



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR4+TR45 del Campus UPC Terrassa

---

Escola Tècnica Superior d'Enginyeries  
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

**MEMÒRIA**

**Juny de 2015**

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials (GRETl)

**Autor:** Joan Marc Gamisans Eslava

**Director del treball:** Miquel Casals Casanova

**Co-director del treball:** Marcel Macarulla Martí

Índex:

<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>9</b>
<b>RESUM</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUCCIÓ</b>	<b>10</b>
1.1 OBJECTIU DEL TREBALL	10
1.2 JUSTIFICACIÓ	11
1.3 ABAST	11
1.4 ESPECIFICACIONS BÀSIQUES	12
1.5 JUSTIFICACIÓ DE LA UTILITAT	12
<b>2 ANTECEDENTS I ESTAT DE L'ART</b>	<b>13</b>
2.1 LEGISLACIÓ I NORMATIVA	13
2.2 EL CERTIFICAT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA	14
2.3 CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA AMB CE3X	17
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>18</b>
3.1 ORDRE DE TREBALL	18
3.2 CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA (CE3X)	19
3.2.1 RECOLLIDA DE DADES	20
3.2.2 INTRODUCCIÓ DE DADES	20
3.2.2.1 Dades administratives	21
3.2.2.2 Dades generals	22
3.2.2.3 Envoltant tèrmica	23
3.2.2.4 Les instal·lacions	24
3.2.2.5 Patró d'ombres	24
3.2.3 OBTENCIÓ DE LA QUALIFICACIÓ	25
3.3 CERTIFICACIÓ A PARTIR DE LA MONITORITZACIÓ DE DADES	26
<b>4 CARACTERÍSTIQUES DE L'EDIFICI</b>	<b>27</b>
4.1 DADES ADMINISTRATIVES	27
4.2 DADES GENERALS	28
4.3 ENVOLTANT TERMIC	29
4.3.1 COBERTES I TERRES	29

4.3.2	MURS	29
4.3.3	OBERTURES I CLARABOIES	29
4.3.4	PONTS TÈRMICS	30
4.3.5	PARTICIONS INTERIORS	30
4.4	INSTAL·LACIONS	30
4.4.1	EQUIP DE CALEFACCIÓ	30
4.4.2	EQUIPS DE REFRIGERACIÓ	33
4.4.3	EQUIPS DE VENTILACIÓ	33
4.4.4	EQUIPS D'IL·LUMINACIÓ	34
4.4.5	EQUIPS DE ACS	34
4.5	PATRO D'OMBRES	34
<b>5</b>	<b>CERTIFICACIÓ EXHAUSTIVA</b>	<b>35</b>
5.1	ENVOLTANT TÈRMIC	35
5.1.1	ELS MURS	35
5.1.1.1	Façanes	35
5.1.1.2	Murs en contacte amb el terreny	46
5.1.1.3	Murs en contacte amb un altre edifici	46
5.1.2	LES COBERTES	46
5.1.3	TERRES	48
5.1.4	PARTICIONS INTERIORS	48
5.1.5	OBERTURES I CLARABOIES	49
5.1.6	PONTS TÈRMICS	52
5.1.7	MATERIALS UTILITZATS	52
5.2	INSTAL·LACIONS	53
5.2.1	LES CALDERES	53
5.2.2	LES BOMBES	55
5.2.3	EQUIPS D'IL·LUMINACIÓ	57
5.2.4	EQUIPS DE REFRIGERACIÓ	58
5.2.5	EQUIPS DE ACS	60
5.3	PATRO D'OMBRES	60
5.4	RESULTATS DE LA CERTIFICACIÓ	62



<b>6</b>	<b>CERTIFICACIÓ SIMPLE</b>	<b>64</b>
6.1	ENVOLTANT TÈRMIC	64
6.1.1	ELS MURS	64
6.1.1.1	Façanes	64
6.1.2	LES COBERTES	65
6.1.3	OBERTURES I CLARABOIES	66
6.2	RESULTATS DE LA CERTIFICACIÓ	67
<b>7</b>	<b>DADES MONITORITZADES</b>	<b>69</b>
7.1	ELECTRICITAT	71
7.2	GAS NATURAL	73
7.3	TOTAL	74
<b>8</b>	<b>ANÀLISI</b>	<b>75</b>
8.1	ANÀLISI DELS RESULTATS ENERGÈTICS	75
8.2	ANÀLISI TEMPORAL I ECONÒMIC	77
<b>9</b>	<b>PRESSUPOST</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	<b>MEDI AMBIENT</b>	<b>79</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>80</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>82</b>

Índex de taules:

Taula 1: Procediments per a la Certificació Energètica.	15
Taula 2: Llistat dels materials de la façana TR4_NORD	37
Taula 3: Llistat dels materials de la façana TR4_SUD	38
Taula 4: Llistat dels materials de la façana TR4_EST	39
Taula 5: Llistat dels materials de la façana TR4_OEST	40
Taula 6: Llistat dels materials de la façana TR45_EST	41
Taula 7: Llistat dels materials de la façana TR45_OEST	41
Taula 8: Llistat dels materials de la façana TR45_NORD	42
Taula 9: Llistat dels materials de la façana TR45_SUD	42
Taula 10: Llistat dels materials de la façana TR45_NORD_POLI	42
Taula 11: Llistat dels materials de la façana TR45_SUD_POLI	43
Taula 12: Llistat dels materials de la façana TR45_EST_POLI	44
Taula 13: Llistat dels materials de les façanes CTTC_EST i CTTC_OEST	44
Taula 14: Llistat dels materials de les façanes CTTC_NORD i CTTC_SUD	45
Taula 15: Llistat de murs en contacte amb el terreny per defecte	46
Taula 16: Llistat de murs en contacte amb un altre edifici	46
Taula 17: Llistat de cobertes	47
Taula 18: Llistat i estimació dels terres en contacte amb el terreny.	48
Taula 19: Característiques partició interior TERRA_AIRE	48
Taula 20: Llistat d'obertures i claraboies: situació, superfície i protecció solar	50
Taula 21: Llistat d'obertures i claraboies: propietats del marc i del vidre	51
Taula 22: Llista i característiques dels materials de construcció	53
Taula 23: Característiques caldera 1 TR4	53
Taula 24: Característiques caldera 2 TR4	54
Taula 25: Característiques caldera 3 TR4	54
Taula 26: Característiques caldera 4 TR5	54
Taula 27: Característiques Bombes Caldera 1 TR4	55
Taula 28: Característiques Bombes Caldera 2 TR4	56
Taula 29: Característiques Bombes Caldera 3 TR4	56
Taula 30: Característiques Bombes Caldera 4 TR5	57
Taula 31: Característiques de la Refrigeradora 1	58
Taula 32: Característiques de la refrigeradora 2	58
Taula 33: Característiques dels Splits del TR4	58
Taula 34: Característiques dels Fancoils	59
Taula 35: Característiques dels Splits exteriors del TR45	59
Taula 36: Característiques dels Splits interiors del TR45	59
Taula 37: Característiques dels equips d'ACS	60
Taula 38: Indicador global de les emissions de la certificació exhaustiva	62
Taula 39: Demanda energètica de calefacció i refrigeració	63



Taula 40: Consum global d'energia primària	63
Taula 41: Llistat de façanes per defecte	65
Taula 42: Llistat de cobertes	65
Taula 43: Llistat d'obertures i claraboies.	67
Taula 44: Indicador global de les emissions de la certificació simple	67
Taula 45: Demanda energètica de calefacció i refrigeració	68
Taula 46: Consum global d'energia primària	68
Taula 47: Mitjana anual de l'electricitat	72
Taula 48: Energia per unitat de superfície	73
Taula 49: Energia primària per unitat de superfície	73
Taula 50: Mitjana anual i rendiment del gas.	74
Taula 51: Energia per unitat de superfície	74
Taula 52: Energia primària per unitat de superfície	74
Taula 53: Energia primària total	74
Taula 54: Taula resum dels resultats energètics	75
Taula 55: Anàlisi temporal	77
Taula 56: Anàlisi econòmic	78

## Índex d'il·lustracions:

Il·lustració 1: Fotografia dels edificis TR4 i TR45 de l'ETSEIAT	11
Il·lustració 2: Etiqueta homologada de Certificat Energètic.	16
Il·lustració 3: Tipus d'edifici a certificar	20
Il·lustració 4: Imatge de l'espai per a dades administratives del CE3x.	21
Il·lustració 5: Components de l'envoltant tèrmic	23
Il·lustració 6: Tipus d'instal·lacions que ofereix el programa	24
Il·lustració 7: Patró d'ombres	24
Il·lustració 8: Eina "Obstáculos rectangulares"	25
Il·lustració 9: Dades administratives de l'edifici	27
Il·lustració 10: Pestanya de dades generals	28
Il·lustració 12: Esquema del grup de Caldera 1 del TR4	31
Il·lustració 13: Esquema del grup de Caldera 2 del TR4	32
Il·lustració 14: Esquema del grup de Caldera 3 del TR4	32
Il·lustració 15: Esquema del grup de Caldera 4 del TR5	33
Il·lustració 16: Façanes TR4	36
Il·lustració 17: Façanes TR45	36
Il·lustració 18: Façanes CTTC	36
Il·lustració 19: Façanes Sala Polivalent	36
Il·lustració 20: Fotografia de la façana TR4_NORD	37
Il·lustració 21: Detall dels grups de materials de la façana TR4_NORD	37
Il·lustració 22: Fotografia de la façana TR4_SUD	38
Il·lustració 23: Detall dels grups de materials de la façana TR4_SUD	38
Il·lustració 24: Fotografia de la façana TR4_EST	39
Il·lustració 25: Detall del grup de materials de la façana TR4_EST	39
Il·lustració 26: Fotografia de la façana TR4_OEST	39
Il·lustració 27: Detall dels grups de materials de la façana TR4_OEST	40
Il·lustració 28: Fotografia de la façana TR45_EST	40
Il·lustració 29: Detall dels grups de materials de la façana TR45_EST	40
Il·lustració 30: Fotografia de la façana TR45_OEST	41
Il·lustració 31: Fotografia de la façana TR45_OEST	41
Il·lustració 32: Fotografia de la façana TR45_NORD	41
Il·lustració 33: Fotografia de la façana TR45_SUD	42
Il·lustració 34: Fotografia de la façana TR45_NORD_POLI	42
Il·lustració 35: Estimació de les propietats de la façana TR45_NORD_POLI	43
Il·lustració 36: Fotografia de la façana TR45_SUD_POLI	43
Il·lustració 37: Fotografia de la façana TR45_EST_POLI	44
Il·lustració 38: Detall dels grups de materials de les façanes CTTC_EST i CTTC_OEST	44



