartat són: la superfície del mur, la orientació d'aquest, els patrons d'ombres (en el cas dels murs de façana) i les propietats tèrmiques, que estan determinades pels materials emprats en la construcció.

**Mur de façana**

Nom:  Zona:

**Dimensions**

Superfície:  m<sup>2</sup>

Longitud:  m

Alçada:  m

**Característiques**

Orientació:

Patró d'ombres:

**Paràmetres característics del tancament**

**Propietats tèrmiques**  **Transmitància tèrmica**  W/m<sup>2</sup>K

Transmitància tèrmica  W/m<sup>2</sup>K **Massa/m<sup>2</sup>**  Kg/m<sup>2</sup>


Llibreria de tancaments  

Figura 11. Introducció de dades dels murs de façana

Pel que fa als murs de façana, es consideren 5 murs diferents, anomenats al programa de la següent manera:

- Façana nord aire 1: forma part de la façana principal de l'edifici. Està orientada al nord i conté les portes d'accés a l'edifici. Té una superfície de  $328'92 \text{ m}^2$ , corresponent al 40% del total de la superfície de façana orientada al nord. El mur està format per bloc ceràmic massís de mig peu amb un gruix de 43 cm i un revestiment interior de guix amb un gruix de 2 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de  $1'53 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- Façana nord aire 2: forma part de la façana principal de l'edifici, orientada al nord. Té una superfície de  $493'37 \text{ m}^2$ , corresponent al 60% del total de la superfície del mur. D'exterior a interior, els materials emprats en la construcció són 4 cm de roca arenisca, 4 cm de morter, 35 cm de bloc ceràmic massís de mig peu i revestiment interior de guix de 2 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de  $1'62 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



**Figura 12. Façana orientada al nord**

- Façana sud aire 1: forma part de la façana posterior de l'edifici, orientada al sud, i que dóna al carrer de Miquel Vives. Té una superfície de  $328'92 \text{ m}^2$ , corresponent al 40% del total de la superfície de façana orientada al nord. El mur està format per bloc ceràmic massís de mig peu amb un gruix de 43 cm i un revestiment interior de guix amb un gruix de 2 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de  $1'53 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Està afectat pel patró d'ombres anomenat "patró sud", que es detallarà en l'apartat 9.3.7.

- Façana sud aire 2: forma part de la façana posterior de l'edifici i, per tant, orientada al sud. Té una superfície de  $493'37 \text{ m}^2$ , corresponent al 60% del total de la superfície del mur. D'exterior a interior, els materials emprats en la construcció són 4 cm de roca arenisca, 4 cm de morter, 35 cm de bloc ceràmic massís de mig peu i revestiment interior de guix de 2 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de  $1'62 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Està afectat pel patró d'ombres anomenat "patró sud", que es detallarà en l'apartat 9.3.7.



Figura 13. Façana orientada al sud

- Façana oest: és la façana lateral de l'edifici, i dona al carrer Colom. Té una superfície de  $95'69 \text{ m}^2$ . Està orientada a l'oest i els materials de construcció, ordenats d'exterior a interior, són: 4 cm de roca arenisca, 4 cm de morter, 35 cm de bloc ceràmic massís de mig peu i revestiment interior de guix de 2 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de  $1'62 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Figura 14. Façana orientada a l'oest

- Façana fictícia 1: és una façana que físicament no existeix, però permet resoldre una singularitat de l'edifici. Aquesta façana fictícia correspon a l'accés des de l'edifici al pont que connecta els edificis TR3 i TR1, amb una superfície de 17'05 m<sup>2</sup>. Degut a que no hi ha cap porta entre la superfície dins l'envolupant tèrmica i el pont, es considera una façana adiabàtica, i la manera d'aconseguir-ho és creant una façana de transmitància tèrmica igual a 0W/m<sup>2</sup>K i massa igual a 0kg/m<sup>2</sup>.
- Façana fictícia 2: de la mateixa manera, es crea aquesta façana fictícia per resoldre la singularitat que s'ha explicat. En aquest cas, la façana fictícia té una superfície de 8'06 m<sup>2</sup>, corresponent a l'accés al pont que connecta els edificis TR3 i TR4. També es considera una transmitància tèrmica igual a 0W/m<sup>2</sup>K i massa igual a 0kg/m<sup>2</sup> perquè la façana sigui totalment adiabàtica a efectes de certificació. Malgrat en aquest cas existeix una porta a l'accés del pont, no es té en compte perquè durant les hores de funcionament de l'edifici sempre es manté oberta.



### Libreria de tancament

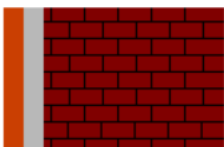
Nom

*Característiques del tancament*

Verticals (Materials ordenats d'exterior a interior); Horitzontals (Materials ordenats de dalt a baix)

Material	Grup	R (m <sup>2</sup> K/...)	Espessor...	λ (W/mK)	\u03C1 (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (J/kgK)
Arenisca [2200 < d < 26...	Pètreos y suelos	0.013	0.04	3	2400	1000
Mortero de cemento o c...	Morteros	0.031	0.04	1.3	1900	1000
1/2 pie LM métrico o cat...	Fábricas de ladrillo	0.353	0.35	0.991	2170	1000
Enlucido de yeso d < 1...	Enlucidos	0.05	0.02	0.4	900	1000



$R_1 + \dots + R_n$   
0.45 m<sup>2</sup>K/W

*Característiques del material*

Grup de materials

Material

Espessor  m      λ  W/mK

ρ  kg/m<sup>3</sup>      Calor específic  J/kgK

Afegir  
Modificar  
Esborrar  
Netejar camps

Figura 15. Llibreria de tancaments

Pel que fa als murs en contacte amb el terreny, es consideren dos murs, anomenats al programa de la manera següent:

- Mur enterrat nord: és el que complementa el mur de façana orientat al nord (“façana nord aire 1” i “façana nord aire 2” al programa). El mur és el mateix, però en el programa ha d'estar dividit per diferenciar la part que està en contacte amb l'aire de la part que està en contacte amb el terreny. Té una superfície de 59'33 m<sup>2</sup>. Les propietats tèrmiques s'estimen en funció de la profunditat del mur, que és d'1 metre de mitjana, ja que va des de la superfície fins a una profunditat màxima de 2 metres, linealment.
- Mur enterrat sud: és el que complementa el mur de façana orientat al sud (“façana sud aire 1” i “façana sud aire 2” al programa). Igual que en el cas anterior, el mur és el mateix, però en el programa ha d'estar dividit per diferenciar la part que està en contacte amb l'aire de la part que està en contacte amb el terreny. Té una superfície de 59'33 m<sup>2</sup>. Les propietats tèrmiques s'estimen en funció de la profunditat que, com en el cas anterior, és d'1 metre de mitjana.

#### Mur en contacte amb el terreny

Nom	Mur enterrat nord	Zona	Edificio Objeto
<i>Dimensions</i>			
Superfície	59.33 m <sup>2</sup>	Longitud	m
		Alçada	m
<i>Paràmetres característics del tancament</i>			
<b>Propietats tèrmiques</b>	Estimades	Transmitància tèrmica	1.91 W/m <sup>2</sup> K
Profunditat de la part soterrada	1 m		
<input type="checkbox"/> Te aïllament tèrmic			

Figura 16. Introducció de dades de murs en contacte amb el terreny

Per últim, només hi ha un mur de mitjanera, anomenat “mitjanera est” al programa, que actua com a separació entre els edificis TR2 i TR3. Aquest mur no està en contacte amb l'aire, sinó que dona a l'interior de l'edifici TR2 i, a efectes pràctics, com s'ha comentat amb anterioritat, només afecta a la inèrcia tèrmica de l'edifici. Es considera mur de mitjanera perquè l'edifici amb el que limita té el mateix ús i, per tant, els mateixos horaris. Té una superfície de 95'69 m<sup>2</sup> i es considera lleuger (menys de 200 kg/m<sup>2</sup>).

**Mitjanera**

Nom:  Zona:

*Dimensions*

Superfície:  m<sup>2</sup>  
 Longitud:  m  
 Alçada:  m

*Característiques*

Tipus de mur:  Kg/m<sup>2</sup>

Figura 17. Introducció de dades de murs de mitjanera

### 8.3.3 Sòl

El sòl és el tancament horitzontal inferior de l'edifici. El programa permet diferenciar entre dos tipus de sòl, en funció de si està en contacte amb l'aire o en contacte amb el terreny. En aquest cas, només existeix un sòl en contacte amb el terreny, mentre que no hi ha cap sòl en contacte amb l'aire.

Les dades necessàries per definir el sòl són la superfície, la profunditat i les propietats tèrmiques.

En el cas concret d'aquest edifici, la superfície total de sòl és de 815'80 m<sup>2</sup>, mentre que la profunditat és inferior a 0'5m. Pel que fa a les propietats tèrmiques, s'estimen en funció del perímetre, que en aquest cas és de 203'16 m.

**Sòl en contacte amb el terreny**

Nom:  Zona:

*Dimensions*

Superfície:  m<sup>2</sup>  
 Longitud:  m  
 Amplada:  m

*Característiques*

Profunditat:  Menor o igual que 0.5 m  
 Major que 0.5 m  m

*Paràmetres característics del tancament*

Propietats tèrmiques:   W/m<sup>2</sup>K

Perímetre:  m

Té aïllament tèrmic

Figura 18. Introducció de dades del sòl



### 8.3.4 Partició interior

Les particions interiors són elements constructius que determinen la separació entre una superfície habitable d'una superfície no habitable.

El programa permet diferenciar entre tres particions interiors diferents: partició interior vertical, partició interior horitzontal en contacte amb un espai no habitable superior, i partició interior horitzontal en contacte amb un espai no habitable inferior.

Com en els casos anteriors, les dades necessàries per definir aquestes particions són la superfície, el tipus d'espai no habitable amb el que limiten, i les propietats tèrmiques.

En aquest cas hi ha una partició interior vertical i quatre particions interiors horitzontals. D'aquestes quatre particions horitzontals, dues són en contacte amb un espai no habitable superior, mentre que les altres dues són en contacte amb un espai no habitable inferior. Les particions definides al programa són les següents:

- Partició superior construcció terrassa: és la part que separa horitzontalment la superfície habitable de la construcció que hi ha a la terrassa. Aquesta partició té una superfície de 29'75 m<sup>2</sup>, i el tipus d'espai no habitable segons el programa és "altre". Les propietats tèrmiques es calculen per defecte, ja que no s'ha realitzat cap assaig, i el programa determina una transmitància tèrmica de 1'7 W/m<sup>2</sup>K.
- Partició superior coberta inclinada: és la part que separa horitzontalment la superfície habitable de la coberta inclinada. Aquesta partició té una superfície de 687'48 m<sup>2</sup>, i el tipus d'espai no habitable segons el programa és "espai sota coberta inclinada". Les propietats tèrmiques s'estimen a partir del grau de ventilació de l'espai no habitable, que en aquest cas es considera lleugerament ventilat, i la superfície del tancament, que és de 669'63 m<sup>2</sup>. La transmitància tèrmica de la partició s'obté per defecte, i el programa li assigna un valor de 1'1 W/m<sup>2</sup>K.

**Partició interior horitzontal en contacte amb espai NH superior**

Nom  Zona

*Paràmetres generals*

Superfície de la partició  m<sup>2</sup>

Tipus d'espai no habitable

*Paràmetres característics pel càlcul de la U global*

**Propietats tèrmiques: U global**  *Transmitància tèrmica*  W/m<sup>2</sup>K

Grau de ventilació de l'espai NH

Té aïllament tèrmic *Superfície del tancament*  m<sup>2</sup>

*Definir la transmitància tèrmica de la partició*

Definir U partició



**Figura 19. Introducció de dades de la partició horitzontal**

- Partició inferior magatzem 1: és la part que separa horitzontalment la superfície habitable amb el magatzem que hi ha al soterrani proper a la façana oest de l'edifici, que es considera no habitable. Aquesta partició té una superfície de 127'98 m<sup>2</sup>, i el tipus d'espai no habitable segons el programa és "garatge/espai soterrat". Les propietats tèrmiques s'estimen en funció del grau de ventilació de la superfície no habitable (es considera un espai ventilat a causa de les dues portes i les tres finestres que conté), de la superfície del tancament (127'98 m<sup>2</sup>) i del volum de l'espai no habitable (371'14 m<sup>3</sup>, resultant de multiplicar la superfície de l'espai per una alçada mitjana de 2'90 m).
- Partició inferior magatzem 2: és la part que separa horitzontalment la superfície habitable amb el magatzem que hi ha al soterrani proper a l'entrada principal de l'edifici, que es considera no habitable. Aquesta partició té una superfície de 30'53 m<sup>2</sup>, i el tipus d'espai no habitable segons el programa és "garatge/espai soterrat". Les propietats tèrmiques s'estimen en funció del grau de ventilació de la superfície no habitable (es considera un espai lleugerament ventilat, ja que no té finestres i l'única porta d'accés dona a l'interior de l'edifici), de la superfície del tancament (32'97 m<sup>2</sup>) i del volum de l'espai no habitable (95'61 m<sup>3</sup>, resultant de multiplicar la superfície de l'espai per una alçada mitjana de 2'90 m).
- Partició vertical entrada: és la zona corresponent a l'entrada principal de l'edifici, on hi ha un espai entre les dues portes consecutives que s'han de creuar per entrar a l'edifici. Aquesta partició té una superfície de 14'9 m<sup>2</sup>, corresponent a l'espai que hi ha entre la porta que dona a l'exterior i la porta d'accés a la zona habitable de l'edifici. Les propietats tèrmiques de la partició s'estimen en funció del grau de ventilació de l'espai (es

considera ventilat degut a la porta que dóna a l'exterior i les dues finestres que hi ha) i la superfície del tancament, que és de 9'33 m<sup>2</sup>. La transmitància tèrmica de la partició es calcula a partir dels materials de construcció del mur. El mur està format per bloc ceràmic massís de mig peu amb un gruix de 14 cm i un revestiment interior de guix amb un gruix d'1 cm. La transmitància tèrmica obtinguda és de 1'71 W/m<sup>2</sup>K.