Il·lustració 39: Detall dels grups de materials de les façanes CTTC_NORD i CTTC_SUD _____	45
Il·lustració 40: Estimació de les propietats de les façanes CTTC_NORD i CTTC_SUD _____	45
Il·lustració 41: Cobertes TR4 _____	47
Il·lustració 42: Cobertes TR45 _____	47
Il·lustració 43: Fotografia partició interior TERRA_AIRE _____	48
Il·lustració 44: Caldera 4 TR5 _____	55
Il·lustració 45: Fotografia Bombes Caldera 1 TR4 _____	55
Il·lustració 46: Fotografia Bombes Caldera 2 TR4 _____	56
Il·lustració 47: Fotografia Bombes Caldera 3 TR4 _____	56
Il·lustració 48: Fotografia Bombes Caldera 4 TR5 _____	57
Il·lustració 49: Equips d'il·luminació _____	57
Il·lustració 50: Mapa de l'edifici en estudi i dels edificis que fan ombra _____	60
Il·lustració 51: Introducció simplificada d'ombres " <i>Obstáculos rectangulares</i> " _____	61
Il·lustració 52: Trajectòria solar amb patrons d'ombres introduïts _____	62
Il·lustració 52: Esquema de transformació de l'energia primària a energia útil _____	70





## Índex de gràfics

Gràfic 1: Ordre de treball _____	18
Gràfic 2: Metodologia per a mètodes simplificats _____	19
Gràfic 3: Consum d'electricitat TR4 _____	71
Gràfic 4: Consum d'electricitat TR4 amb dades substituïdes _____	71
Gràfic 5: Consum d'electricitat TR45 _____	72
Gràfic 6: Consum d'electricitat Total _____	72
Gràfic 7: Consum d'electricitat del TR4 i TR45 _____	73



## AGRAÏMENTS

A la Gemma Santularia del *Servei d'Obres i Manteniment del Campus Terrassa*. Per la informació facilitada i l'ajuda necessària per portar a terme aquest treball.

Al Miquel Casals Casanova, director d'aquest treball, i al Marcel Macarrulla Martí, codirector. Per guiar-me durant tot aquest procés.

Als meus pares, Joan Gamisans Noguera i Pilar Eslava Pedra. Pel seu suport i confiança, i per ajudar-me dia a dia a millorar i aconseguir els meus objectius

A l'Alba Tarrason Fernández. Per creure en mi, per estar sempre allà i animar-me quan és més necessari.

## RESUM

El treball tracta sobre la certificació energètica d'un edifici existent del Campus Terrassa. Es realitzaran tres certificacions diferents, dues d'elles utilitzant el software CE3x i la tercera a través de la monitorització de les dades de consum. L'objectiu és poder comparar les tres certificacions i els seus respectius costos per tal de determinar-ne l'equivalència.

## ABSTRACT

This paper talks about the energy certification of an existing building of Campus Terrassa. Three different certifications will be performed, two of them by using the CE3x software, and the third one throughout the monitored consumption data.

The main goal is to compare all three certifications with their own costs in order to determine their equivalence.

# 1 INTRODUCCIÓ

## 1.1 OBJECTIU DEL TREBALL

L'objectiu d'aquest treball és comprovar si el resultat de les certificacions mitjançant mètodes simplificats a través del programa certificador coincideixen o, si més no, s'aproximen a les dades de consum monitoritzades.

És interessant conèixer si hi ha una certa equivalència ja que es podrien realitzar les certificacions a través de les dades monitoritzades, cosa que suposaria un important estalvi de recursos.

També és interessant comparar les dues certificacions a través de mètodes simplificats ja que una d'elles es portarà a terme utilitzant paràmetres per defecte, i l'altre utilitzarà informació real de l'edifici. Si el resultats obtinguts coincidissin, es podrien realitzar les certificacions més fàcilment.

## 1.2 JUSTIFICACIÓ

Els habitatges són una part molt important en la vida d'una persona ja que no només li proporciona un lloc per protegir-se, sinó que la transforma en la seva llar, el seu lloc de treball, el seu centre d'ensenyament, el seu gimnàs...

Gràcies a que la tecnologia avança constantment, cada vegada es busca més la eficiència i el bon rendiment de tot el que ens envolta, i els edificis no se n'exclouen. Per aconseguir un major confort i benestar és molt important que els edificis siguin eficients, i d'aquesta manera, també s'aconsegueix un fort estalvi d'energia.

És per això que les certificacions energètiques estan tenint un pes molt important en els últims anys, ja que l'eficiència energètica ha passat a ser un aspecte a tenir en compte, per exemple, a l'hora d'adquirir o llogar un habitatge.

Aquest fet també ha estat degut, en gran mesura, a causa de la implantació de la Directiva 2010/31/UE i el posterior Real Decret 235/2013 que regula el procediment bàsic per a la certificació energètica d'edificis existents.

## 1.3 ABAST

Aquest treball es realitza sobre el conjunt dels dos edificis TR4 i TR45 de l'ETSEIAT (Escola Tècnica d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa).



Il·lustració 1: Fotografia dels edificis TR4 i TR45 de l'ETSEIAT

En el desenvolupament del treball es realitzarà primerament una certificació energètica senzilla de l'edifici utilitzant paràmetres per defecte en funció de la zona climàtica i l'any de construcció i seguidament es realitzarà una segona certificació més exhaustiva mitjançant paràmetres reals per tal d'obtenir el consum energètic per unitat de superfície, així com també les emissions de CO<sub>2</sub>

per unitat de superfície. Acte seguit s'obtindran les dades de consum monitoritzat. Finalment es compararan les tres certificacions i s'obtindran unes conclusions.

Es tindrà en compte tot l'envoltant tèrmic de l'edifici i les seves instal·lacions.

Es tindrà en compte el patró d'ombres que projecten els edificis del voltant.

No realitzarà cap projecte de millora d'eficiència energètica.

No s'ha assajat l'estanquitat de l'edifici.

No es tenen en compte les particions interiors de l'edifici, per simplificar el procés.

## 1.4 ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

Les certificacions es portaran a terme amb el software CE3x.

Les dades no conegudes o no trobades s'introduiran com a dades estimades o per defecte en funció de la informació de que es disposi.

Les dades de consum monitoritzat s'obtindran a partir del servei SIRENA UPC que recopila dades dels edificis de la UPC.

S'utilitzaran els plànols dels edificis proporcionats pel Servei de Manteniment i Obres de la UPC per obtenir dades.

## 1.5 JUSTIFICACIÓ DE LA UTILITAT

Realitzant aquest treball, s'espera conèixer i aprendre com es porten a terme les certificacions energètiques d'edificis existents i com es poden comparar amb els consums monitoritzats de l'edifici.

## 2 ANTECEDENTS I ESTAT DE L'ART

### 2.1 LEGISLACIÓ I NORMATIVA

La regulació de l'eficiència energètica dels edificis es remunta a l'any 2002 quan la Unió Europea va aprovar la Directiva 2002/91/CE del Parlament Europeu i del Consell, del 16 de desembre, relativa a la eficiència energètica dels edificis (*Energy Performance of Buildings Directive [EPBD]*). Aquesta normativa va entrar en vigor el 4 de gener de 2003 amb la intenció de ser aplicada als estats membres amb data màxima del 4 de gener de 2006. Inspirada en el Protocol de Kyoto, aquesta directiva es comprometia en reduir les emissions de CO<sub>2</sub> dels edificis en un 8% per a l'any 2010. Per tal d'aconseguir-ho, aquesta normativa recolzava tres eines concretes:

- L'establiment de requisits d'ús de l'energia en edificis nous i existents que portin a terme grans obres de renovació.
- La introducció de certificats d'eficiència energètica.
- Les inspeccions de sistemes de climatització de grandària mitja i gran.

Aquesta normativa es va transposar a l'Estat Espanyol en el Real Decret 47/2007 amb data de 19 de gener de 2007, mitjançant el qual es va aprovar un Procediment Bàsic per a la certificació d'eficiència energètica d'edificis de nova construcció, quedant exempts els edificis existents.

Posteriorment, la directiva 2002/91/CE va ser ampliada i corregida mitjançant la directiva 2010/31/UE del Parlament Europeu i del Consell, amb data de 19 de maig de 2010. Els requisits d'aquesta directiva es basen en tres aspectes fonamentals:

- La inspecció periòdica de les instal·lacions tècniques dels edificis: Assenta les bases dels requisits que hauran de complir les diferents instal·lacions d'un edifici en cas de reformes o instal·lacions noves.
- L'augment dels edificis de consum d'energia gairebé nul: Es pretén que de cara al 31 de desembre de 2020 les edificacions habitables existents o de nova construcció tinguin un consum energètic pràcticament nul.
- La certificació energètica d'edificis: Aquesta directiva fixa els requisits mínims d'eficiència energètica que han de tenir els edificis nous així com encarrega als Estats Membres que prenguin les mesures necessàries quan efectuïn reformes importants en edificis per tal de que es millori l'eficiència energètica que sigui tant tècnica, funcional com econòmicament viable. Addicionalment la directiva estableix que els

Estats Membres estableixin un sistema de certificació d'eficiència energètica dels edificis.

El Real Decret 235/2013 del 5 d'abril, va entrar en vigor per cobrir les exigències de la UE i regular els edificis ja existents, derogant així el Real Decret 47/2007, el qual només feia referència als edificis de nova construcció. Aquesta nova directiva, que va entrar en vigor el dia següent de la seva publicació al Butlletí Oficial de l'Estat No. 98 (13/04/2013), fixa la data del 1 de juny de 2013 com la data a partir de la qual serà obligatori posar a disposició dels compradors o llogaters d'edificis un Certificat d'Eficiència Energètica (CEE) del mateix (anteriorment a aquesta data, l'entrega del CEE era voluntària).

## 2.2 EL CERTIFICAT D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

El certificat d'eficiència energètica o certificat energètic és un document oficial redactat per un tècnic competent que inclou informació objectiva sobre les característiques energètiques d'un immoble. Aquest document té una vigència màxima de 10 anys, passat aquest termini, s'ha de renovar.

Aquesta certificació energètica qualifica energèticament un immoble calculant el consum anual d'energia necessària per tal de satisfer la demanda energètica d'un edifici en condicions normals d'ocupació i de funcionament, tenint en compte la demanda d'ACS, calefacció, il·luminació, refrigeració i ventilació.

Tot certificat ha de constar, com a mínim de:

- Identificació de l'edifici, o si és el cas, de la part del mateix que es certifica, incloent la referència cadastral.
- Dades del tècnic certificador i del promotor o propietari de l'edifici.
- Ús de l'edifici i condicions de funcionament i ocupació.
- Identificació del procediment escollit per a l'obtenció de la qualificació energètica.
- Indicació de la normativa d'aplicació sobre estalvi i eficiència energètica d'aplicació en el moment de la seva construcció
- Descripció de les característiques energètiques de l'edifici: envoltant tèrmica, instal·lacions tèrmiques i d'il·luminació, condicions normals de funcionament i ocupació, condicions de confort tèrmic, lumínic, qualitat d'aire interior i altres dades utilitzades per obtenir la qualificació d'eficiència energètica de l'edifici.
- Qualificació d'eficiència energètica obtinguda expressada mitjançant l'etiqueta energètica.
- Per als edificis existents, document de recomanacions per a la millora dels nivells òptims o rentables de l'eficiència energètica d'un edifici o

d'una part d'aquest, a menys que no existeixi cap potencial raonable per a una millora d'aquesta índole en comparació amb els requisits d'eficiència energètica vigents. Les recomanacions incloses en el certificat d'eficiència energètica abordaran:

- Les mesures aplicades en el marc de reformes importants de l'envoltant tèrmica i de les instal·lacions tècniques d'un edifici.
- Les mesures relatives a elements d'un edifici, independentment de la realització de reformes importants de l'envoltant o de les instal·lacions tècniques d'un edifici.
- Descripció de les probes i comprovacions portades a terme, en el seu cas, pel tècnic competent durant la fase de qualificació energètica.
- Compliment dels requisits mediambientals exigits a les instal·lacions tèrmiques.

La certificació energètica d'un edifici pot estar realitzada mitjançant dues opcions:

- La opció general, de caràcter prestacional, que desenvolupa la metodologia de càlcul de forma directa (CALENER).
- La opció simplificada, de caràcter prescriptiu, que desenvolupa la metodologia de càlcul de forma indirecta (CE3 i CE3x).

A continuació es mostra els procediments a portar a terme en funció de l'antiguitat dels edificis i dels seus usos:

		<b>Certificació energètica d'edificis</b>
Edificis nous	Habitatge	CALENER VyP CE2 CERMA
	Altres usos	CALENER VyP CALENER GT
Edificis existents	Habitatge	CALENER VyP CE3 CE3X CERMA
	Altres usos	CALENER VyP CALENER GT CE3 CE3X

**Taula 1: Procediments per a la Certificació Energètica.**



Aquest treball estudia un edifici destinat a l'educació (no habitatge) i ja existent, pel que es pot utilitzar qualsevol dels quatre programes mencionats a la taula. S'utilitzarà el programa de mètodes simplificats CE3x.

L'etiqueta d'eficiència energètica és un element que serveix per distingir, de forma clara i concisa, la qualificació d'eficiència energètica d'un edifici. Aquesta etiqueta mostra, en un total de 7 barres anomenades de la A a la G, el consum de kWh/m<sup>2</sup> per any i/o les emissions de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> per any (una etiqueta per cada element), on la A és la més eficient i la G és la menys eficient.

Es mostren les dues etiquetes ja que una mostra el consum de l'edifici i l'altre mostra la procedència del consum d'energia primària mitjançant les emissions.

Es pot donar el cas que ambdues etiquetes no coincideixin; això és degut a que un edifici pot consumir molt poca energia però que la procedència d'aquesta sigui de fonts de molta generació d'emissions.

A continuació es mostra un exemple d'etiqueta homologada de Certificat Energètic:

**QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE L'EDIFICI ACABAT ETIQUETA**

**DADES DE L'EDIFICI**

Normativa vigent construcció/rehabilitació	Tipus edifici	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Adreça	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Municipi	<input type="text"/>
Referència catastral	C.P.	<input type="text"/>
<input type="text"/>	C. Autònoma	<input type="text"/>

**ESCALA DE LA QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA**

	CONSUM D'ENERGIA kWh/m <sup>2</sup> any	Emissions kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> any
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**REGISTRE**

Valíd fins dd/mm/aaaa

ESPAÑA  
Directiva 2010/31 / UE

II-lustració 2: Etiqueta homologada de Certificat Energètic.

## 2.3 CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA AMB CE3X

Com s'ha vist amb anterioritat, el CE3x és un dels programes acceptats per a portar a terme la certificació dels edificis TR4 i TR45. És un programa que utilitza mètodes simplificats per a l'obtenció del certificat d'eficiència energètica.

La metodologia de treball per tal de portar a terme una certificació energètica s'explicarà detalladament a l'apartat 3.2 d'aquest document.

No obstant, cal esmentar les eines que ofereix el programa, però que, tal i com es menciona a l'abast, no es portaran a terme:

- Mesures de millora: El programa ofereix un ampli ventall de millores per tal d'aconseguir una millor eficiència energètica, una vegada s'han introduït totes les dades i executada la certificació energètica.
- Anàlisi econòmica: El programa genera un pressupost associat a les mesures de millora que el tècnic certificador hagi escollit.

Tant les mesures de millora com la anàlisi econòmica estan incloses dins de l'informe complet de certificació energètica, el qual s'ha d'entregar a l'organisme competent de la administració. Un cop aquest organisme hagi avaluat la certificació, serà l'encarregat d'emetre l'etiqueta energètica definitiva.

## 3 METODOLOGIA

En aquest apartat es nombraran i explicaran l'ordre de treball i les diferents metodologies utilitzades per obtenir les diferents certificacions energètiques.

### 3.1 ORDRE DE TREBALL

Per tal de portar a terme l'objectiu d'aquest treball, s'ha portat a terme el següent ordre de treball, que es mostra en forma de gràfic:



**Gràfic 1: Ordre de treball**

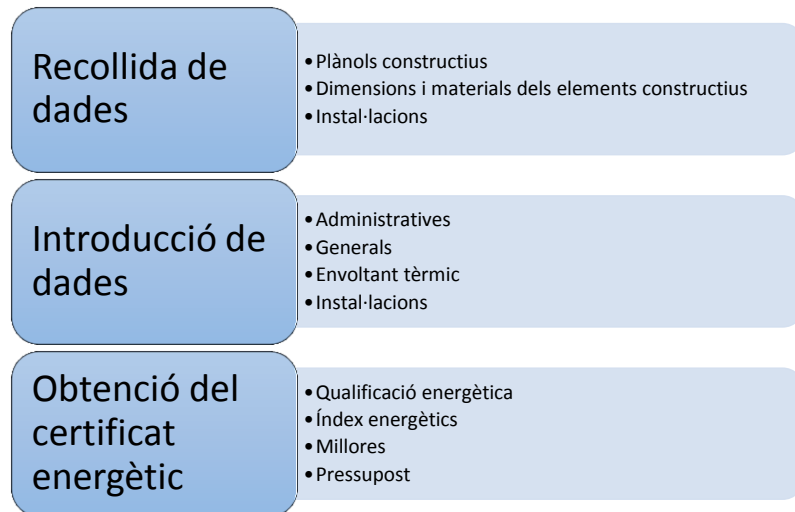
I que es detalla a continuació:

- Recollida de dades: Tant per a les certificacions com per a l'estudi de consums monitoritzats
- Certificació exhaustiva: Una primera certificació utilitzant el CE3x en la qual s'introduirà, de forma detallada, la màxima quantitat de materials de construcció dels tancaments com estiguin disponibles, i tota la informació referent a les instal·lacions. Alguns dels materials s'estimaran per falta d'informació.
- Certificació bàsica: Una segona certificació també amb el CE3x en la qual es tenen en compte tots els tancaments i instal·lacions, però les característiques dels quals (principalment materials de construcció) es deixaran per defecte en el programa, que calcula depenent del tipus d'edifici i de la zona climàtica d'aquest.

- Estudi dels consums monitoritzats: Un estudi de la monitorització dels consums reals de l'edifici per tal d'obtenir el consum total energètic.
- Anàlisi de resultats: Comparació de les dues certificacions i de l'estudi dels consums monitoritzats una vegada realitzats per tal d'indicar les possibles similituds o diferències i també comparar el temps dedicat a cada una, amb el consegüent cost.

### 3.2 CERTIFICACIÓ ENERGÈTICA (CE3X)

La metodologia per aquest tipus de certificacions es porta a terme en tres passos diferenciats, els quals es mostren, de manera gràfica a continuació:



**Gràfic 2: Metodologia per a mètodes simplificats**

Seguidament s'expliquen els passos anteriorment nomenats:

- Recollida de dades: Recopilació de tota la informació necessària per poder introduir al programa, com poden ser els plànols constructius, les dimensions i els materials de construcció dels elements constructius i les especificacions de les instal·lacions.
- Introducció de dades: Aquesta fase és en la que s'introdueixen totes les dades recollides amb anterioritat al programa certificador CE3x. Cal esmentar que en certs casos les dades s'han hagut d'estimar, o deixar per defecte en el cas de la certificació bàsica, s'ha utilitzat la llibreria de materials, tancaments, vidres i marcs per a la certificació exhaustiva

- Obtenció del certificat energètic: Una vegada s'ha introduït totes les dades en el programa, aquest entrega un informe de certificació energètic, en el qual es troba la qualificació, i un seguit d'indicadors de la mateixa.

### 3.2.1 RECOLLIDA DE DADES

Totes les dades obtingudes s'han aconseguit a través del *Servei d'Obres i Manteniment del Campus Terrassa*<sup>1</sup>.

Pel que fa a les superfícies dels elements constructius, s'han obtingut a través de la anàlisi dels plànols en format CAD, proporcionats pel *SOMT*, en els quals s'ha seleccionat detingudament cada superfície<sup>2</sup>.