### Partició interior vertical


Nom  Zona

*Dimensions*

Superfície de la partició  m<sup>2</sup>

Longitud  m

Alçada  m



*Paràmetres característics pel càlcul de la U global*

**Propietats tèrmiques: U global**  *Transmitància tèrmica*  W/m<sup>2</sup>K

Grau de ventilació de l'espai NH

Te aïllament tèrmic *Superfície del tancament*  m<sup>2</sup>

*Definir la transmitància tèrmica de la partició*

Definir U partició

Transmitància tèrmica Up  W/m<sup>2</sup>K


Llibreria de tancament  

Figura 20. Introducció de dades de la partició vertical

### 8.3.5 Buits i lluernes

Els buits i lluernes són elements molt importants pel que fa a l'eficiència energètica, ja que són punts en els quals les pèrdues d'energia poden ser molt elevades. Aquest apartat inclou les portes, les finestres i les lluernes o claraboies. L'edifici TR3 compta amb 3 tipus de portes diferents, 22 tipus de finestres diferents i 2 tipus de lluernes.

En aquest apartat, els paràmetres necessaris per definir els diferents buits i lluernes són:

- El tancament associat: pot ser un mur de façana o una coberta, en el qual està definida la orientació.
- Les dimensions del buit: inclou la superfície del buit, així com el percentatge de marc. A més, en cas de tenir més d'un buit de les mateixes característiques, es pot indicar el multiplicador, fet que simplifica la introducció de dades, ja que tots els buits iguals s'introdueixen només una vegada i s'indica el nombre de buits de les mateixes característiques amb el multiplicador.
- Les característiques del buit: inclou la permeabilitat del buit, l'absortivitat del marc en funció del seu color (com es pot veure en la figura 21), el dispositiu de protecció solar en cas d'existir (com es pot veure en la figura 22), el patró d'ombres en cas de tenir-ne, i l'existència o no de doble finestra (que, en el cas de l'edifici TR3, no n'hi ha en cap dels casos).
- Els paràmetres característics del buit: inclou les propietats tèrmiques, el tipus de vidre i el tipus de marc.

Absortivitat del marco para radiación solar  $\alpha$

Color	Clar	Mitjà	Fosc
Blanc	<input type="radio"/> 0.2	<input type="radio"/> 0.3	---
Groc	<input type="radio"/> 0.3	<input type="radio"/> 0.5	<input type="radio"/> 0.7
Beige	<input type="radio"/> 0.35	<input type="radio"/> 0.55	<input type="radio"/> 0.75
Marró	<input type="radio"/> 0.5	<input checked="" type="radio"/> 0.75	<input type="radio"/> 0.92
Vermell	<input type="radio"/> 0.65	<input type="radio"/> 0.8	<input type="radio"/> 0.9
Verd	<input type="radio"/> 0.4	<input type="radio"/> 0.7	<input type="radio"/> 0.88
Blau	<input type="radio"/> 0.5	<input type="radio"/> 0.8	<input type="radio"/> 0.95
Gris	<input type="radio"/> 0.4	<input type="radio"/> 0.65	---
Negre	---	<input type="radio"/> 0.96	---

Figura 21. Absortivitat del marc

### Elements d'ombrejament

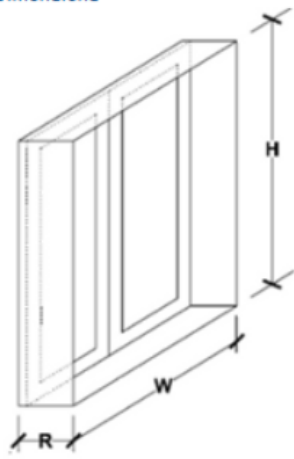
Seleccionar els elements d'ombrejament corresponents

<input type="checkbox"/> Voladiu	Definir
<input checked="" type="checkbox"/> Retranqueig	Definir
<input type="checkbox"/> Lames horitzontals	Definir
<input type="checkbox"/> Lames verticals	Definir
<input type="checkbox"/> Tendalls	Definir
<input type="checkbox"/> Lluernaris	Definir
<input type="checkbox"/> corrector del factor solar	

Figura 22. Elements d'ombrejament

### Reculades

Dimensions



H	<input type="text" value="1.76"/>	m
W	<input type="text" value="1.63"/>	m
R	<input type="text" value="0.23"/>	m

Figura 23. Definició de la reculada

#### 8.3.5.1 Portes

S'han considerat 4 portes diferents, que es mostren en la taula. La porta d'entrada no es té en compte degut a que l'entrada es considera una partició interior i, per tant, la porta no forma part de la façana. Tampoc no s'han considerat les dues portes properes a la cantonada que dona al carrer Colom i que donen accés al magatzem soterrat, ja que aquest magatzem no s'ha considerat com una superfície habitable, sinó que s'ha tractat com una partició interior horitzontal.

Per altra banda, s'ha inclòs la porta que hi ha a la primera planta a la façana nord, propera al pont d'accés. Aquesta és una porta que no va enlloc i que, de fet, no s'utilitza perquè en travessar la porta no hi ha continuïtat a partir de la línia de façana. Tot i això, a efectes de transmissió tèrmica és una porta com qualsevol altra i, per tant, s'ha de tenir en compte a l'hora de realitzar la certificació.

Les diferents portes existents a l'edifici, així com les seves característiques principals, es mostren a continuació. Totes les portes tenen un marc de fusta i una absortivitat de 0'75.

**Taula 3. Portes existents**

Nom	Orientació	Superfície (m <sup>2</sup> )	Multiplicador	Patró d'ombra	Protecció solar
<b>Porta nord 1</b>	Nord	4'87	2	No	Reculada 0'39 m
<b>Porta nord 2</b>	Nord	1'83	1	No	Reculada 1'20 m
<b>Porta nord P1</b>	Nord	4'67	1	No	Reculada 0'45 m

#### 8.3.5.2 Finestres

Les finestres són els buits més complexos d'aquest edifici, degut a la gran varietat de finestres diferents que trobem. Malgrat els materials i, en bona part les formes, són comuns entre totes les finestres, les mesures varien considerablement, així com les formes.

En el conjunt de l'edifici s'hi troben 22 tipus de finestres diferents, repartits de la següent manera: a la façana nord s'hi troben 7 tipus de finestres diferents, a la façana sud n'hi ha 10 de diferents, i a la façana oest 5.

Les superfícies, els materials i els dispositius de protecció solar de cada tipologia de finestra es mostren a les taules. Per totes les finestres s'ha considerat vidre simple, marc de fusta i absortivitat de 0'75, corresponent a un color marró.

Pel que fa a les finestres orientades al nord, l'edifici disposa de les següents:

**Taula 4. Finestres orientades al nord**

Nom	Superfície (m <sup>2</sup> )	Multiplicador	Patró d'ombra	Protecció solar
<b>Finestra nord P0 esquerra</b>	2'87	12	No	Reculada 0'23 m
<b>Finestra nord P0 dreta</b>	3'31	14	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra nord P1</b>	3'11	30	No	Reculada 0'45 m
<b>Finestra sobre porta</b>	1'93	2	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra nord cantonada P0</b>	4'78	1	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra nord semicercle</b>	1'28	2	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra nord cantonada P1</b>	2'62	1	No	Reculada 0'42 m

Les finestres orientades al sud es descriuen a continuació:

**Taula 5. Finestres orientades al sud**

Nom	Superfície (m <sup>2</sup> )	Multiplicador	Patró d'ombra	Protecció solar
<b>Finestra sud P0 dreta</b>	3'31	8	Patró sud	Reculada 0'23 m
<b>Finestra sud P1</b>	3'31	28	Patró sud	Reculada 0'45 m
<b>Finestra sud P0 final 1</b>	2'64	2	Patró sud	Reculada 0'23 m
<b>Finestra sud P0 final 2</b>	1'76	2	Patró sud	Reculada 0'23 m
<b>Finestra sud P0 esquerra</b>	3'31	16	Patró sud	Reculada 0'42 m
<b>Finestra sud cantonada P0</b>	4'78	1	Patró sud	Reculada 0'42 m
<b>Finestra sud semicercle</b>	1'28	2	Patró sud	Reculada 0'42 m
<b>Finestra sota pont</b>	0'87	4	Patró sud	Reculada 0'50 m
<b>Finestra sud cantonada P1</b>	2'62	1	Patró sud	Reculada 0'42 m

Per últim, les finestres orientades a l'oest són les següents:

**Taula 6. Finestres orientades a l'oest**

Nom	Superfície (m <sup>2</sup> )	Multiplicador	Patró d'ombra	Protecció solar
<b>Finestra extrems P0</b>	0'64	2	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra extrems P1</b>	0'32	1	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra allargada P0</b>	1'06	2	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra oest semicercle</b>	1'28	2	No	Reculada 0'42 m
<b>Finestra central oest</b>	2'90	2	No	Reculada 0'42 m

Les propietats tèrmiques han estat estimades a partir del tipus de vidre i el tipus de marc de cada finestra, mentre que les superfícies han estat calculades a partir de l'alçada i la longitud. Aquestes mesures s'han obtingut in situ, a partir de mesures realitzades en diverses visites a l'edifici, i algunes d'elles s'han comprovat amb un plànol d'alçat d'una de les façanes de l'edifici, que és l'únic plànol d'alçat del que es disposa.

Un exemple de les dades que s'han d'introduir per modelitzar els buits és el següent:

**Buit/luernari**

Nom: Finestra nord P0 esquerra  
Tancament associat: Façana nord aire 1  
Orientació: Norte

**Dimensions**

Longitud: 1.63 m  
Alçada: 1.76 m  
Multiplicador: 12  
Superfície: 34.43 m<sup>2</sup>  
Percentatge de marc: 20 %

**Característiques**

Permeabilitat del buit: Poc estanc 100 M3/hm<sup>2</sup>  
Absortivitat del marc: 0.75  
 Dispositiu de protecció solar  
Patró d'ombres: Sin patrón  
 Doble finestra

**Paràmetres característics del buit**

Propietats tèrmiques: Estimades  
Tipus de vidre: Simple  
Tipus de marc: Fusta

U vidres: 5.7 W/m<sup>2</sup>K  
G vidres: 0.82  
U marc: 2.2 W/m<sup>2</sup>K

**Figura 24. Introducció de dades dels buits**



### 8.3.5.3 Lluernes

S'han considerat dues lluernes diferents, les dues corresponents a la façana sud de l'edifici. Aquestes lluernes estan situades a la façana sud, a la zona propera al pont d'accés al TR4, a la primera planta, properes al forjat. Hi ha dues lluernes circulars iguals entre elles i quatre lluernes rectangulars també iguals entre elles, com es mostra en la taula següent:

Les diferents lluernes existents a l'edifici, així com les seves característiques principals, es mostren a continuació. Totes les lluernes tenen un marc de PVC.

Les lluernes circulars tenen una absortivitat de 0'2, mentre que les rectangulars tenen una absortivitat de 0'96. Això és degut al color del marc, blanc en el cas de les circulars i negre en el cas de les rectangulars.

**Taula 7. Lluernes existents**

Nom	Orientació	Superfície (m <sup>2</sup> )	Multiplicador	Patró d'ombra	Protecció solar
<b>Lluerna circular</b>	Sud	0'26	2	Patró sud	Reculada 0'50 m
<b>Lluerna rectangular</b>	Sud	0'25	4	Patró sud	Reculada 0'50 m

### 8.3.6 Ponts tèrmics

Els ponts tèrmics són les parts de l'envolupant tèrmica en els quals la resistència tèrmica varia a causa de diferències de gruix, penetracions d'aire o diferència d'àrees internes.

El programa permet incloure fins a 8 tipus de ponts tèrmics diferents, però en el present estudi només se n'han considerat 5. Això és degut a que la resta de ponts tèrmics no procedien, ja que es corresponen amb casos que no existeixen en l'edifici TR3, com poden ser caixes de persianes (no hi ha cap finestra que disposi de persiana) o trobada de façana amb sòl en contacte amb l'aire (no hi ha sòl en contacte amb l'aire en cap zona de l'edifici). Els ponts tèrmics que s'han considerat són els següents:

- Pilar integrat en façana: s'ha considerat en totes les façanes de l'edifici, a excepció de les façanes fictícies que s'han explicat anteriorment. La transmitància tèrmica es calcula automàticament a partir dels detalls

constructius de les façanes, i automàticament assigna un pilar cada cinc metres lineals de façana. En aquest cas s'ha considerat façana d'una fulla sense aïllament, amb el pilar enrasat exteriorment i sense revestir, obtenint una transmitància tèrmica de 0'67 W/mK.

- Contorn del buit: s'ha considerat en totes les façanes que contenen buits. Degut a la diferència de materials entre diferents zones de la mateixa façana, com s'explica en l'apartat 8.3.2, els buits estan concentrats en les façanes anomenades "façana nord aire 1", "façana sud aire 1" i "façana oest". El contorn del buit consta de tres ponts tèrmics diferents: brancal, llinda i ampit. A causa de la complexitat per modelitzar els ponts tèrmics de les tres parts de cada buit, el contorn del buit s'ha modelitzat per defecte a partir de les mesures de cadascun dels buits. Per cada contorn del buit s'ha obtingut un valor de transmitància tèrmica lineal de 0'55 W/mK.
- Trobada de façana amb forjat: s'ha considerat en totes les façanes, a excepció de les dues façanes fictícies. Les transmitància tèrmica ha estat obtinguda a partir d'una façana d'una fulla sense aïllament, amb el forjat enrasat exteriorment. S'ha obtingut un valor de 1'11 W/mK per aquest pont tèrmic.
- Trobada de façana amb coberta: de la mateixa manera que en els casos anteriors, es tenen en compte totes les façanes excepte les dues façanes fictícies. A partir d'una façana d'una fulla sense aïllament amb el forjat enrasat exteriorment s'ha obtingut un valor de transmitància tèrmica de 0'81 W/mK.
- Trobada de façana amb solera: igual que en els casos anteriors, es consideren totes les façanes a excepció de les fictícies. També de la mateixa manera, partint d'una façana d'una fulla sense aïllament, amb la solera enrasada amb la cara exterior de la façana, s'obté una transmitància tèrmica de 0'43 W/mK.

### 8.3.7 Patrons d'ombra

Un dels aspectes a tenir en compte a l'hora de realitzar la certificació és l'existència de patrons d'ombra. Segons el Codi Tècnic de l'Edificació existeixen 8 orientacions diferents i, per tant, en funció de l'orientació de cada façana i de l'existència d'edificis propers que puguin fer ombra, hi haurà un patró d'ombra o un altre.

L'orientació de les façanes es determina a partir de la línia del nord geogràfic i la línia perpendicular a la façana, tenint en compte que cada orientació conté un determinat rang d'angles entre els quals es considera que pertany a una determinada orientació, com s'ha mostrat en la figura 9 de l'apartat 8.3.2.

En aquest cas, la façana principal de l'edifici es troba orientada al nord amb una desviació de 17 graus a l'oest, de manera que es pot considerar com a orientada al nord. De la mateixa manera, les altres façanes es poden considerar orientades a l'oest i al sud, respectivament. No hi ha façana orientada a l'est perquè l'edifici TR3 està en contacte amb l'edifici TR2 en la direcció est.

Els patrons d'ombra són modelitzacions dels edificis o objectes que fan ombra a una o més façanes de l'edifici objecte d'estudi, impedit que la radiació solar arribi en la seva totalitat.

En aquest cas, els patrons d'ombra només afecten la façana orientada al sud, a causa de l'edifici TR4, situat a l'altra banda del carrer Miquel Vives. Degut a que l'alçada de l'edifici TR4 no és constant al llarg de tota la seva superfície, s'ha dividit en dos edificis diferents, considerant la divisió en el punt on hi ha un canvi bruscat d'alçada.

Tot i que el programa permet la introducció de dades referent als patrons d'ombra de manera simplificada, mitjançant obstacles rectangulars, s'ha optat per introduir les dades a partir dels angles calculats sobre la cartografia cadastral.

Aquest procediment simplificat permet definir els obstacles que causen el patró d'ombres a partir de l'orientació i quatre dades numèriques: la distància entre la façana de l'edifici estudiat i la façana de l'edifici que produeix ombra, la distància horitzontal fins a un extrem i l'altre de la façana de l'edifici que produeix ombra i, per últim, l'alçada entre la línia que determina la distància entre façanes i el punt més alt de l'edifici que provoca l'existència del patró d'ombres. En la següent imatge es poden apreciar aquestes dades:

### Obstacles rectangulars

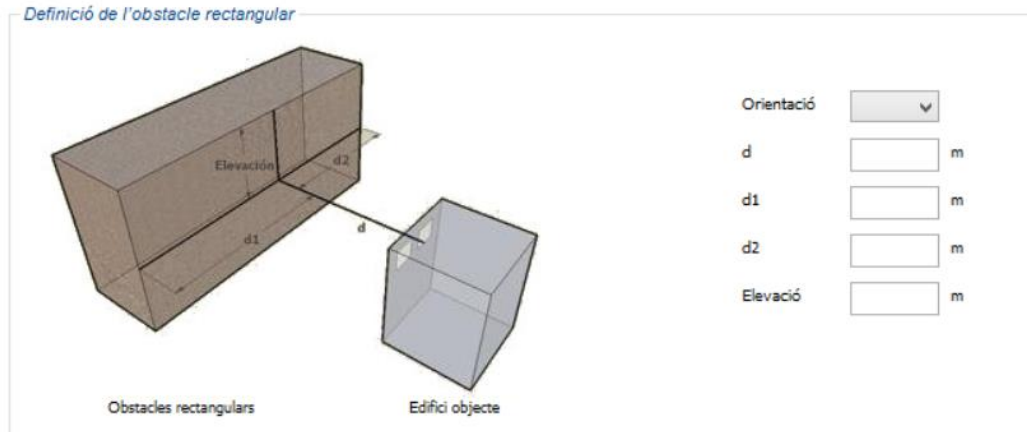


Figura 25. Mètode simplificat de determinació de patrons d'ombra

En canvi, la manera escollida per determinar els patrons d'ombres es basa en els càlculs d'angles azimuthals i d'elevació.

Els angles azimuthals es calculen a partir de la projecció horitzontal obtinguda en un mapa qualsevol, en aquest cas la cartografia cadastral. Es tracen línies des del centre de l'edifici objecte d'estudi fins les cantonades de l'edifici que provoca ombra, i es calculen els angles que formen aquestes línies amb el sud geogràfic. Aquests angles azimuthals s'introdueixen al programa, tenint en compte que els angles a l'est es consideren negatius. A la imatge es mostra l'obtenció dels angles azimuthals.

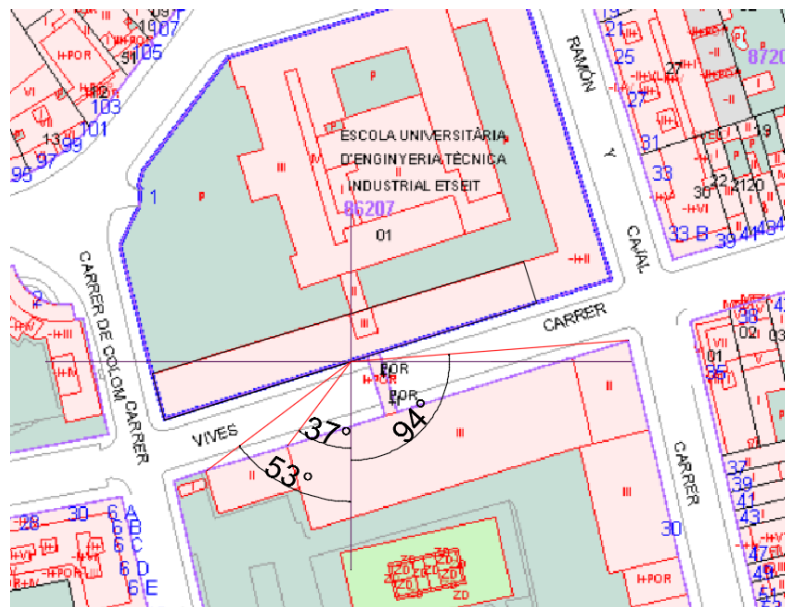


Figura 26. Determinació dels angles azimuthals. Font [12]

Pel que fa als angles d'elevació, es calculen a partir del triangle format per la línia perpendicular que va del punt mig de l'edifici objecte d'estudi fins les cantonades de l'edifici que provoca ombra, i la distància vertical entre aquesta línia i el punt més alt de l'edifici que produeix el patró d'ombres. Com que aquestes dues distàncies es corresponen amb els dos catets del triangle, per trigonometria s'obté el valor de l'angle que formen la horitzontal i la hipotenusa d'aquest triangle.

En aquest cas, els dos edificis que es consideren a l'hora de calcular els patrons d'ombra tenen unes alçades de 18 i 9 metres, respectivament, segons la informació proporcionada pel Servei d'Obres i Manteniment. A partir de les mesures realitzades sobre la cartografia cadastral, les distàncies entre l'edifici objecte d'estudi i els edificis que provoquen l'ombra són les següents:

- Per l'edifici situat més a l'est, que té una alçada de 18 metres, les distàncies a les cantonades són de 26'8 i 70'4 metres, respectivament.
- Per l'edifici situat més a l'oest, que té una alçada de 9 metres, les distàncies a les cantonades són de 45'8 i 26'8 metres, respectivament.

La distància de 26'8 metres és coincident als dos casos, ja que es tracta del mateix punt.

Com que es considera la línia que va del punt mig de l'edifici objecte d'estudi fins l'edifici que provoca ombra, les alçades que es tenen en compte per resoldre la trigonometria són de 13'5 m per l'edifici situat més a l'est i 4'5 m per l'edifici situat més a l'oest.

Per tant, per l'edifici més alt els angles d'elevació són:

$$\beta_1 = \arctg \frac{13,5}{26,8} = 27^\circ$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{13,5}{70,4} = 11^\circ$$

Anàlogament, per l'edifici més baix els angles són el següents:

$$\beta_1 = \arctg \frac{4,5}{45,8} = 6^\circ$$

$$\beta_2 = \arctg \frac{4,5}{26,8} = 10^\circ$$

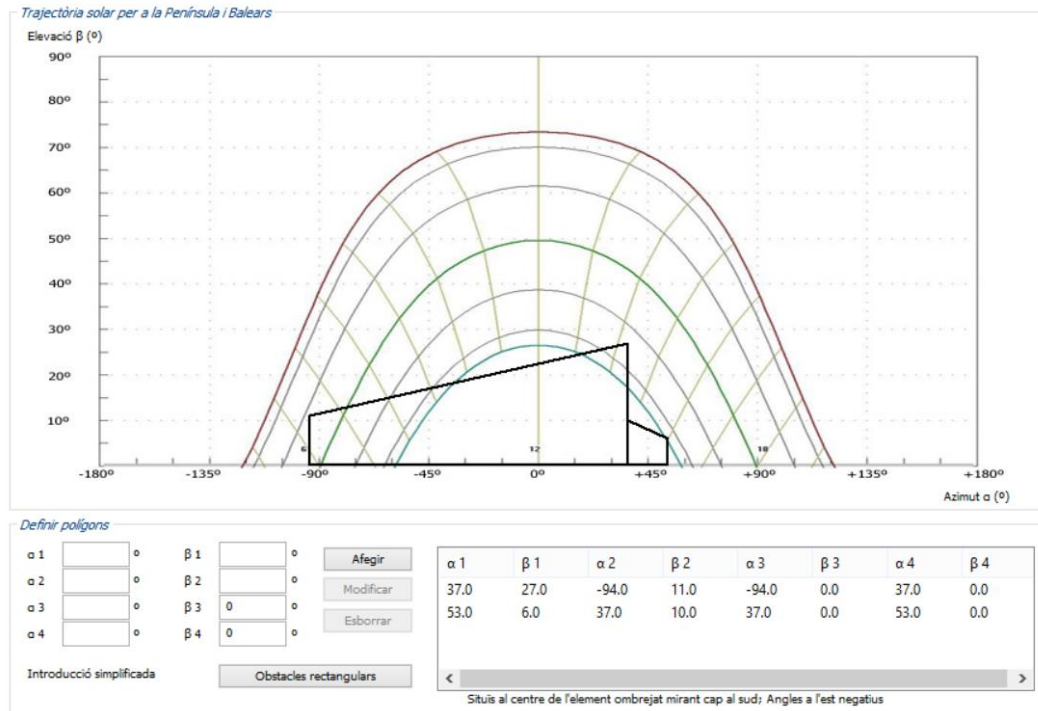


Figura 27. Introducció dels angles azimuthals i d'elevació

### 8.4 Instal·lacions

Les instal·lacions es divideixen en 12 tipus a l'hora d'introduir totes les dades necessàries al programa. Aquests tipus d'instal·lacions són els que es mostren a la imatge següent:

#### Instal·lacions de l'edifici

- Equip d'ACS
- Equip de només calefacció
- Equip de només refrigeració
- Equip de calefacció i refrigeració
- Equip mixt de calefacció i ACS
- Equip mixt de calefacció, refrigeració i ACS
- Contribucions energètiques
- Equips d'enllumenat
- Equips d'aire primari
- Ventilador
- Equips de bombeig
- Torres de refrigeració

Figura 28. Instal·lacions

L'edifici TR3 no disposa d'aigua calenta sanitària, de manera que part de les instal·lacions que permet definir el programa no s'han de caracteritzar perquè no existeixen.

Només s'han de considerar equips de només calefacció, equips de només refrigeració, equips d'enllumenat i equips de bombeig.

Si algun dels sistemes existents no cobreix el 100% de la demanda a certificar, el programa automàticament assigna equips per defecte a la superfície no coberta per suplir les necessitats tèrmiques d'aquesta.

#### 8.4.1 Equips de només calefacció

Els equips de només calefacció estan formats per dues calderes de gas natural. Les dues calderes són de la marca Roca i tenen una potència nominal de 882kW i 812kW, respectivament.

Aquestes dues calderes donen servei de calefacció a l'edifici TR3, però també als edificis TR1 i TR2. Tot i que no tota la potència es destina a escalfar l'edifici estudiat, al programa s'han d'introduir igualment les característiques de les dues calderes.

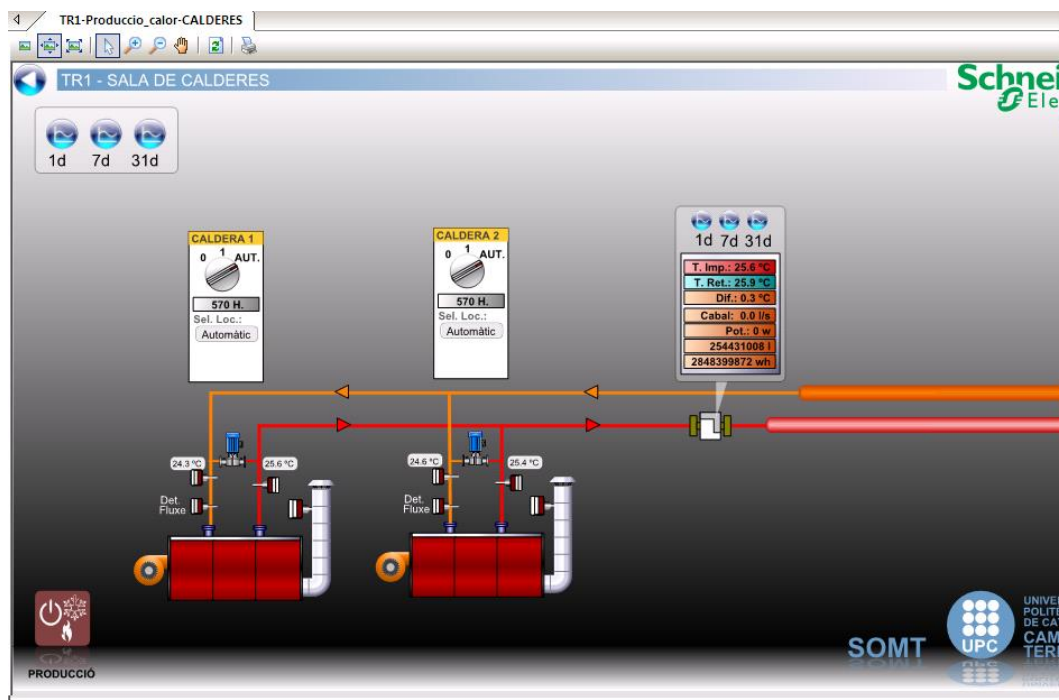


Figura 29. Calderes que donen servei a l'edifici. Font [4]

En aquest cas, es considera com a superfície calefactada tota la superfície habitable de l'edifici, és a dir, 1988'53 m<sup>2</sup>. Tot i que algunes zones no disposen de radiadors, com poden ser passadissos, forats d'escales i algun laboratori, es considera que el 100% de la superfície està calefactada ja que, com s'indica en l'apartat anterior, el programa assigna internament i automàticament equips per defecte a la superfície no coberta.