En quant als materials de construcció, s'han obtingut a partir dels detalls dels plànols proporcionats pel *SOMT*.

Les instal·lacions s'han aconseguit gràcies a visites in-situ de les mateixes acompanyat d'un membre del *SOMT*, el qual també ha proporcionat llistats, explicacions i dades diverses necessàries.

### 3.2.2 INTRODUCCIÓ DE DADES

Per tal d'obtenir la certificació energètica és obligatori introduir tot tipus de dades. Només a l'iniciar el programa, aquest et demana quin tipus d'edifici es vol modelitzar i certificar, ja que d'aquesta decisió el programa aplicarà uns criteris o uns altres.



II-lustració 3: Tipus d'edifici a certificar

<sup>1</sup> D'ara en endavant s'abreviarà com a *SOMT*.

<sup>2</sup> Aquest procediment s'explica i es detalla detingudament en l'Annex III.

En el cas que ens interessa ens trobem en un Gran terciari, ja que per superfície es considera gran, i està vinculat al Sector Terciari o dels Serveis.

### 3.2.2.1 Dades administratives

En aquest primer bloc s'introdueixen dades com la localització i identificació de l'edifici (direcció, província, registre cadastral...), dades del client (nom o raó social, direcció...) i dades del tècnic certificador (nom, raó social, direcció, titulació habilitant...).

Són dades que no tenen influència en el resultat però que seran presents en el certificat d'eficiència energètica emès pel programa.

A continuació es mostra l'espai destinat pel programa per introduir les dades comentades:

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Provincia/Ciudad autónoma	<input type="text"/>	Localidad	<input type="text"/>
Referencia Catastral	<input type="text"/>		
Código Postal <input type="text"/>			

Datos del cliente			
Nombre o razón social	<input type="text"/>		
Dirección	<input type="text"/>		
Provincia/Ciudad autónoma	<input type="text"/>	Localidad	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>	E-mail	<input type="text"/>
Código Postal <input type="text"/>			

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	<input type="text"/>	NIF	<input type="text"/>
Razón social	<input type="text"/>	CIF	<input type="text"/>
Dirección	<input type="text"/>		
Provincia/Ciudad autónoma	<input type="text"/>	Localidad	<input type="text"/>
Teléfono	<input type="text"/>	E-mail	<input type="text"/>
Titulación habilitante según normativa vigente <input type="text"/>			
Código Postal <input type="text"/>			

II-lustració 4: Imatge de l'espai per a dades administratives del CE3x.

### 3.2.2.2 Dades generals

En aquest bloc es distingeixen dues pestanyes, les dades generals i la definició de l'edifici.

Pel que fa a dades generals, el programa ens demana les següents:

- Normativa vigent: En funció de l'any de construcció de l'edifici, el programa associa una normativa de construcció, la qual afectarà al programa a l'hora de caracteritzar aquells paràmetres definits com a "per defecte" o "estimats".
- Tipus d'edifici: Si és un local o un edifici complet.
- Perfil d'us: Dada que fa referència a la intensitat en que l'edifici ofereix els seus serveis durant les hores de funcionant.
- Localització de l'edifici: Aquestes dades serveixen per indicar al programa la zona climàtica en la que es troba l'edifici, la qual, igual que la normativa, afectarà a la caracterització de determinats paràmetres.

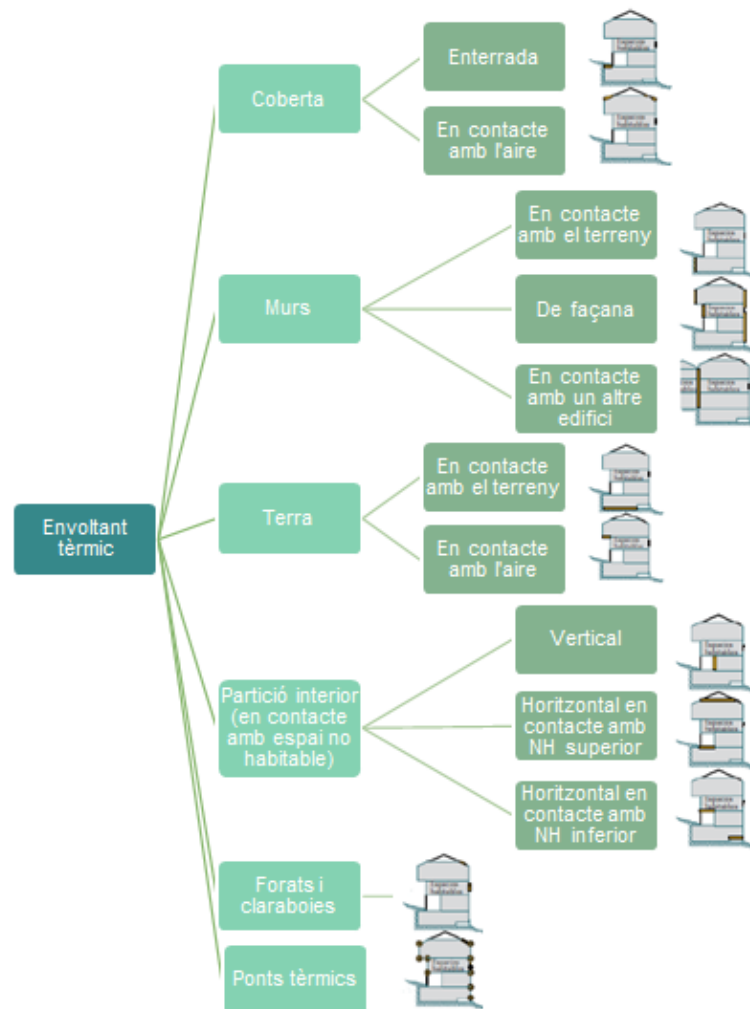
En quant a la definició de l'edifici, el programa demana la superfície útil, l'altura lliure de planta i el nombre de plantes, el consum total diari d'aigua calenta sanitària<sup>3</sup>, la massa de les particions i si s'ha assajat o no l'estanquitat de l'edifici. Altrament, també sol·licita la introducció d'una imatge representativa de l'edifici, així com també un plànol amb la seva ubicació.

---

<sup>3</sup> A partir d'ara: ACS.

### 3.2.2.3 Envoltant tèrmica

L'envoltant tèrmic engloba tots els tancaments que aïllen l'edifici de l'ambient exterior (aire, terreny...), com son els murs, les cobertes, el terra... En la següent imatge es mostra com es divideixen els diferents tipus de tancaments que formen l'envoltant tèrmic.



Il·lustració 5: Components de l'envoltant tèrmic



### 3.2.2.4 Les instal·lacions

El programa agrupa les instal·lacions en diferents categories depenent de la finalitat per la qual estan destinades:

#### Instalaciones del edificio

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas
- Equipos de iluminación
- Equipos de aire primario
- Ventiladores
- Equipos de bombeo
- Torres de refrigeración

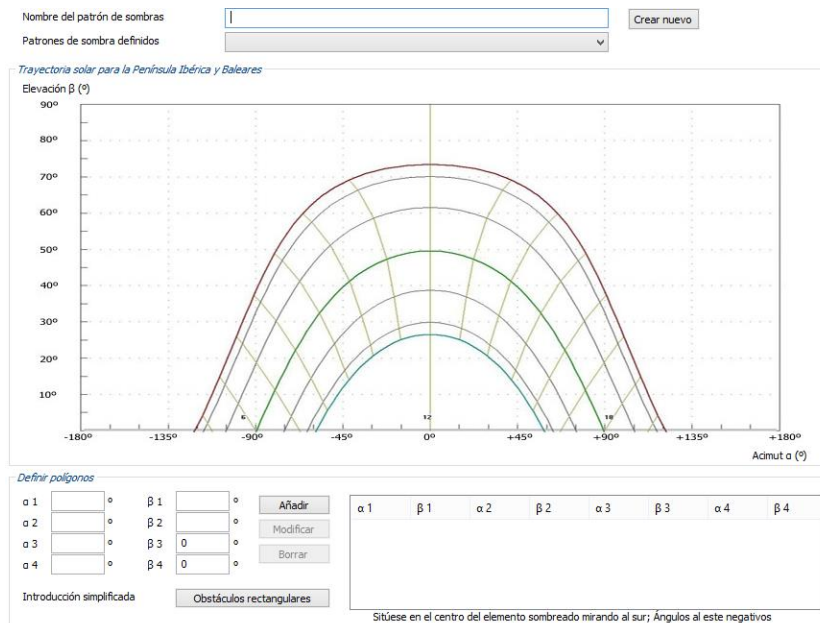
Il·lustració 6: Tipus d'instal·lacions que ofereix el programa

Al seleccionar el tipus d'instal·lació, el programa demana les característiques de la mateixa per tal de modelitzar-la correctament.

### 3.2.2.5 Patró d'ombres

El patró d'ombres és una forma de quantificar i calcular com afecten les ombres que projecten els edificis del voltant de l'edifici en estudi sobre aquest.

El programa permet introduir les possibles ombres que produeixen els edificis del voltant del 'edifici a modelitzar.



Il·lustració 7: Patró d'ombres

A l'hora d'introduir aquestes dades al CE3x, es fa mitjançant la introducció simplificada anomenada “*Obstáculos rectangulares*”, la qual facilita molt la feina ja que calcula tots els paràmetres una vegada s'han introduït les dades necessàries:

### Obstáculos rectangulares

*Definición del obstáculo rectangular*

Orientación

d  m

d1  m

d2  m

Elevación  m

*Polígono definido*

Acimut 1 <input type="text"/> °	Elevación 1 <input type="text"/> °
Acimut 2 <input type="text"/> °	Elevación 2 <input type="text"/> °
Acimut 3 <input type="text"/> °	Elevación 3 <input type="text"/> °
Acimut 4 <input type="text"/> °	Elevación 4 <input type="text"/> °

Il·lustració 8: Eina “*Obstáculos rectangulares*”

### 3.2.3 OBTENCIÓ DE LA QUALIFICACIÓ

La qualificació energètica s'obté una vegada s'han introduït totes les dades necessàries al programa certificador. Un cop es sol·licita la qualificació, el programa proporciona un certificat d'eficiència energètica. Aquest certificat consta d'indicadors globals i parcials que mostren informació relacionada amb la demanda i consum d'energia, així com les emissions produïdes.

### 3.3 CERTIFICACIÓ A PARTIR DE LA MONITORITZACIÓ DE DADES

Cal mencionar que el tractament de les dades monitoritzades no proporcionarà un certificat d'eficiència energètica com el que s'obtindrà a través de les certificacions, sinó que aquestes dades es tractaran per tal de poder-les comparar adequadament.

La metodologia per al tractament de les dades monitoritzades és la següent:

- Recollida de dades: Es recullen dades durant un període de dos anys i tres mesos, aproximadament, que compren les dates entre el 01/02/2013 fins al 19/05/2015.
- Manipulació de les dades: Un cop s'han recollit les dades, es mostren de forma gràfica. Seguidament s'eliminen possibles distorsions o valors fora de rang per tal d'evitar lectures errònies. Acte seguit, es torna a generar un gràfic de les dades per veure'n l'evolució sense distorsions.
- Obtenció d'energia final en unitats adequades: A través de la monitorització, obtenim directament energia final. No obstant, aquesta energia final està expressada en kWh, i es transforma a kWh/m<sup>2</sup>·any. Això s'aconsegueix calculant la mitjana anual i dividint-la pel total de superfície útil de l'edifici.
- Obtenció de l'energia primària: Aplicant un factor de conversió que depèn de l'energia que volem transformar (en aquest cas, electricitat i gas natural) es transforma directament l'energia final en energia primària. En aquest pas, es sumen el total de l'energia elèctrica i l'energia de gas natural per obtenir l'energia primària global consumida.

## 4 CARACTERÍSTIQUES DE L'EDIFICI

En aquest apartat es descriurà l'edifici TR4+TR45 per tal de modelitzar-lo correctament. Aquest procés es portarà a terme seguint el guió de funcionament del CE3x, descrit a l'apartat 3.2.

### 4.1 DADES ADMINISTRATIVES

Les dades administratives de l'edifici en estudi es mostren utilitzant la mateixa plantilla en la qual s'ha d'introduir al programa

Localización e identificación del edificio			
Nombre del edificio	TR4+TR45		
Dirección	Carrer de Colom 11		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Referencia Catastral	8619506DG1081B0001RU		
		Código Postal	08222

Datos del cliente			
Nombre o razón social	ETSEIAT		
Dirección	Carrer de Colom 11		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Teléfono	93 739 81 02	E-mail	webmaster@etseiat.upc.edu
		Código Postal	08222

Datos del técnico certificador			
Nombre y Apellidos	Joan Marc Gamisans	NIF	39388440C
Razón social	Treball Final de Grau	CIF	20142015
Dirección	Carretera de Matadepera 56		
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona	Localidad	Terrassa
Teléfono	625125970	E-mail	joanmarcge@gmail.com
Titulación habilitante según normativa vigente	Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials		
		Código Postal	08226

II-lustració 9: Dades administratives de l'edifici

## 4.2 DADES GENERALS

Les dades generals de l'edifici son les següents:



- Normativa vigent: Anterior a 1981
- Any de construcció: 1960
- Tipus d'edifici: Edifici complet: Tot i que en el nostre edifici d'estudi, aquest forma part d'un conjunt d'edificis, se selecciona edifici complet ja que es comporta com a tal, i no com a local.
- Perfil d'us: Intensitat Mitja – 12h.
- Província/Ciutat autònoma: Barcelona.
- Localitat: Terrassa
- Superfície útil habitable: 9733,39 m<sup>2</sup>.
- Altura lliure de planta: 2,7 m
- Nombre de plantes habitables: 3
- Massa de les particions: Mitja
- Consum total diari de ACS: 3228l/dia<sup>4</sup>

I, juntament amb la fotografia de l'edifici i el plànol de situació, la pestanya de dades generals esdevé:

**Datos generales**

Normativa vigente	Anterior	?	Año construcción	1960
Tipo de edificio	Edificio completo		Perfil de uso	Intensidad Media - 12h
Provincia/Ciudad autónoma	Barcelona		Localidad	Terrassa
			Zona climática	HE-1 C1 HE-4 / HE-5 III

**Definición edificio**

Superficie útil habitable	9733.39	m2		
Altura libre de planta	2.7	m		
Número de plantas habitables	3			
Consumo total diario de ACS	3228	l/día		
Masa de las particiones	Media			

Se ha ensayado la estanqueidad del edificio

Imagen edificio
Plano situación

II-lustració 10: Pestanya de dades generals

<sup>4</sup> L'estimació del consum total diari de ACS s'adjunta a l'Annex II

## 4.3 ENVOLTANT TERMIC

En aquest apartat es definiran tots els tancaments que formen part de l'envoltant tèrmic de l'edifici en estudi. La seva caracterització es portarà a terme, a cada una de les certificacions exhaustiva i bàsica, en els seus corresponents apartats.

### 4.3.1 COBERTES I TERRES

Les cobertes són els tancaments de disposició horitzontal que tenen la cota més alta de la zona de l'edifici en la qual estan situades. Com s'ha vist a l'apartat 3.2.2.3, hi ha dos tipus de cobertes, les enterrades i les de contacte amb l'aire. A l'edifici en estudi només hi ha presència de diferents cobertes, però totes ells són en contacte amb l'aire

Els terres, a diferència de les cobertes, són els tancaments horitzontals de menor altitud de la zona que s'estudia. A l'edifici en estudi hi ha presència de terres en contacte amb el terreny.

### 4.3.2 MURS

Els murs són els tancaments verticals que separen l'edifici de l'exterior. Existeixen els murs de façana, que son els que estan en contacte amb l'exterior; els murs de mitgera, que estan en contacte amb un altre edifici, i els murs en contacte amb el terreny.

A l'edifici en estudi hi ha presència dels tres tipus de murs, els quals es detallen a l'apartat dedicat a les certificacions.

Les façanes de l'edifici es divideixen en els quatre punts cardinals: nord, sud, est i oest.

### 4.3.3 OBERTURES I CLARABOIES

Són tancaments que estan formats per portes i finestres en la gran majoria d'elles i que estan situats bé a les cobertes o bé als murs.

L'edifici presenta gran quantitat i variació de portes i finestres, les quals es defineixen més endavant.

#### 4.3.4 PONTS TÈRMICS

Els ponts tèrmics son aquelles zones en les quals l'envoltant tèrmic de l'edifici presenta una variació de la uniformitat de la construcció, ja sigui per un canvi d'espessor o del tancament, dels materials utilitzats, per penetració d'elements constructius amb diferent conductivitat... que comporta necessàriament un decrement de la resistència tèrmica respecte de la resta de tancaments.

Els ponts tèrmics presents a l'edifici s'introduiran de forma "per defecte" al programa certificador.

#### 4.3.5 PARTICIONS INTERIORS

Les particions interiors son aquells elements de l'envoltant tèrmica que separen l'espai habitable d'una zona de l'edifici, d'un altre espai que no ho és. Aquestes particions poden ser: verticals, horitzontals amb l'espai no habitable en la part superior i horitzontal amb l'espai no habitable en la part inferior.

A l'edifici en estudi només s'ha considerat una partició horitzontal amb l'espai no habitable en la part inferior.

### 4.4 INSTAL·LACIONS

Tal i com s'ha explicat a l'apartat 3.2.2.4, existeixen diferents tipus d'instal·lacions possibles per a introduir al programa certificador.

En els apartats següents es mostren quins dels quals formen part de l'edifici en estudi.

#### 4.4.1 EQUIP DE CALEFACCIÓ

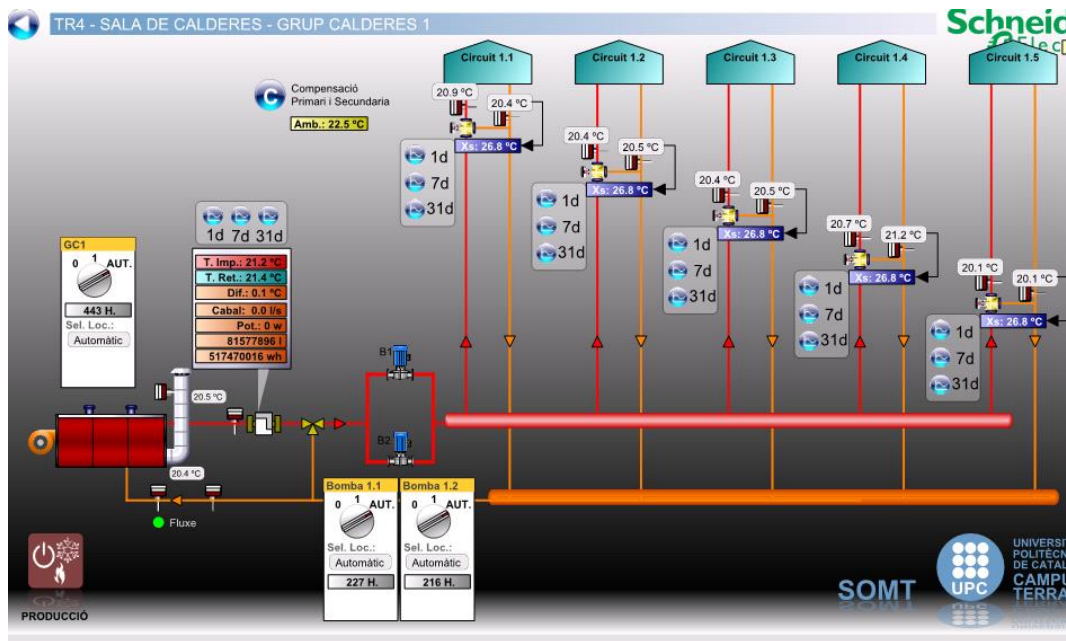
En el nostre edifici en estudi, tenen afecte cinc calderes, quatre de les quals es troben al TR4, i la cinquena es troba al TR5. Tot i que aquesta última no es troba dins de l'edifici en estudi, s'ha de tractar com si ho estigués, ja que s'utilitza per a la calefacció del TR45.

Aquest conjunt de calderes porta conseqüentment un grup de bombes associat. Cada caldera té dues bombes, menys la Caldera 2 del TR4 que en té quatre.

Les diferents bombes de cada caldera es van alternant en funcionament cada vuit hores. Així, per exemple, de la Caldera 1 TR4 només hi ha una de les dues bombes en funcionament, i de la Caldera 2 TR4 n'hi ha dues de les quatre que funcionen simultàniament.