Les dues calderes donen servei de calefacció a tota la superfície calefactada, de manera que es van alternant en el seu funcionament. Degut a que el programa impedeix indicar cada caldera dóna servei al 100% de la superfície, s'ha hagut de considerar que cada caldera dóna servei al 50% de la superfície, de manera que entre les dues sumen la totalitat de la superfície.

**Equip de només calefacció**

Nom	Caldera 1	Zona	Edificio Objeto
<b>Característiques</b>		<b>Demanda coberta</b>	
Generador	Caldera estàndard	Superfície (m <sup>2</sup> )	994.26
Combustible	Gas natural	Percentatge (%)	50
<b>Rendiment mitjà estacional</b>		<b>Rendiment mitjà estacional</b>	
<b>Rendiment estacional</b>	Estimat segons instal·lació	<b>Rendiment mitjà estacional</b>	74,8 %
Potència nominal	882 kW		
Càrrega mitjana real ßcmb	0.2 ?	Aïllament de la caldera	Antiga amb aïllament mitjà
Rendiment de combustió	85 %		

Figura 30. Introducció de dades d'equips de calefacció

#### 8.4.2 Equips de només refrigeració

El servei de refrigeració ve donat per 18 equips de refrigeració de tipus Split, repartits pels diferents despatxos i laboratoris de la primera planta de l'edifici. Tots els equips són de cabal variable i funcionen a partir d'electricitat, donant servei cada equip a la superfície corresponent a cada despatx o laboratori, com es pot observar en la taula de la pàgina següent. El percentatge de la superfície refrigerada sobre la total el calcula automàticament el programa en introduir cada superfície refrigerada.



Taula 8. Equips de refrigeració

Equip	Espai	Superfície (m <sup>2</sup> )	Categoria
TR-CLISI0105	135	22,11	Climatització
TR-CLISI0104	128	21,88	Climatització
TR-CLIFI0001	105	20,03	Climatització
TR-CLISI0096	121	4,43	Climatització
TR-CLISI0100	113	8,00	Climatització
TR-CLISI0101	115	7,97	Climatització
TR-CLISI0102	127	13,32	Climatització
TR-CLISI0099	116	16,19	Climatització
TR-CLISI0098	114	16,88	Climatització
TR-CLISI0097	111	16,91	Climatització
TR-CLISI0095	107	9,69	Climatització
TR-CLISI0094	103	13,35	Climatització
TR-CLISI0093	102	8,39	Climatització
TR-CLI0093	102	8,39	Climatització
TR-CLISI0092	101	56,91	Climatització
TR-CLISI0107	021	24,51	Climatització
TR-CLISI0106	135	22,15	Climatització
TR-CLISI0103	125	13,25	Climatització

El rendiment és estimat segons la instal·lació, a partir d'una antiguitat superior a 10 anys.

## Equip de només refrigeració

Nom  Zona

**Característiques**

Generador

Combustible

**Demanda coberta**

Superfície (m2)

Percentatge (%)

**Rendiment mitjà estacional**

Rendiment estacional  Rendiment mitjà estacional  %

Antiguitat de l'equip   Existeixen diversos generadors esglaonats?

Rendiment nominal  %

Característiques bomba de calor

Figura 31. Introducció de dades d'equips de refrigeració

### 8.4.3 Equips d'enllumenat

Els equips d'enllumenat donen servei a una superfície de 1998'53m<sup>2</sup>, corresponent a la totalitat de la superfície habitable de l'edifici, sense control d'enllumenat.

Pel que fa a l'eficiència energètica, es considera que l'activitat correspon a "aules i laboratoris", mentre que les característiques són estimades a partir d'equips de fluorescència lineal de 26mm. A més, se suposa una luminància horitzontal mitjana de 500 lux.

**Equips d'enllumenat**

Nom:  Zona:

*Característiques*

Superfície zona:  m<sup>2</sup>

Sense control de l'enllumenat  
 Amb control de l'enllumenat

*Eficiència energètica*

Zona de representació

Activitat:

Definir característiques:

Tipus d'equip:

Luminància mitja horitzontal:  Lux

Figura 32. Introducció de dades d'equips d'enllumenat

### 8.4.4 Equips de bombeig

Els equips de bombeig consten de dues bombes iguals, utilitzades en el sistema de calefacció de l'edifici, Grundfoss UPS 40-120F C. Són bombes de cabal constant que funcionen únicament quan hi ha demanda tèrmica.

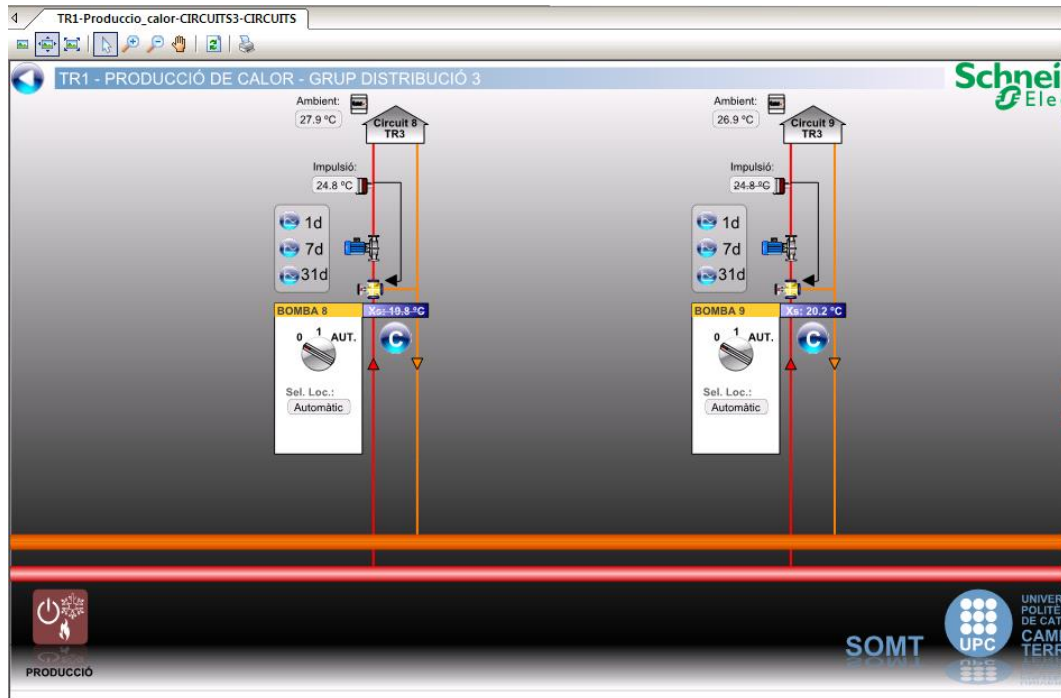


Figura 33. Equips de bombeig que donen servei a l'edifici. Font [4]

Les dades necessàries són les hores de demanda anual i la potència elèctrica de les bombes.

Les hores de demanda anuals són 1176 hores, segons les dades facilitades pel SOMT. Per altra banda, la potència elèctrica d'aquestes és de 0'439kW, segons l'etiqueta que es va poder observar en una visita a la sala de calderes, i corroborada a la fitxa tècnica del model de les bombes.

### Equips de bombeig

Nom	Bomba circuit 8	Zona	Edificio Objeto
<b>Característiques</b>			
Tipus de bomba	Bomba de cabdal constant		
Servei	Calefacció		
<b>Consum energètic anual</b>			
Consum energètic	Estimat	Consum energètic anual	516.3 kWh
Potència elèctrica	0.439 kW		
Nombre d'hores de demanda	1176 H		
Funciona la bomba quan no hi ha demanda tèrmica?			
<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No			

Figura 34. Introducció de dades dels equips de bombeig

## 8.5 Resultats de la certificació exhaustiva

Un cop acabada la modelització a partir de totes les dades i paràmetres necessaris, i obtinguts els valors de les propietats tèrmiques, el programa permet qualificar energèticament l'edifici, així com obtenir un informe sobre la certificació de l'edifici.<sup>1</sup>

La qualificació obtinguda en la modelització de l'edifici TR3 ha estat la següent:

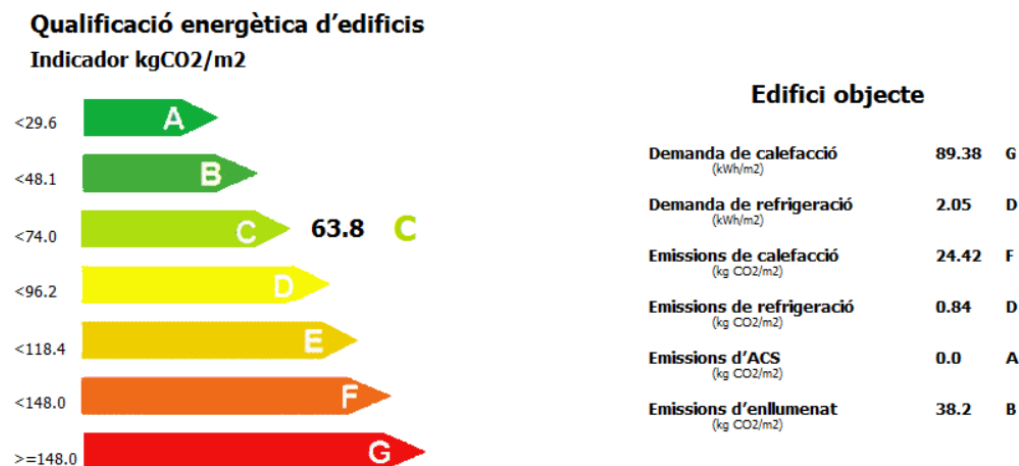


Figura 35. Qualificació de la certificació exhaustiva

Com es pot observar, la qualificació general obtinguda ha estat una C, malgrat pot ser enganyosa degut a la diferència d'emissions entre uns equips i uns altres.

Les emissions de calefacció i refrigeració tenen un valor de 24'42 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any i 0'84 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any, respectivament. Això provoca que les emissions de calefacció estiguin qualificades amb una F, mentre que les emissions de refrigeració estan qualificades amb una D.

Uns paràmetres importants a tenir en compte a l'hora de comparar resultats entre les diferents certificacions són les demandes energètiques, tant de calefacció com de refrigeració.

Aquestes dades ens les proporciona l'informe de certificació que es pot descarregar del programa un cop s'ha acabat la modelització de l'edifici.

<sup>1</sup> L'informe de la certificació exhaustiva es troba a l'annex II



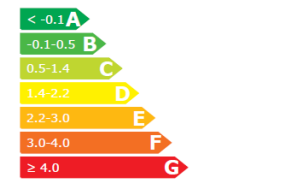
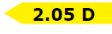
DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
			
<i>Demanda global de calefacció [kWh/m<sup>2</sup> any]</i> 89.38		<i>Demanda global de refrigeració [kWh/m<sup>2</sup> any]</i> 2.05	

Figura 36. Demanda calculada a partir de la certificació exhaustiva

A partir de la imatge anterior s'observa que la demanda energètica és molt alta pel cas de la calefacció, mentre que la demanda de refrigeració té un valor més baix. La demanda de calefacció és de 89'38 kWh/m<sup>2</sup>·any, mentre que la demanda de refrigeració és de 2'05 kWh/m<sup>2</sup>·any, fet que produeix que, en termes de qualificació, s'obtingui una G per la demanda de calefacció i una D per la demanda de refrigeració.

Aquests valors seran importants a l'hora de proposar millores d'eficiència energètica, ja que es podrà comparar la demanda actual amb la futura demanda si s'executa alguna de les opcions que es proposaran.

## 9 Certificació bàsica mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X

La segona de les certificacions es realitza a partir de dades obtingudes a través d'informació facilitada pel SOMT i a través de visites a l'edifici. A diferència de la certificació anterior, les dades necessàries per l'obtenció de la qualificació energètica se suposen per defecte o, en alguns casos, estimades.

No es consideren dades conegudes com en la certificació anterior, amb l'única excepció de les dues façanes fictícies que s'han considerat per resoldre la singularitat de l'accés a l'edifici per la primera planta. Aquest és l'únic cas en el qual les dades es consideren conegudes, ja que per definir l'espai s'ha de considerar una façana adiabàtica i sense massa.

Igual que en la certificació exhaustiva, aquesta certificació es realitza a partir de les dades que demana el programa: dades administratives, dades generals, envolupant tèrmica i instal·lacions.

## **9.1 Dades administratives**

Com s'ha comentat en l'apartat 8, les dades administratives no canvien entre la certificació exhaustiva i la certificació bàsica i, per tant, no es repetiran les explicacions sobre les diferents dades introduïdes al programa.

## **9.2 Dades generals**

De la mateixa manera, com s'ha comentat en l'apartat 8, les dades generals són les mateixes per la certificació exhaustiva i per la certificació bàsica. Per tant, no s'afegiran explicacions addicionals sobre les dades introduïdes al programa ni sobre el procés d'obtenció d'aquestes.