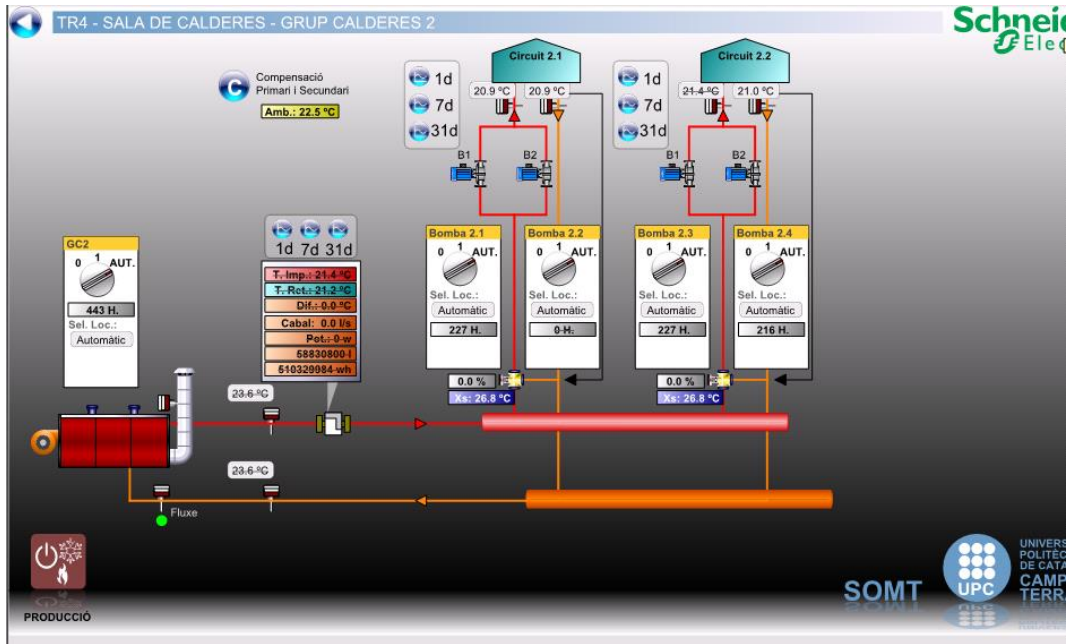
Cal mencionar que totes les bombes referides a la mateixa caldera són iguals.

A continuació es mostren imatges esquemàtiques del funcionament dels grups de calderes:

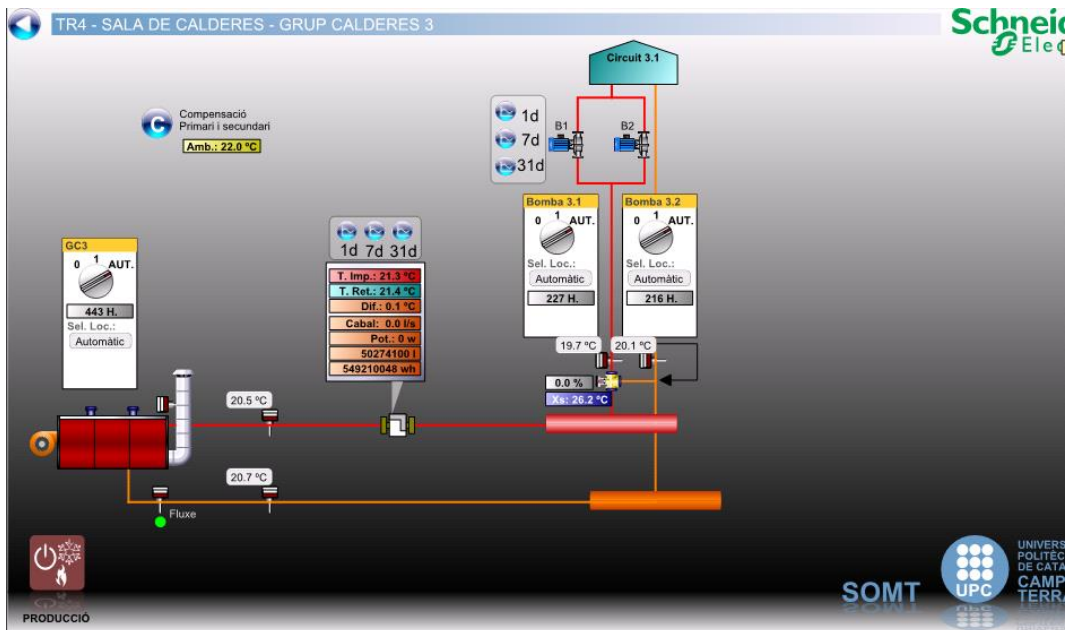


Il·lustració 11: Esquema del grup de Caldera 1 del TR4

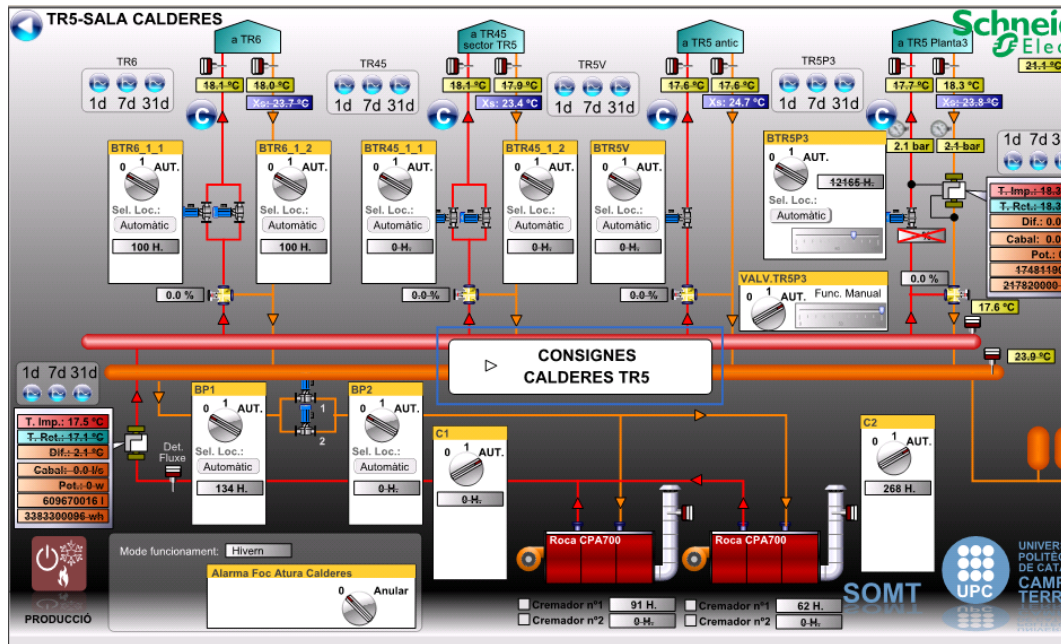




II-lustració 12: Esquema del grup de Caldera 2 del TR4



II-lustració 13: Esquema del grup de Caldera 3 del TR4



II-lustració 14: Esquema del grup de Caldera 4 del TR5

La demanda de superfície coberta s'ha estimat ponderant la potència de cada caldera en funció de la superfície total.

#### 4.4.2 EQUIPS DE REFRIGERACIÓ

L'edifici presenta dos equips de refrigeració. Es tracta de dues refrigeradores elèctriques idèntiques. Aquestes refrigeradores només tenen efecte en el CTTC<sup>5</sup>.

Les propietats de les mateixes es mostren a l'apartat 5.2.4

#### 4.4.3 EQUIPS DE VENTILACIÓ

Dins dels equips de ventilació podem trobar molts aparells diferents. A l'edifici en estudi, hi ha presència de Splits i de Fancoils.

Els Splits són aparells locals que es col·loquen allà on són més necessaris. Com el seu nom indica, estan dividits en dues parts, interiors i exteriors.

Els Fancoils també són aparells locals, però amb la diferència que només estan formats per una part.

A l'apartat 5.2.4 es defineixen detalladament aquests aparells.

<sup>5</sup> El CTTC és la tercera planta de l'edifici TR4, destinada a la recerca i investigació, que es va construir recentment.

#### 4.4.4 EQUIPS D'IL·LUMINACIÓ

L'edifici en estudi presenta una gran quantitat d'equips d'il·luminació diferents, i consegüentment resulta difícil realitzar un inventari dels mateixos per conèixer la potència total instal·lada.

A causa d'això, s'ha optat per estimar aquestes dades a través del mateix programa certificador CE3x.

S'ha dividit els equips d'il·luminació en dues zones, TR4 i TR45, senzillament per raons d'organització.

Selecció de l'activitat que es desenvolupa dins de l'edifici, el programa selecciona la "il·luminació mitjana horitzontal" necessària. En el nostre cas, l'activitat és "Aules i laboratoris", que correspon a una il·luminació mitjana horitzontal de 500 lux.

Finalment, se selecciona la tipologia d'equips utilitzant "fluorescència lineal de 16mm" ja que és la més predominant.

#### 4.4.5 EQUIPS DE ACS

Els equips de ACS són aquells que estan destinats única i exclusivament per a la generació de ACS.

A l'edifici TR4+TR45, hi ha dos equips de ACS idèntics, cada un dels quals cobreix un 50% de la demanda total de ACS.

### 4.5 PATRÓ D'OMBRES

A través de l'observació dels voltants de l'edifici en estudi, es va detectar que hi havia dos edificis que projectaven la seva ombra a la façana est d'aquest.

El patró d'ombres resultant es calcula a l'apartat 5.3.

## 5 CERTIFICACIÓ EXHAUSTIVA

En aquesta certificació es tindrà en compte tots els elements constructius i els seus corresponents materials de construcció. L'objectiu d'aquesta certificació és que sigui el més exacte possible a la realitat, entrant al tant al detall com les dades disponibles ho permetin. En els casos en que manqui la informació, s'estimarà o es posarà per defecte, depenent del cas.

Per portar a terme aquesta certificació, s'han utilitzat plànols proporcionats pel *SOMT*, visites als edificis per veure de primera mà com estan construïts, fotografies aèries i mesures preses in-situ, així com també la memòria constructiva del CTTC.

En aquest apartat es definiran en profunditat els tancaments constituents de l'envoltant tèrmic així com les instal·lacions i els patrons d'ombres. Tant les dades administratives, com les dades generals ja estan completament definides a l'apartat 4.1 i 4.2 respectivament.