## **9.3 Envolupant tèrmica**

El procés seguit per introduir les dades ha estat el mateix que en la certificació exhaustiva, amb l'única diferència que en comptes d'utilitzar dades conegudes s'han utilitzat dades estimades o per defecte, com es detallarà en cada cas. Tot i això, les dades referents a les mesures de façanes i buits són les mateixes.

Hi ha una diferència significativa a l'hora de tractar els murs de façana, que s'explicarà a l'apartat 9.3.2.

### **9.3.1 Coberta**

A efectes de certificació, l'edifici només disposa d'una coberta de 259'25 m<sup>2</sup>, ja que les cobertes inclinades de les que disposa, degut a que hi ha un espai no habitable entre el forjat i la coberta, es tracta com una partició interior i no s'arriba a tractar la coberta.

Per aquesta coberta les propietats tèrmiques s'obtenen per defecte, especificant el tipus de coberta, que en aquest cas és una coberta plana.

### 9.3.2 Mur

Igual que en la certificació exhaustiva, s'ha de diferenciar entre murs en contacte amb el terreny, murs de façana i murs de mitjanera. Es contemplen dos murs en contacte amb el terreny, un mur de mitjanera i, en aquest cas, a diferència de la certificació exhaustiva, només tres murs de façana.

Aquesta diferència és deguda a la menor complexitat a l'hora d'introduir les dades referents a les propietats tèrmiques dels murs. En la certificació anterior, com es comenta en l'apartat 8.3.2, la diferència de materials entre diferents zones d'una mateixa façana obliga a dividir la façana en dues façanes diferents.

Mentre que en la certificació exhaustiva es tractaven 5 murs de façana: "façana nord aire 1", "façana nord aire 2", "façana sud aire 1", "façana sud aire 2" i "façana oest"; en aquest cas només cal considerar 3 murs de façana: "façana nord aire", "façana sud aire" i "façana oest".

Això permet simplificar la introducció de dades, ja que pels tres murs s'obtenen les propietats tèrmiques per defecte, sense haver d'introduir dades referents a materials i gruixos. A més, com s'ha comentat en paràgrafs anteriors, el fet que no s'hagin de considerar els materials no obliga a dividir els murs orientats al nord i al sud en dos murs cadascun, sinó que es poden tractar com un de sol per l'orientació nord i un de sol per l'orientació sud.

Pel que fa al mur de façana orientat a l'oest, com que en la certificació exhaustiva no estava dividit en dos, no hi ha canvis significatius.

En resum, els murs de façana queden de la següent manera:

- Façana nord aire: és el mur orientat al nord. Té una superfície de 822'29 m<sup>2</sup>, que es correspon amb la suma de les superfícies dels dos murs de façana orientats al nord que s'han considerat en la certificació exhaustiva. Les propietats tèrmiques s'han obtingut per defecte, obtenint una transmissió tèrmica de 3'0 W/m<sup>2</sup>K.
- Façana sud aire: és el mur orientat al sud. Té una superfície de 822'29 m<sup>2</sup>, que es correspon amb la suma de les superfícies dels dos murs de façana orientats al sud que s'han considerat en la certificació exhaustiva. Les propietats tèrmiques s'han obtingut per defecte, obtenint una transmissió tèrmica de 3'0 W/m<sup>2</sup>K. Està afectat pel patró d'ombres anomenat "patró sud".
- Façana oest: és el mur orientat a l'oest. No hi ha canvis respecte la certificació exhaustiva i, per tant, la superfície també és de 95'69 m<sup>2</sup>. Les

propietats tèrmiques s'han obtingut per defecte, obtenint una transmitància tèrmica de  $3'0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Pel que fa als murs enterrats, es tenen en compte els mateixos dos murs, obtenint les propietats tèrmiques per defecte, amb un valor de  $2'0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

El mur de mitjanera es tracta exactament de la mateixa manera que en la certificació anterior.

### 9.3.3 Sòl

El sòl s'introdueix al programa de la mateixa manera que en l'altra certificació. L'única diferència és que en el cas de les propietats tèrmiques, aquestes s'obtenen per defecte en comptes d'obtenir-se de manera estimada. No és necessari introduir el perímetre del sòl, i s'obté una transmitància tèrmica d' $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

### 9.3.4 Particions interiors

Es tenen en compte les mateixes 5 particions interiors: una de vertical, corresponent a l'accés principal de l'edifici; i quatre d'horizontals, corresponents a la construcció existent a la terrassa, l'espai sota la coberta inclinada, i els dos magatzems soterrats.

Les mesures són les mateixes, i l'únic canvi que hi ha respecte la certificació exhaustiva és la introducció de les dades referents a les propietats tèrmiques. Mentre que en l'anterior certificació les propietats tèrmiques es consideraven conegudes, estimades o per defecte (en funció de la disponibilitat de dades), en aquesta certificació les propietats tèrmiques s'obtenen per defecte en tots els casos.



### 9.3.5 Buits i lluernes

Pel que fa a buits i lluernes es tracten exactament les mateixes portes, finestres i lluernes. Com que no es disposa de més informació, en la certificació exhaustiva les propietats tèrmiques dels buits i lluernes s'havien obtingut de manera estimada en funció del tipus de vidre i el tipus de marc.

En aquest cas, s'introdueixen les mateixes dades i les propietats tèrmiques també s'estimen en funció del tipus de vidre i el tipus de marc i, per tant, no hi ha cap diferència respecte el que s'ha explicat a l'apartat 8.3.5.

### 9.3.6 Ponts tèrmics

En aquest cas els patrons d'ombra s'han obtingut per defecte. S'han tingut en compte els ponts tèrmics produïts a causa de pilar integrat en façana, contorn del buit, trobada de façana amb forjat, trobada de façana amb coberta i trobada de façana amb solera.

Els valors de les transmitàncies tèrmiques lineals dels ponts tèrmics són les següents: 1'05 W/mK pel cas del pilar integrat en façana, 0'55 W/mK pel cas de contorn del buit, 1'58 W/mK pel cas de trobada de façana amb forjat, 0'49 W/mK pel cas de trobada de façana amb coberta i, per últim, 0'14 W/mK pel cas de trobada de façana amb solera.

### 9.3.7 Patrons d'ombra

No hi ha cap diferència respecte els patrons d'ombra explicats a l'apartat 8.3.7.

## 9.4 Instal·lacions

Les dades introduïdes en aquest apartat són les mateixes que en l'apartat 8.4. Les instal·lacions que s'han contemplat han estat: equip de només calefacció, format per dues calderes; equip de només refrigeració, format per 18 màquines de tipus Split; enllumenat, format per equips de fluorescència lineal de 26 mm; i,

per últim, equips de bombeig, format per dues bombes iguals i descrites en l'apartat 8.4.4.

### 9.5 Resultats de la certificació bàsica

Un cop acabada la segona modelització, utilitzant dades estimades i per defecte en els càlculs de transmitàncies tèrmiques, el programa permet qualificar energèticament l'edifici. A més, de la mateixa manera que s'ha explicat en l'apartat 8.5, es pot descarregar un informe sobre la certificació de l'edifici objecte d'estudi.<sup>2</sup>

En aquest cas, la qualificació obtinguda ha estat la següent:

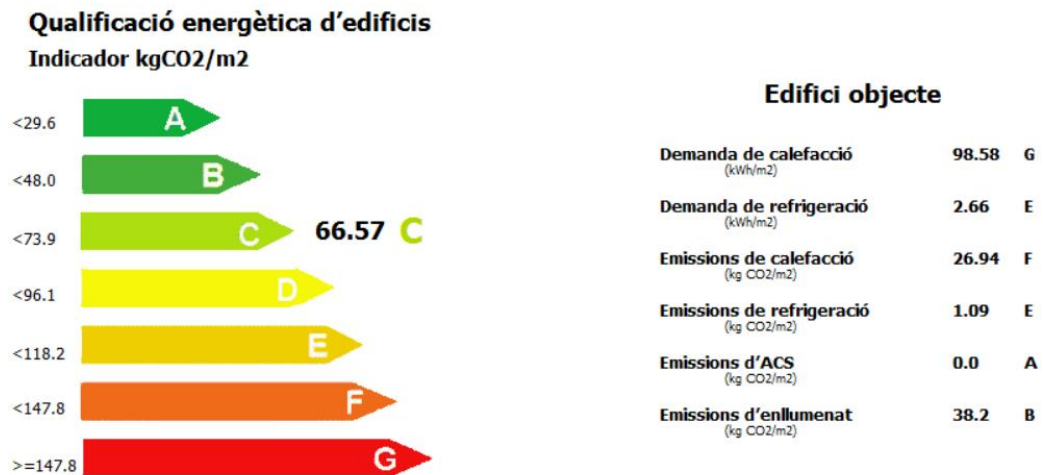


Figura 37. Qualificació de la certificació bàsica

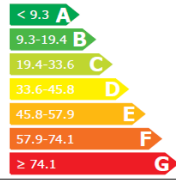
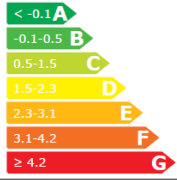
Els resultats mostren una qualificació general de C, tot i que per una banda hi ha uns bons resultats d'ACS i enllumenat, i per l'altra banda hi ha uns molt mal resultats de calefacció i refrigeració.

Les emissions de calefacció i refrigeració tenen un valor de 26'94 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any i 1'09 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any, respectivament. Això provoca que les emissions de calefacció estiguin qualificades amb una F, mentre que les emissions de refrigeració estan qualificades amb una E.

<sup>2</sup> L'informe de la certificació bàsica es troba a l'annex III

Uns paràmetres importants a tenir en compte a l'hora de comparar resultats entre les diferents certificacions són les demandes energètiques, tant de calefacció com de refrigeració.

Aquestes dades ens les proporciona l'informe de certificació que es pot descarregar del programa un cop s'ha acabat la modelització de l'edifici.

DEMANDA DE CALEFACCIÓ		DEMANDA DE REFRIGERACIÓ	
			
	<b>98.58 G</b>		<b>2.66 E</b>
<i>Demanda global de calefacció [kWh/m<sup>2</sup> any]</i>		<i>Demanda global de refrigeració [kWh/m<sup>2</sup> any]</i>	
98.58		2.66	

**Figura 38. Demanda calculada a partir de la certificació bàsica**

La imatge anterior mostra la demanda energètica anual per unitat de superfície, tant de calefacció com de refrigeració. La demanda de calefacció és de 98'58 kWh/m<sup>2</sup>·any, mentre que la demanda de refrigeració és de 2'66 kWh/m<sup>2</sup>·any, fet que produeix que, en termes de qualificació, s'obtingui una G per la demanda de calefacció i una E per la demanda de refrigeració.

## 10 Certificació monitoritzada

L'última de les certificacions que es realitzen en aquest estudi és la certificació monitoritzada. Aquesta es realitza a partir de dades de consums reals obtinguts de la base de dades anomenada SIRENA, pertanyent a la Universitat Politècnica de Catalunya.

Aquesta base de dades conté lectures de consum de gas, electricitat i aigua que es registren cada 15 minuts, i permet accedir a les dades de l'interval de temps que es desitgi.

S'ha estudiat el consum de gas, així com el consum d'electricitat general i el relatiu únicament a climatització.

## 10.1 Anàlisi del consum de gas

S'han analitzat les dades de l'últim any natural: des de l'1 de desembre de 2014 fins el 30 de novembre de 2015, a partir dels consums mensuals obtinguts de la base de dades SIRENA.

Les dades de l'edifici TR3 apareixen conjuntament amb les dels edificis TR1 i TR2, de manera que per extreure les dades únicament de l'edifici sobre el que es realitza l'estudi, s'ha considerat oportú aplicar una proporcionalitat igual a la proporcionalitat entre superfícies.

**Taula 9. Superfícies totals**

Edifici	Superfície (m <sup>2</sup> )
TR1	9429,19
TR2	2939,66
TR3	2573,40
<b>Total</b>	<b>14942,25</b>

Sabent que la superfície total és de 14942,25 m<sup>2</sup>, per conèixer el consum de l'edifici TR3 s'ha multiplicat el consum total pel quocient entre la superfície de l'edifici TR3 i la superfície total dels tres edificis.

$$\text{Consum TR3} = \text{Consum total} \cdot \frac{2573,40}{14942,25}$$

D'aquesta manera, els consums mensuals de l'edifici estudiat són els següents:

**Taula 10. Consum de gas mensual**

Mes	Consum de gas (kWh)
Desembre '14	23284,30
Gener '15	37098,31
Febrer '15	33058,09
Març '15	20850,47
Abril '15	4788,77
Maig '15	12,14
Juny '15	0,00
Juliol '15	0,00
Agost '15	0,00
Setembre '15	0,00
Octubre '15	22,25
Novembre '15	16709,10

Les dades es poden veure d'una forma més clara al següent gràfic:

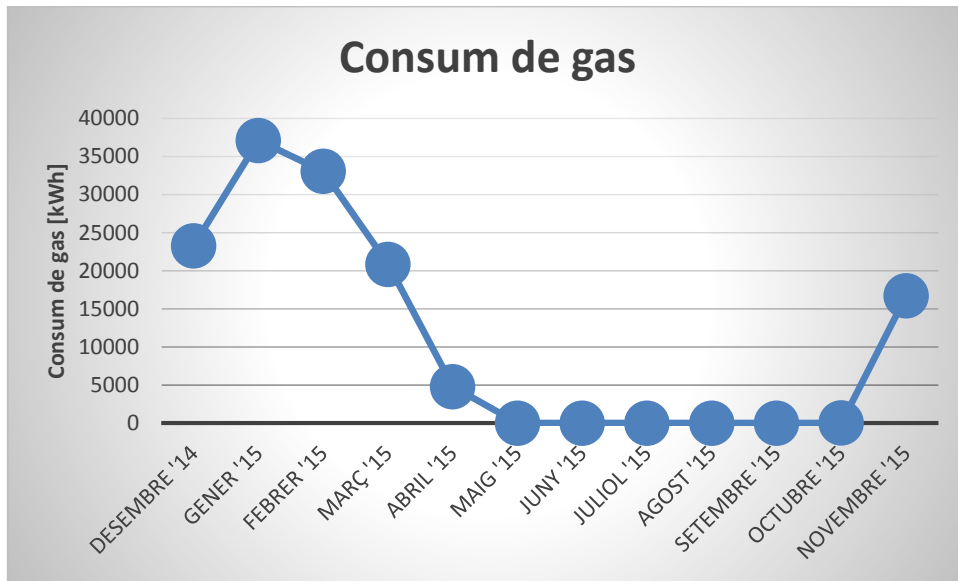


Figura 39. Gràfic del consum de gas de l'últim any natural

Analitzant el gràfic s'observa clarament com només hi ha consum de gas en els mesos d'hivern, mentre que als mesos d'estiu el consum és nul. Això és degut a que l'edifici només consumeix gas per alimentar el sistema de calefacció i, per tant, únicament hi ha consum en els mesos més freds de l'any.