Finalment s'obtidrà els resultats de la certificació energètica.

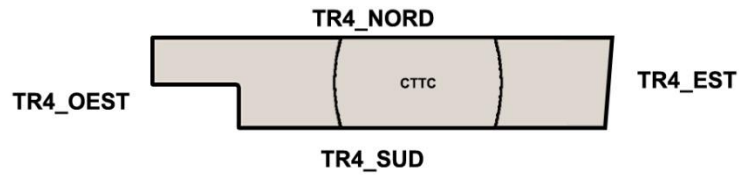
### 5.1 ENVOLTANT TÈRMIC

#### 5.1.1 ELS MURS

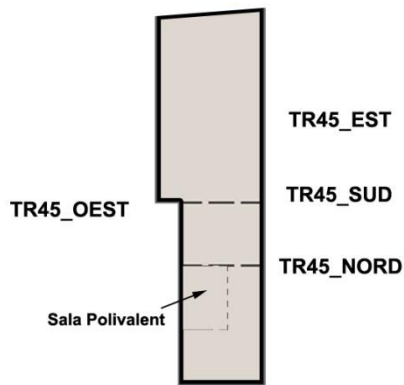
En el nostre edifici hi trobem tres tipus de murs diferents, els murs de façana, els murs en contacte amb el terreny i els murs en contacte amb un altre edifici.

##### 5.1.1.1 Façanes

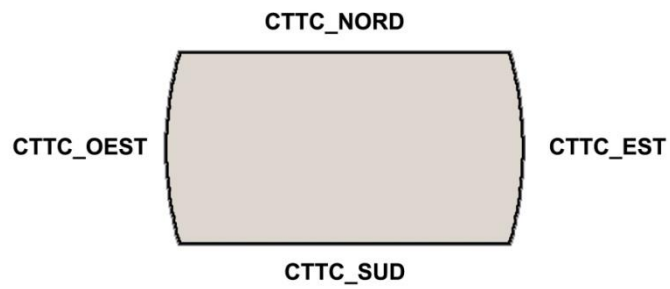
S'ha dividit l'edifici en quatre façanes principals coincidint amb els quatre punts cardinals. S'ha separat en TR4, TR45, CTTC i POLI (sala polivalent) per tal de tenir un millor control visual sobre el total de tancaments (en aquest cas façanes):



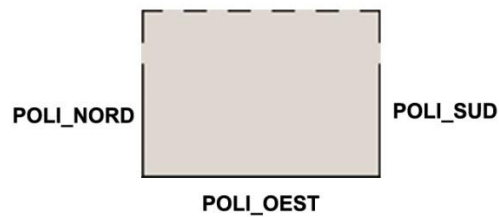
II-lustració 15: Façanes TR4



II-lustració 16: Façanes TR45



II-lustració 17: Façanes CTTC



II-lustració 18: Façanes Sala Polivalent

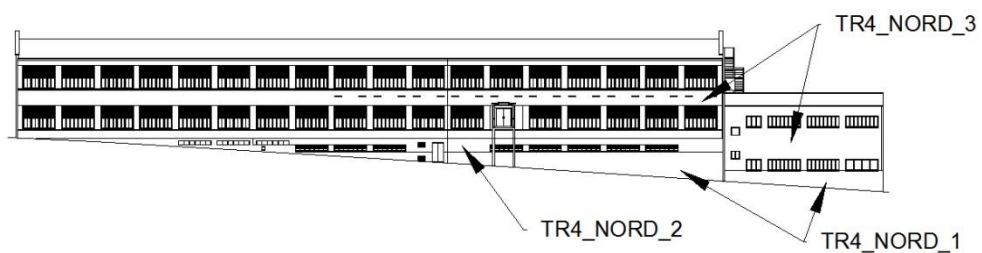
Degut a que les façanes estan construïdes amb diferents materials, s'han anat dividint per tal de poder-les estudiar separatament i obtenir un resultat que s'adeqüi més a la realitat, en comptes d'homogeneïtzar les superfícies tenint en compte només els materials més predominants.

A continuació es definiran una per una totes les façanes de l'edifici. Es mostra una fotografia de la façana i una il·lustració on es pot observar els grups de materials diferents emprats per a la construcció de la façana. Acte seguit es detalla en forma de taules, els grups de materials amb el seu corresponent nom, superfície, i orientació.

- Façana TR4 nord:



II-Il·lustració 19: Fotografia de la façana TR4\_NORD



II-Il·lustració 20: Detall dels grups de materials de la façana TR4\_NORD

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR4_NORD_1	M1	193,94	Nord
TR4_NORD_2	M2	177,72	
TR4_NORD_3	M3	985,03	

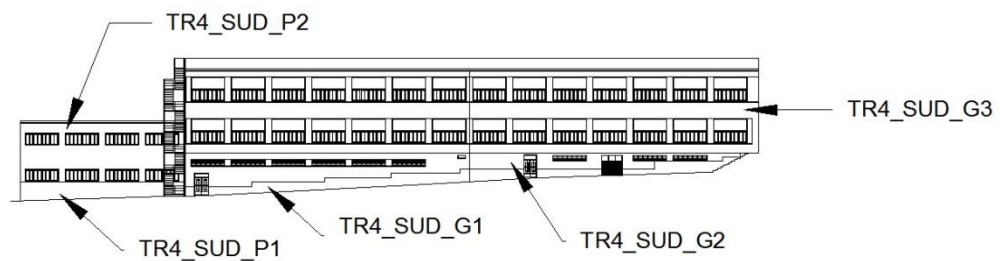
Taula 2: Llistat dels materials de la façana TR4\_NORD



- Façana TR4 sud:



Il·lustració 21: Fotografia de la façana TR4\_SUD



Il·lustració 22: Detall dels grups de materials de la façana TR4\_SUD

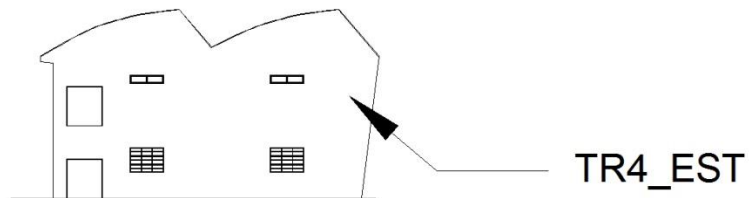
Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR4_SUD_G1	M1	81,76	Sud
TR4_SUD_G2	M2	172,09	
TR4_SUD_G3	M3	721,76	
TR4_SUD_P1	M1	42,38	
TR4_SUD_P2	M3	149,09	

Taula 3: Llistat dels materials de la façana TR4\_SUD

- Façana TR4 est:



Il·lustració 23: Fotografia de la façana TR4\_EST



Il·lustració 24: Detall del grup de materials de la façana TR4\_EST

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR4_EST	M3	284,38	Est

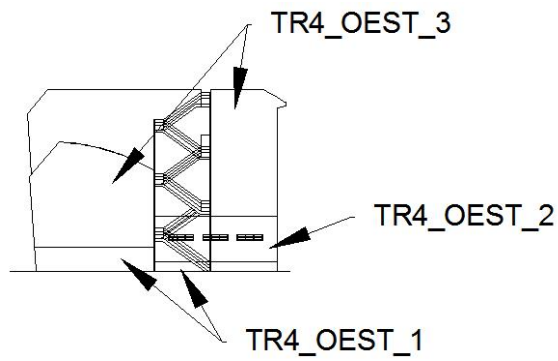
Taula 4: Llistat dels materials de la façana TR4\_EST

- Façana TR4 oest:



Il·lustració 25: Fotografia de la façana TR4\_OEST





II-lustració 26: Detall dels grups de materials de la façana TR4\_OEST

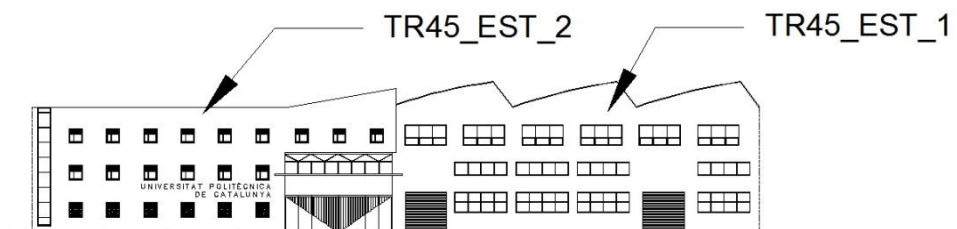
Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR4_OEST_1	M1	39,44	Oest
TR4_OEST_2	M2	52,13	
TR4_OEST_3	M3	329,00	

Taula 5: Llistat dels materials de la façana TR4\_OEST

- Façana TR45 est:



II-lustració 27: Fotografia de la façana TR45\_EST



II-lustració 28: Detall dels grups de materials de la façana TR45\_EST

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_EST_1	M3'	307,00	Est
TR45_EST_2	M1'	415,40	

Taula 6: Llistat dels materials de la façana TR45\_EST

- Façana TR45 oest:



Il·lustració 29: Fotografia de la façana TR45\_OEST



Il·lustració 30: Fotografia de la façana TR45\_OEST

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_OEST_1	M1'	221,81	Oest
TR45_OEST_2	M3'	429,00	

Taula 7: Llistat dels materials de la façana TR45\_OEST

- Façana TR45 nord: No es disposa de plànol d'aquesta façana.



Il·lustració 31: Fotografia de la façana TR45\_NORD

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_NORD	M1'	84,21	Nord

**Taula 8: Llistat dels materials de la façana TR45\_NORD**

- Façana TR45 sud: No es disposa de plànol d'aquesta façana.