Per validar aquestes dades s'han estudiat també les dades relatives al consum de gas dels últims quatre anys, fet que permet valorar si l'estacionalitat del consum segueix el mateix patró al llarg dels diferents anys.

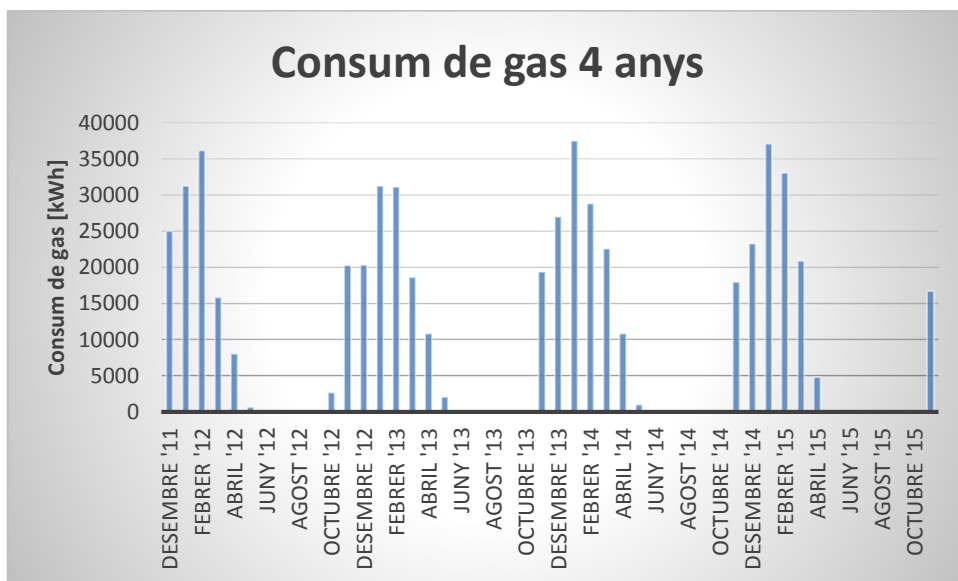


Figura 40. Gràfic del consum de gas dels últims 4 anys

Es pot veure clarament com el patró es repeteix al llarg dels anys, amb petites variacions causades per fenòmens meteorològics. S'observa que els màxims de l'any 2013 són inferiors als màxims de la resta d'anys, situats en tots els casos entre els mesos de gener i febrer.

El consum d'energia primària es mostra a l'apartat 11.

## 10.2 Anàlisi del consum d'electricitat

S'han analitzat les dades de l'últim any natural: des de l'1 de desembre de 2014 fins el 30 de novembre de 2015, a partir dels consums mensuals obtinguts de la base de dades SIRENA.

En aquest cas, les dades són únicament de l'edifici TR3, i no ha calgut fer càlculs addicionals per obtenir l'energia consumida al present edifici.

Les dades extretes de la base de dades es mostren a continuació:

**Taula 11. Consum d'electricitat per enllumenat mensual**

Mes	Consum d'electricitat (kWh)
<b>Desembre '14</b>	3.728,28
<b>Gener '15</b>	3.927,39
<b>Febrer '15</b>	4.580,26
<b>Març '15</b>	3.940,19
<b>Abril '15</b>	3.085,41
<b>Maig '15</b>	3.828,17
<b>Juny '15</b>	4.305,16
<b>Juliol '15</b>	4.082,10
<b>Agost '15</b>	606,62
<b>Setembre '15</b>	3.013,45
<b>Octubre '15</b>	3.626,25
<b>Novembre '15</b>	3.660,24

El gràfic obtingut és el següent:

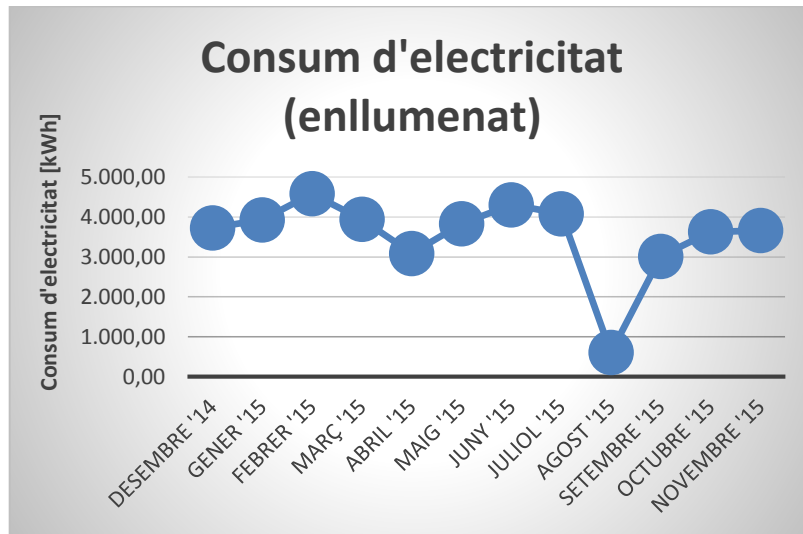


Figura 41. Gràfic del consum d'electricitat per enllumenat de l'últim any

S'observa que el consum d'electricitat relativa a l'enllumenat es manté bastant constant al llarg de l'any, amb l'excepció del mes d'agost, que a causa de les vacances i, per tant, el tancament de l'edifici, el consum és molt baix. A més, a l'abril també s'observa una lleugera disminució del consum, segurament a causa de les vacances de Setmana Santa, que fan disminuir l'activitat durant uns dies.

Anàlogament a l'anterior apartat, s'han extret les dades del consum elèctric de la base de dades SIRENA dels últims quatre anys, des de l'1 de desembre del 2011 fins el 30 de novembre del 2015, per analitzar els possibles patrons de consum que s'observin.

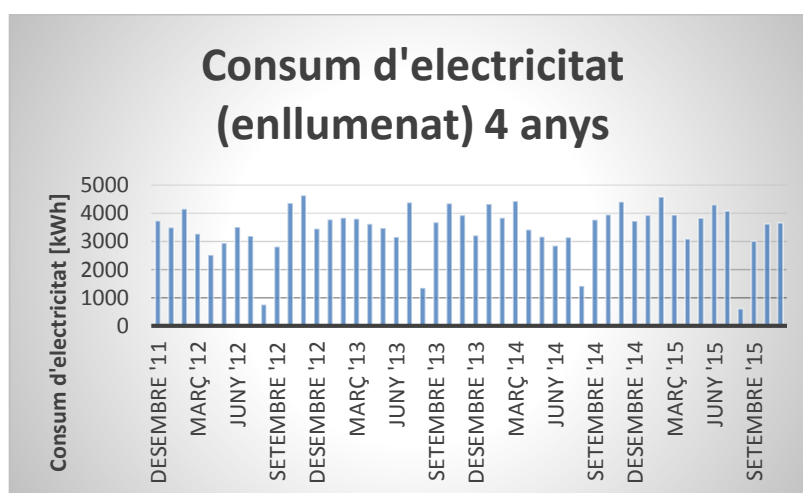


Figura 42. Gràfic del consum d'electricitat per enllumenat dels últims 4 anys

Al gràfic es veu que no existeix un patró clar de consum, si bé és cert que no hi ha grans variacions. Els pics màxims de consum no sempre es produeixen en el mateix mes de l'any, però s'observa com el mínim sempre es troba al mes d'agost, corresponent al període de vacances.

Pel que fa al mes d'abril, excepte en l'any 2013 es veu una disminució respecte la resta de mesos de l'any que, com s'ha comentat anteriorment, pot ser com a conseqüència de les vacances de Setmana Santa.

El consum d'energia primària es mostra a l'apartat 11.

### ***10.3 Anàlisi del consum d'electricitat relatiu a la climatització***

L'últim consum que s'ha estudiat ha estat el consum elèctric relatiu únicament als sistemes de climatització, que en l'edifici TR3 correspon a l'equipament de refrigeració.

S'han analitzat les dades de l'últim any natural: des de l'1 de desembre de 2014 fins el 30 de novembre de 2015, a partir dels consums mensuals obtinguts de la base de dades SIRENA.

Igual que en el cas del consum de gas, les dades de l'edifici TR3 apareixen conjuntament amb les dels edificis TR1 i TR2, de manera que per extreure les dades únicament de l'edifici sobre el que es realitza l'estudi, s'ha considerat oportú aplicar una proporcionalitat igual a la proporcionalitat entre superfícies, descrita en la taula 9. Els càlculs s'han desenvolupat igual que en l'apartat 10.1.

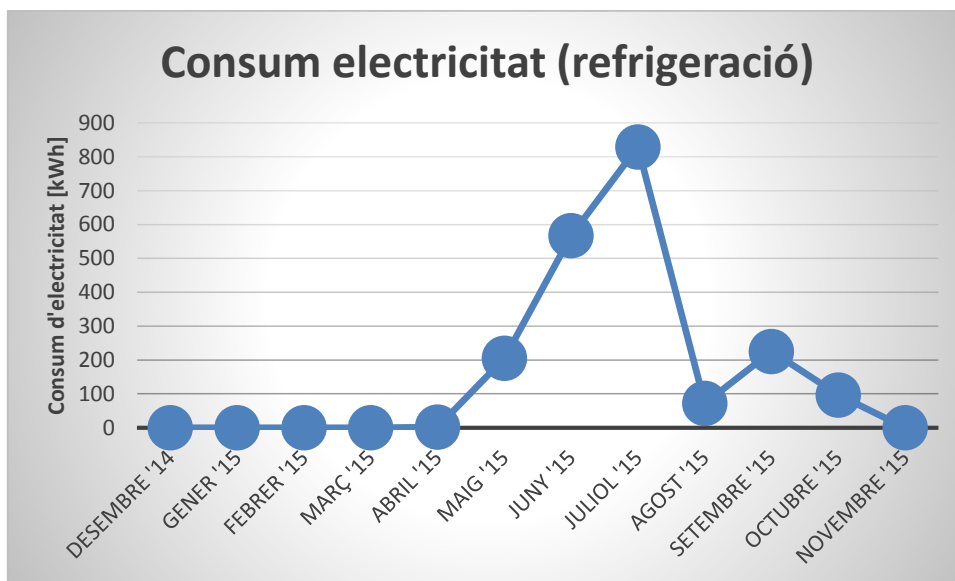


D'aquesta manera, els consums mensuals de l'edifici estudiat són els següents:

**Taula 12. Consum d'electricitat per refrigeració mensual**

Mes	Consum de refrigeració (kWh)
Desembre '14	0,00
Gener '15	0,00
Febrer '15	0,00
Març '15	0,00
Abril '15	1,78
Maig '15	205,11
Juny '15	567,47
Juliol '15	829,72
Agost '15	71,59
Setembre '15	225,38
Octubre '15	96,70
Novembre '15	0,00

Les dades es poden veure d'una forma més clara al següent gràfic:



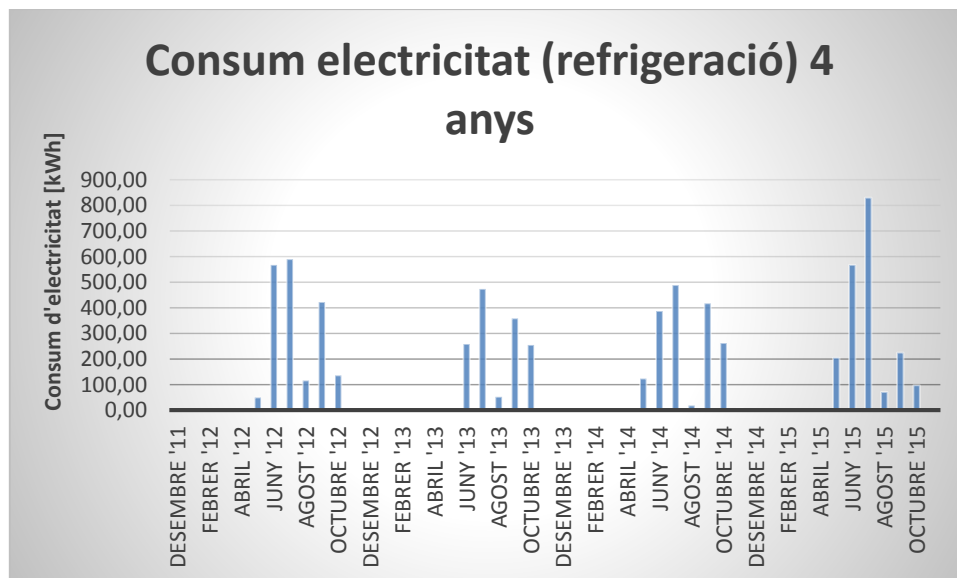
**Figura 43. Gràfic del consum d'electricitat per refrigeració de l'últim any**

Com és evident, només hi ha consum el els mesos més càlids de l'any, sobretot els mesos de juny i juliol. Des del mes de novembre fins a finals del mes d'abril no hi ha consum, ja que el sistema de calefacció funciona únicament amb gas natural.

Igual que passa amb el consum d'electricitat per l'enllumenat, l'electricitat consumida al mes d'agost per satisfer les necessitats de refrigeració és molt baixa, a causa de la coincidència amb el període de vacances.

Com s'ha fet en els dos casos anteriors, per tal de validar les dades i observar possibles similituds o anomalies en els patrons d'estacionalitat del consum, s'han analitzat les dades dels últims quatre anys referents al consum d'electricitat per climatització.

Les dades extretes de la base de dades SIRENA mostren una anomalia que s'ha corregit abans de fer el gràfic. Degut possiblement a un error de la base de dades, el mes de febrer de 2013 mostrava un consum elèctric de climatització de 37252'67 kWh, més de 10 vegades més gran que el consum en un mes d'estiu i, per tant, d'alta demanda de climatització. És per això que per analitzar les dades s'ha eliminat aquesta lectura.



**Figura 44. Gràfic del consum d'electricitat per refrigeració dels últims 4 anys**

Com era d'esperar, l'evolució al llarg dels últims quatre anys mostra un patró clar de consum, amb uns pics de consum en els mesos de juny i juliol, i un consum nul en els mesos més freds de l'any. L'únic fet remarcable d'aquest gràfic és el pic de consum al mes de juliol del 2015, provocat per les altes temperatures que hi va haver en aquelles dates.

## 10.4 Resultats de la certificació monitoritzada

A partir de les dades extretes de la base de dades SIRENA i el posterior tractament d'aquestes, s'obté una qualificació en base a la certificació monitoritzada.

Per tal de realitzar els càlculs necessaris per obtenir la qualificació, primer cal tenir en compte que entre l'energia primària i l'energia útil hi ha dos tipus de pèrdues: un primer tipus a causa de la transformació, el transport i la distribució; i un segon tipus a causa del rendiment dels equips existents en la instal·lació.

Per tant, les dades d'energia consumida s'han de tractar abans de poder calcular la qualificació energètica, ja que cal convertir-les a energia primària.

**Taula 13. Energia primària consumida**

	Total TR3 (kWh/any)	Per superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Factor de conversió	Energia primària (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
<b>Gas</b>	135823,42	68,30	1,012	69,12
<b>Enllumenat</b>	42383,51	21,31	2,605	55,51
<b>Refrigeració</b>	1997,75	1,00	2,605	2,61

Partint de les dades totals de consum a l'edifici TR3 extretes de la base de dades SIRENA, i obtingudes (en el cas del consum de gas i del consum d'electricitat per climatització) fent la proporció de la superfície de l'edifici sobre la superfície total dels 3 edificis junts, es pot calcular el consum anual de cada cas.

Per calcular el consum per unitat de superfície cal dividir el consum anual entre la superfície útil que s'ha considerat per realitzar la certificació, en aquest cas de 1988'53 m<sup>2</sup>.

A partir d'aquí, s'han de tenir en compte les pèrdues per transformació, transport i distribució. Per arribar a obtenir l'energia primària cal computar aquestes pèrdues i, per tant, cal multiplicar el valor del consum per un factor de conversió proporcionat per l'IDAE. Un cop s'ha calculat l'energia primària consumida per cadascun dels casos, es pot prosseguir a qualificar l'edifici.

## 11 Comparació de resultats

Arribats a aquest punt, ja es poden comparar els resultats obtinguts pels tres mètodes de certificació: les dues certificacions mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X i la certificació monitoritzada.

A més, també es compararan els recursos destinats a cada certificació, comptabilitzats en hores de feina i en diners, per posteriorment valorar els resultats en funció del temps dedicat i al cost associat.

Com s'ha comentat en l'apartat anterior, la comparació es fa en base a l'energia primària consumida i, per tant, les dades de la certificació monitoritzada s'han convertit d'energia consumida a energia primària. Per altra banda, el programa ofereix les dades d'energia primària consumida en l'informe que automàticament desenvolupa.

Els consums obtinguts d'energia primària en les certificacions exhaustiva i bàsica són, respectivament:

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS			
	<b>279.29 C</b>	CALEFACCIÓ		ACS	
		2.06	G	0.0	A
		Energia primària de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària ACS [kWh/m <sup>2</sup> any]	
		120.93		0.00	
		REFRIGERACIÓ		ENLLUMENAT	
		0.84	C	0.64	B
Consum global d'energia primària [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària enllumenat [kWh/m <sup>2</sup> any]	
279.29		3.37		153.64	

Figura 45. Consum d'energia primària obtingut en la certificació exhaustiva

INDICADOR GLOBAL		INDICADORS PARCIALS			
	<b>292.75 C</b>	CALEFACCIÓ		ACS	
		2.29	G	0.0	A
		Energia primària de calefacció [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària ACS [kWh/m <sup>2</sup> any]	
		133.38		0.00	
		REFRIGERACIÓ		ENLLUMENAT	
		1.06	D	0.64	B
Consum global d'energia primària [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària refrigeració [kWh/m <sup>2</sup> any]		Energia primària enllumenat [kWh/m <sup>2</sup> any]	
292.75		4.37		153.64	

Figura 46. Consum d'energia primària obtingut en la certificació bàsica

Per altra banda, els resultats de la certificació monitoritzada són els que es mostren a la taula 13 de l'apartat anterior.

En resum, a la següent taula es mostra de forma desglossada el consum d'energia primària per cada indicador.

**Taula 14. Comparació de consums obtinguts**

	Calefacció (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Enllumenat (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Refrigeració (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Total (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
<b>Certificació exhaustiva</b>	120,93	153,64	3,37	277,94
<b>Certificació bàsica</b>	133,38	153,64	4,37	291,39
<b>Certificació monitoritzada</b>	69,12	55,51	2,61	177,73

Com es pot veure en la taula, els resultats obtinguts en les dues certificacions mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X són bastant similars, mentre que el resultat obtingut de la certificació monitoritzada difereix en gran mesura dels altres dos.

Un dels motius pels quals aquesta diferència és tan gran és que el programa, quan no es disposa de totes les dades necessàries per certificar energèticament l'edifici i aquestes s'introdueixen per defecte o de manera estimada, fa els càlculs basant-se en un escenari molt desfavorable.

A més, hi ha un altre factor a tenir en compte a l'hora de buscar el motiu d'aquesta discrepància en els resultats: la base de dades SIRENA conté les dades dels consums de l'edifici TR3 de manera comuna amb els edificis TR1 i TR2. Per fer l'estudi s'han calculat els consums de l'edifici TR3 en base a la proporció entre la superfície total construïda d'aquest edifici i la suma de les superfícies totals construïdes dels tres edificis. Per tant, els consums reals poden diferir d'aquesta aproximació.

Si s'analitza el temps dedicat a cada certificació, les diferències són substancials. A continuació es mostren les hores dedicades a cada certificació, així com el cost associat a aquestes.

**Taula 15. Cost associat a la certificació exhaustiva**

	Hores dedicades	Cost unitari (€/hora)	Cost (€)
<b>Recollida de dades</b>	60	25	1500
<b>Introducció i tractament de dades</b>	50	25	1250
<b>Anàlisi de resultats i redacció de l'informe</b>	30	25	750
<b>Total</b>	140	25	<b>3500</b>

**Taula 16. Cost associat a la certificació bàsica**

	Hores dedicades	Cost unitari (€/hora)	Cost (€)
<b>Recollida de dades</b>	15	25	375
<b>Introducció i tractament de dades</b>	30	25	750
<b>Anàlisi de resultats i redacció de l'informe</b>	20	25	500
<b>Total</b>	65	25	<b>1625</b>

**Taula 17. Cost associat a la certificació monitoritzada**

	Hores dedicades	Cost unitari (€/hora)	Cost (€)
<b>Recollida de dades</b>	5	25	125
<b>Introducció i tractament de dades</b>	10	25	250
<b>Anàlisi de resultats i redacció de l'informe</b>	30	25	750
<b>Total</b>	45	25	<b>1125</b>

A les taules s'observa clarament com el temps dedicat i, per tant, el cost associat, és molt més gran a la certificació exhaustiva que a les altres dues certificacions.

En el cas de la certificació exhaustiva s'han dedicat 60 hores a la recollida d'informació, una xifra elevada ja que es requereixen dades de l'envolupant tèrmica: els tancaments, els buits, els ponts tèrmics, etc. A més, s'han dedicat 50 hores a la introducció d'aquestes dades al programa, mentre que l'anàlisi de les dades i la redacció de la part de l'informe relativa a aquesta certificació ha ocupat 30 hores. Això comporta un cost de 3500 €, sense IVA.

En el cas de la certificació bàsica s'han dedicat només 15 hores a la recollida d'informació, ja que la majoria de dades relatives a l'envolupant tèrmica (sobretot als materials i a les propietats tèrmiques) s'han obtingut per defecte. S'han dedicat 30 hores a la introducció de les dades i 20 a la redacció de la part de l'informe pertanyent a la certificació bàsica. Això té un cost associat de 1625 €, sense IVA.

Per últim, la certificació monitoritzada és la més ràpida de fer, ja que la recollida d'informació només ocupa 5 hores, ja que són dades de consums que es descarreguen d'una base de dades. El tractament de dades ha ocupat 10 hores, que s'han dedicat als càlculs de valors anuals, comprovació de valors significatius, validació de dades i realització de gràfics. A l'anàlisi de resultats i la redacció de la part de l'informe relativa a la certificació monitoritzada s'hi han

dedicat 30 hores, tantes com a la certificació exhaustiva, ja que les dades s'han d'interpretar, s'han de convertir les dades de consum final a consum d'energia primària, i s'han de redactar cas per cas els resultats obtinguts. Tot i això, aquesta certificació no permetria l'obtenció de l'etiqueta energètica, ja que no està aprovada pel ministeri.

En vistes a la comparació entre les tres certificacions pel que fa als recursos necessaris, es pot concloure que la opció menys viable és la certificació exhaustiva. A partir d'aquesta s'obtenen uns resultats similars als obtinguts amb la certificació bàsica, amb un cost que supera el doble del cost associat a la certificació bàsica.

Entre la certificació bàsica i la certificació monitoritzada, obviant que la certificació monitoritzada no permet l'obtenció de l'etiqueta energètica, el més viable seria optar per aquella de la qual es disposessin dades més fiables, ja que les dues tenen un cost molt inferior al de la certificació exhaustiva. En aquest cas, degut a que les dades monitoritzades estaven barrejades amb les dels edificis TR1 i TR2 i hi pot haver un error significatiu, l'opció més bona seria escollir la certificació bàsica.

## 12 Mesures de millora

Un cop obtinguda la qualificació energètica, el programa CE<sup>3</sup>X també permet estudiar possibles mesures de millora per tal que siguin aplicades a l'edifici i es redueixi tant el consum energètic com les emissions produïdes pels equips energètics existents.

Aquestes mesures de millora s'han estudiat sobre la certificació exhaustiva realitzada amb el programa, ja que és més acurada que la certificació bàsica a causa de la introducció de més dades.

S'han estudiat dues possibles mesures de millora, que es detallaran a continuació.

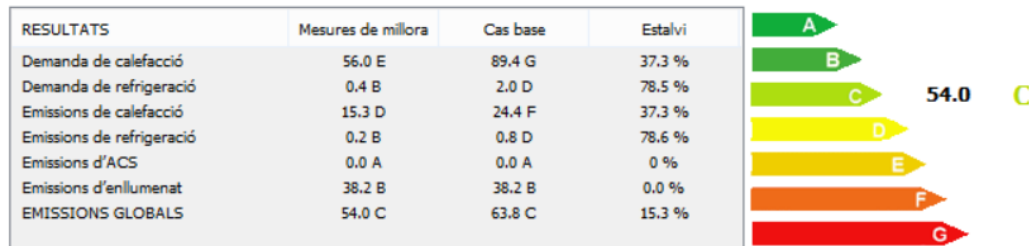
### ***12.1 Aïllament tèrmic i substitució de finestres***

La primera mesura de millora que s'ha estudiat ha estat la de l'adició d'aïllament tèrmic interior a les façanes, a la coberta i al sòl, a més de la substitució de

finestres per noves finestres amb un vidre doble baix emissiu i un marc de PVC de tres càmeres.

Això permetria que l'intercanvi de calor amb l'exterior fos més baix, a la vegada que s'incrementaria l'estanqueïtat dels buits existents.

En la següent imatge es mostra la comparació dels resultats del cas base amb el cas que conté aquesta mesura de millora:



**Figura 47. Resultats de la demanda i les emissions aplicant la primera millora proposada**

Tot i que la qualificació global segueix sent una C, si s'observa detalladament cada apartat es pot veure com l'estalvi és significatiu, deixant de banda les emissions d'ACS (que són nul·les perquè no hi ha consum d'ACS) i les emissions d'enllumenat (que segueixen sent les mateixes).

Pel que fa a calefacció i refrigeració es pot observar una millora tant en la demanda com en les emissions. En aquest cas, les emissions disminueixen degut a que la demanda baixa i, per tant, el consum també serà menor.

La demanda de calefacció passa d'una G a una E, mentre que la demanda de refrigeració passa d'una D a una B. Això suposa una rebaixa de la demanda en un 37'3% en el cas de la calefacció i un 78'5% en el cas de la refrigeració.

Pel que fa a les emissions, disminueixen de la mateixa manera que la demanda. Mentre les emissions de calefacció es redueixen un 37'3% i la qualificació passa d'una F a una D, les emissions de refrigeració disminueixen un 78'6%, provocant una millora en la qualificació parcial d'una D a una B.

Tot i comportar una inversió important, aquesta mesura permetria reduir considerablement el consum d'energia i, per tant, a la llarga reportaria un estalvi econòmic. En el present estudi no s'ha analitzat quin seria el cost d'inversió i l'estalvi que suposaria aquesta mesura. Aquest càlcul podria ser un treball a desenvolupar en un futur, com a complement del present estudi. El cost de les mesures es podria obtenir a partir de la base de dades de l'ITeC (Institut de Tecnologia de la Construcció), mentre que a partir dels nous valors de demanda



es podria calcular l'estalvi econòmic que suposaria aquesta mesura (obtenint el payback i el valor actual net).

## 12.2 Caldera de biomassa

Aquesta segona mesura es basa en la substitució de les actuals calderes antigues de gas natural per una caldera de biomassa.

Això permetria considerar les emissions de calefacció nul·les, ja que en el cas de la biomassa es considera que no hi ha emissions de CO<sub>2</sub>, ja que la fusta que es crema prové d'arbres que han generat oxigen fins que els han tallat.

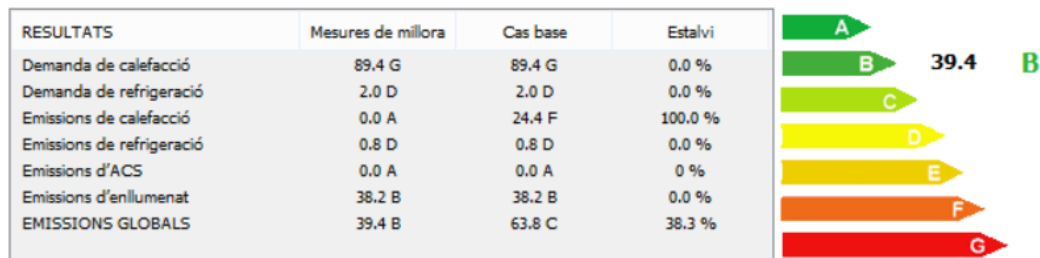


Figura 48. Resultats de la demanda i les emissions aplicant la segona millora proposada

Si s'analitzen els resultats es pot veure com l'únic valor que canvia és el de les emissions de calefacció, que passen d'una qualificació F a una A, ja que com s'ha explicat en el paràgraf anterior, no es tenen en compte les emissions resultants de la crema de biomassa.

Pel que fa a la qualificació global, aquesta millora fins arribar a una B, degut a la gran diferència en les emissions de calefacció.

A més, tot i que no es pot apreciar amb aquestes dades, l'estalvi econòmic seria significatiu. La demanda de calefacció segueix sent la mateixa, però el consum serà menor gràcies a l'eficiència d'aquest sistema.

Cal afegir que, malgrat s'ha estudiat la incorporació d'una caldera de biomassa per l'edifici TR3, seria interessant estudiar-ho d'una manera més general, i que la mateixa caldera donés servei a altres edificis propers del Campus de Terrassa de la UPC.

Aquesta seria una inversió de caire global per tots els edificis del Campus de Terrassa de la UPC, ja que té un cost molt elevat però serviria per donar servei de calefacció a tots aquests edificis.

El present estudi no conté els càlculs relatius a l'estalvi econòmic que suposaria aquesta mesura, ni el dimensionament de la caldera de biomassa, ja que es necessitaria fer un estudi que englobés tots els edificis del Campus de Terrassa.

Aquest càlcul de l'estalvi econòmic podria ser un treball a desenvolupar en un futur, com a complement del present estudi, tal i com s'ha explicat en l'apartat anterior.

### **13 Aspectes ambientals**

L'anàlisi mediambiental està estretament relacionat amb aquest estudi. La certificació energètica és una manera de conèixer no només el consum energètic en un edifici, sinó també les emissions de diòxid de carboni.

Això fa prendre consciència sobre la magnitud de les emissions que generen molts edificis, de titularitat pública o privada, i com aquestes es poden reduir.

El present estudi permet determinar quins són els punts crítics de l'edifici pel que fa al consum i a les emissions, i quins podrien ser objecte de modificació o millora per tal de fer efectiu un estalvi d'energia i una disminució de la contaminació.

A més, el fet d'haver realitzat aquest estudi utilitzant tres mètodes diferents, permet posar en valor les diferències que hi ha en els resultats obtinguts en funció del mètode emprat.

Per tot això, la modelització d'aquest edifici ha de servir per ser més conscients de la importància de polítiques ambientals que es desenvolupen i que es desenvoluparan des de les administracions públiques, tant a nivell estatal com a nivell continental.

### **14 Cost de l'estudi**

En el document pressupost, adjunt a aquesta memòria, s'hi detallen les diferents partides amb els costos associats a cadascuna d'elles.

El cost d'aquest estudi és de 7250,00 €, més 1522,50 € corresponents al 21% d'IVA.

Per tant, el cost total és de 8772,50€, vuit mil set-cents setanta-dos euros amb cinquanta cèntims, IVA inclòs.

## 15 Desenvolupament dels aspectes temporals

Abans de començar la realització d'aquest estudi, preveient la càrrega de feina que aquest comportaria, es va fer una planificació temporal de les tasques a completar per aconseguir treballar amb constància i evitar endarreriments i pics de feina les últimes setmanes de treball.

Després d'haver realitzat la part més important d'aquest estudi, es poden extreure conclusions sobre el seguiment de la planificació que es va fer abans de començar.

Malgrat s'ha seguit la planificació de la manera més exhaustiva possible, hi ha hagut algun desajust per motius relacionats amb alguns aspectes del treball. A més, tot i que en un inici estava previst recollir tota la informació abans de començar a treballar en la certificació, si bé és cert que es va recollir molta informació prèvia, aquesta tasca s'ha convertit en una constant al llarg de tot el treball.

Això és degut a la poca informació de la que es disposava, i l'absència de projecte d'execució de l'edifici, així com de plànols d'alçat i de seccions. Per tant, una part important de les dades necessàries per la realització de l'estudi s'han hagut de recollir presencialment a partir de mesures in situ, així com de l'ajuda del Servei d'Obres i Manteniment per poder deduir els materials constructius de l'edifici.

En conclusió, malgrat la planificació inicial ha estat útil per distribuir les diferents tasques a realitzar, aquesta s'ha vist lleugerament modificada durant el transcurs de l'estudi.

Cal afegir que el termini d'entrega de l'estudi es va veure incrementat durant la realització d'aquest, de manera que les tasques finals s'han pogut allargar més del que estava previst.

Els diagrames de Gantt de la planificació inicial i la distribució temporal final es troben a l'annex VI.

## 16 Conclusions

Si s'analitzen els resultats obtinguts en les tres certificacions, es veu clarament com entre els resultats de la certificació exhaustiva i la certificació bàsica hi ha una similitud important, mentre que els resultats de la certificació monitoritzada difereixen significativament dels altres dos.

Cal remarcar, en primer lloc, que la certificació exhaustiva no és tan exhaustiva com podria haver-ho estat en cas de disposar del document del projecte d'execució de l'edifici ja que, en ser un edifici tan antic, no es disposa de gaire dades, i tota la informació relativa a materials de l'envolupant tèrmica s'han hagut de suposar a partir de les visites presencials a l'edifici. A més, tampoc no es disposa de plànols d'alçat ni de secció, de manera que la majoria de mesures s'han hagut de prendre presencialment en les múltiples visites a l'edifici.

L'edifici objecte d'estudi va ser construït l'any 1904, època en la qual no existia cap tipus de normativa referent a l'eficiència energètica dels edificis i, per tant, l'envolupant tèrmica d'aquest no disposa de cap tipus d'aïllament. Com s'ha vist en l'apartat 8.3.2, els tancaments estan construïts bàsicament a partir de bloc ceràmic, sense aïllament ni cambra d'aire.

Això comporta uns consums energètics elevats, com s'ha pogut comprovar en les certificacions mitjançant el programa CE<sup>3</sup>X, malgrat els resultats obtinguts en la certificació monitoritzada mostraven uns consums més baixos i, en conseqüència, uns millors resultats pel que fa a l'eficiència energètica de l'edifici.

Aquesta discrepància, com s'ha comentat en la comparació de resultats entre les diferents certificacions, pot ser deguda a dos motius principals: per una banda, l'absència d'algunes dades que requereix el programa, fet que provoca que el programa realitzi els càlculs considerant un escenari desfavorable i, a més, sense tenir en compte la quantitat de gent que passa per l'edifici i la consciència energètica d'aquestes persones; i, per altra banda, la falta de precisió en les dades monitoritzades, ja que estaven barrejades amb les dels edificis TR1 i TR2 i s'han hagut d'extreure a partir del supòsit que el consum és el mateix per unitat de superfície.

A causa d'aquests dos factors, els resultats de les certificacions han estat dispersos i és impossible determinar quin s'apropa més al consum real, ja que en tots els casos hi ha hagut alguna limitació a l'hora de treballar.

Pel que fa a recursos necessaris per cada certificació, queda palès que per realitzar la certificació exhaustiva s'han de destinar més recursos que per qualsevol de les altres dues, amb el cost que això comporta.

Per tant, i atenent a criteris econòmics, en vista a la poca diferència en els resultats entre la certificació exhaustiva i la certificació bàsica, l'opció més viable és la bàsica, ja que per obtenir uns resultats similars s'han dedicat menys de la meitat de recursos.

Un tema que mereix ser tractat a part és referent a la certificació monitoritzada. Aquesta certificació no està aprovada pel ministeri i, per tant, a efectes pràctics no permet l'obtenció de l'etiqueta energètica, que en la gran majoria de casos és l'objectiu principal d'aquest tipus d'estudis.

Tot i això, a partir de dades monitoritzades es podria arribar a aconseguir complir totes les dades necessàries per obtenir l'etiqueta energètica, que segons l'article 6 del Real Decreto 235/2013 són les següents:

- Indicador de consum de l'edifici: és el que s'ha obtingut en l'apartat 10 del present document.
- Indicador d'emissions de CO<sub>2</sub>: a partir del consum d'energia primària calculat en l'apartat 10 del present document, i mitjançant factors de conversió facilitats pel propi ministeri, es podria arribar a obtenir el valor de l'indicador d'emissions.
- Descripció de les característiques energètiques de l'edifici: són les mateixes característiques que s'han considerat a l'hora de realitzar la certificació exhaustiva, i que estan detallades en l'apartat 8 del present document.

Per tot això, i veient com els recursos necessaris per dur a terme una certificació monitoritzada són inferiors als de la certificació exhaustiva i, fins i tot, poden ser inferiors als de la certificació bàsica, cal remarcar que de cara al futur aquesta pot ser una nova manera aprovada per obtenir l'etiqueta energètica.

Val a dir que, per aconseguir que aquesta certificació fos aprovada i, per tant, pogués ser utilitzada per obtenir l'etiqueta energètica i d'aquesta manera estalviar recursos en la recollida de dades o la modelització de l'envolupant tèrmica i les instal·lacions, caldria que primer fos validada.

Per validar aquesta opció seria necessari comparar els resultats obtinguts de manera monitoritzada amb els resultats obtinguts amb algun programa més exhaustiu i que donés resultats més fiables i acurats, com el CALENER. Aquest podria ser un treball futur a desenvolupar, ja que en cas que els resultats fossin acceptables i la certificació fos validada pel ministeri, permetria estalviar recursos a l'hora de qualificar energèticament edificis.

Mentre aquesta opció no sigui vàlida, la certificació bàsica és la solució més viable econòmicament per qualificar energèticament un edifici.

## 17 Bibliografia

- [1] M. de Fomento, "Código Técnico de la Edificación CTE", vol. 2013, p.25, 2013.
- [2] Como se mide la escala de certificación energética. [En línia] Disponible: <http://www.certificadosenergeticos.com/como-calcula-escala-calificacion-energetica> [Últim accés: 8 de novembre de 2015].
- [3] "CE<sup>3</sup>X / CE3X / CEX Programa para la certificación energética de edificios." [En línia]. Disponible: <http://www.efinova.es/CE3X>. [Últim accés: 2-Set-2015].
- [4] SIRENA. Universitat Politècnica de Catalunya, UPC. [En línia] Disponible: <http://sirenaupc.dexcell.com/dashboard/widgets.htm> [Últim accés: 15 de desembre de 2015].
- [5] Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios.
- [6] Guía IDAE, manual de fundamentos técnicos de calificación energética en edificios existentes CE3x. Capítulo 6. Cálculo de las clases de eficiencia energética (pàgines 29-31). Ed. IDAE. Madrid, julio 2012.
- [7] BOE. (2013). RD 235/2013 Certificación Energética.
- [8] M. de Fomento, "Documento Básico HE Ahorro de energía," p. 70, 2013.
- [9] EPBD Recast. [En línia] Disponible: [http://www.eceee.org/policy-areas/buildings/EPBD\\_Recast](http://www.eceee.org/policy-areas/buildings/EPBD_Recast) [Últim accés: 1 d'octubre de 2015].
- [10] Servei d'Obres y Manteniment del Campus Terrassa (SOMT).
- [11] Modelo de etiqueta de edificio terminado. [En línia] Disponible: <http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/DOCUMENTOSRECONOCIDOS/Paginas/Normativaymodelosdeutilizaci%C3%B3n.aspx> [Últim accés: 18 de setembre de 2015].

- [12] Sede electrónica de la dirección general del catastro. [En línia] Disponible: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA> [Últim accés: 2 de desembre de 2015].
- [13] DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición).
- [14] Guía IDAE, manual de usuario de calificación energética de edificios existentes CE3x. (página 30). Ed. IDAE. Madrid, juliol 2012.
- [15] Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. Ed. IDAE. Madrid, maig 2009.
- [16] Certificació d'eficiència energètica d'edificis. [En línia] Disponible: [http://icaen.gencat.cat/ca/pice\\_ambits\\_tematicos/pice\\_l\\_energia\\_als\\_edificis\\_i\\_serveis/pice\\_certificacio\\_edificis/pice\\_faqs/index.html](http://icaen.gencat.cat/ca/pice_ambits_tematicos/pice_l_energia_als_edificis_i_serveis/pice_certificacio_edificis/pice_faqs/index.html) [Últim accés: 20 de setembre de 2015].
- [17] Información sobre certificación energética. [En línia] Disponible: [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_2013\\_05\\_28\\_Informacion\\_General\\_Certificacion\\_FAQs\\_V5\\_f57d3b9a.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_2013_05_28_Informacion_General_Certificacion_FAQs_V5_f57d3b9a.pdf) [Últim accés: 20 de setembre de 2015].
- [18] IDAE, "Condiciones de aceptación de procedimientos alternativos a LIDER y CALENER", vol. Anexos, p. 128.
- [19] Taula d'opcions de qualificació energètica. [En línia] Disponible: <http://www.scalofrios.es/CEE/osimplificada.htm> [Últim accés: 18 de setembre de 2015].
- [20] Plànol de situació de l'edifici. [En línia] Disponible: <http://www.maps.google.com> [Últim accés: 18 de setembre de 2015].