**II-lustració 32: Fotografia de la façana TR45\_SUD**

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_SUD	M3'	103,56	Sud

**Taula 9: Llistat dels materials de la façana TR45\_SUD**

- Façana nord de la Sala Polivalent ubicada al TR45:



**II-lustració 33: Fotografia de la façana TR45\_NORD\_POLI**

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_NORD_POLI	Estimat	12,6	Nord

**Taula 10: Llistat dels materials de la façana TR45\_NORD\_POLI**

Al ser una façana pràcticament tota de vidre, s'han estimat les seves propietats:

**Muro de fachada**

Nombre	TR45_NORD_POLI	Zona	TR45
<i>Dimensiones</i>		<i>Características</i>	
Superficie	12.6 m <sup>2</sup>	Orientación	Norte
Longitud	m	Patrón de sombras	Sin patrón
Altura	m		
<i>Parámetros característicos del cerramiento</i>			
<b>Propiedades térmicas</b>	Estimadas	Transmitancia térmica	1.69 W/m <sup>2</sup> K
Tipo de fachada	Doble hoja con cámara		
Cámara de aire	No ventilada		
<input type="checkbox"/> Tiene aislamiento térmico			

**II-lustració 34: Estimació de les propietats de la façana TR45\_NORD\_POLI**

- Façana sud de la Sala Polivalent ubicada al TR45: No es disposa de plànol d'aquesta façana



**II-lustració 35: Fotografia de la façana TR45\_SUD\_POLI**

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_SUD_POLI	Estimat	12,6	Sud

**Taula 11: Llistat dels materials de la façana TR45\_SUD\_POLI**

S'ha estimat de la mateixa forma que la façana TR45\_NORD\_POLI.

- Façana est de la Sala Polivalent ubicada al TR45: No es disposa de plànol d'aquesta façana



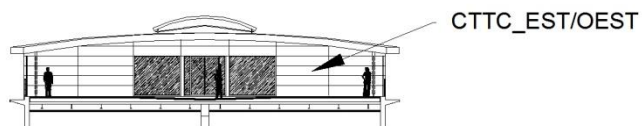
II-lustració 36: Fotografia de la façana TR45\_EST\_POLI

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
TR45_EST_POLI	Estimat	12,6	Est

Taula 12: Llistat dels materials de la façana TR45\_EST\_POLI

S'ha estimat igual que la resta de façanes de la Sala Polivalent.

- Façanes est i oest del CTTC: Ambdues façanes són idènticament iguals. No es disposa de fotografia d'aquestes façanes.

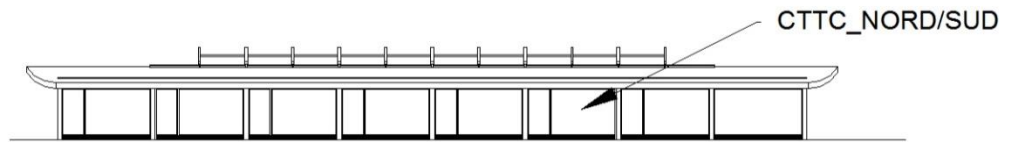


II-lustració 37: Detall dels grups de materials de les façanes CTTC\_EST i CTTC\_OEST

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
CTTC_EST	CTTC	68,87	Est
CTTC_OEST	CTTC	68,87	Oest

Taula 13: Llistat dels materials de les façanes CTTC\_EST i CTTC\_OEST

- Façanes nord i sud del CTTC: Ambdues façanes són idènticament iguals. No es disposa de fotografia d'aquestes façanes.



Il·lustració 38: Detall dels grups de materials de les façanes CTTC\_NORD i CTTC\_SUD

Nom	Materials	Superfície (m <sup>2</sup> )	Orientació
CTTC_NORD	Estimat	110,0	Nord
CTTC_SUD	Estimat	110,0	Sud

Taula 14: Llistat dels materials de les façanes CTTC\_NORD i CTTC\_SUD

Aquestes façanes s'han estimat ja que estan formades pràcticament per una finestra, la qual esta definida a l'apartat de 2.3.1.3.3 *Obertures i Claraboies*. Estimació de les façanes:

**Muro de fachada**

Nombre: CTTC\_NORD      Zona: TR4

**Dimensiones**

Superficie: 110 m<sup>2</sup>  
 Longitud:      m  
 Altura:      m

**Características**

Orientación: Norte  
 Patrón de sombras: Sin patrón

**Parámetros característicos del cerramiento**

Propiedades térmicas: Estimadas      Transmitancia térmica: 1.69 W/m<sup>2</sup>K

Tipo de fachada: Doble hoja con cámara  
 Cámara de aire: No ventilada

Tiene aislamiento térmico

Il·lustració 39: Estimació de les propietats de les façanes CTTC\_NORD i CTTC\_SUD

### 5.1.1.2 Murs en contacte amb el terreny

Els murs en contacte amb el terreny són aquells que no són visibles des de l'exterior, sinó que estan soterrats. S'han de tenir en compte ja que l'edifici en estudi presenta passadissos de servei. Com que no es disposa de plànols d'aquests, la superfície s'ha suposat com la multiplicació del perímetre de l'edifici multiplicat per l'alçada lliure de planta (2,7 m).

Tancament	Superfície (m <sup>2</sup> )
TR4_PARET_TERRENY	742,7
TR45_PARET_TERRENY	535,61

Taula 15: Llistat de murs en contacte amb el terreny per defecte

### 5.1.1.3 Murs en contacte amb un altre edifici

Degut a que l'edifici en estudi està en contacte amb el TR5, hi ha presència de murs en contacte amb un altre edifici. No obstant, aquest mur és més aviat una partició interior, ja que el TR45 i el TR5 estan comunicats mitjançant portes a cada pis. Per aquest motiu, només s'ha comptabilitzat les zones on no hi ha obertures.

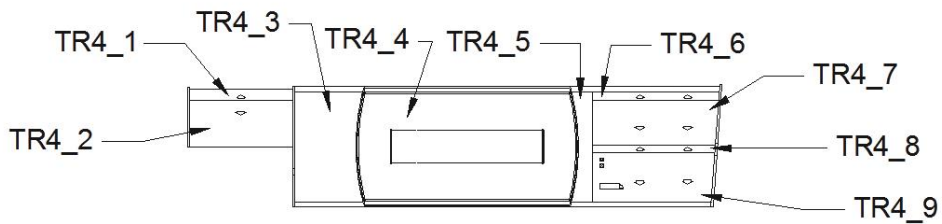
Tancament	Superfície (m <sup>2</sup> )
PARET_TR45-->TR5	60.25

Taula 16: Llistat de murs en contacte amb un altre edifici

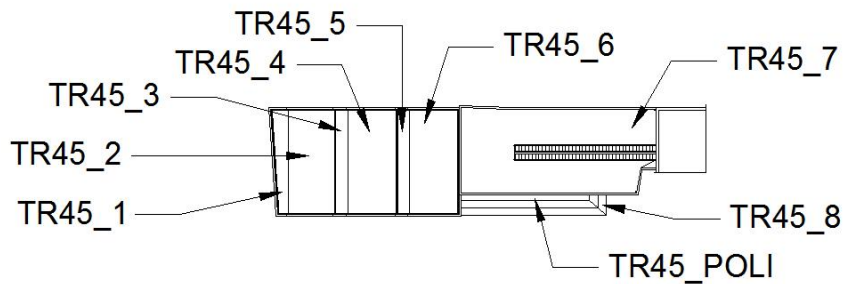
## 5.1.2 LES COBERTES

A l'edifici en estudi, es poden distingir tres tipus de cobertes: les cobertes planes, les cobertes planes transitables i les cobertes inclinades. De la mateixa manera que els murs, s'han separat pel per l'estudi.





II-lustració 40: Cobertes TR4



II-lustració 41: Cobertes TR45

Tancament	Material	Superfície (m <sup>2</sup> )	Inclinació
TR4_1	C1	67,71	Inclinada
TR4_2	C1	183,52	Inclinada
TR4_3	C2	271,89	Plana
TR4_4	C3	912,14	Plana
TR4_5	C2	72,64	Plana
TR4_6	C1	77,33	Inclinada
TR4_7	C1	218,75	Inclinada
TR4_8	C1	75,09	Inclinada
TR4_9	C1	239,82	Inclinada
TR45_1	C1	81,76	Inclinada
TR45_2	C1	151,95	Inclinada
TR45_3	C1	69,01	Inclinada
TR45_4	C1	161,22	Inclinada
TR45_5	C1	70,65	Inclinada
TR45_6	C1	161,96	Inclinada
TR45_7	C2	474,44	Plana
TR45_8	C1	70,24	Plana
TR45_POLI	C4	63,76	Plana

Taula 17: Llistat de cobertes



### 5.1.3 TERRES

A l'edifici en estudi hi ha presència de terres soterrats, és a dir, de terres en contacte amb el terreny, els quals son el tancament inferior dels murs en contacte amb el terreny.

Les propietats d'aquests murs s'estimen ja que el programa només permet les opcions de "Per defecte" i "Estimades". No disposen d'aïllament tèrmic.

Tancament	Superfície (m <sup>2</sup> )	Perímetre (m)	Profunditat (m)
TR4_TERRENY	2227,64	256,66	<=0,5
TR45_TERRENY	1304,97	190,02	<=0,5

Taula 18: Llistat i estimació dels terres en contacte amb el terreny.

### 5.1.4 PARTICIONS INTERIORS

Només s'ha tingut en compte una partició interior, i és una partició horitzontal en contacte amb espai no habitable inferior. Es tracta d'una part de terra del TR45 que està en contacte amb l'aire ja que la part inferior no és habitable i es troba a l'aire lliure.



II-lustració 42: Fotografia partició interior TERRA\_AIRE

Les propietats del mateix es deixen en "per defecte" degut a que es desconeix la transmissió tèrmica real.

Tancament	Superfície (m <sup>2</sup> )	Tipus d'espai no habitable
TERRA_AIRE	133,168	Local en superfície

Taula 19: Característiques partició interior TERRA\_AIRE

### 5.1.5 OBERTURES I CLARABOIES

Seguidament es mostra el llistat de totes les obertures i claraboies, en les quals s'engloben totes les portes, finestres, reixes, evacuadors i claraboies de l'edifici.

Es detallarà la seva ubicació, el percentatge de marc, la tipologia i el color del mateix, el vidre emprat, i la possible existència d'elements de protecció solar.

S'ha dividit en dues taules per problemes d'espai

Nom	Ubicació	Quantitat	Superfície Total (m <sup>2</sup> )	Protecció solar
CTTC_claraboia	TR4_4	1	194,05	No
Porta_est	TR4_EST	1	7,42	No
Finestra_petita_est	TR4_EST	2	2,94	No
Finestra_gran_est	TR4_EST	3	13,23	No
Porta_esquerre_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	2,03	No
Porta_mig_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	1,87	No
Porta_dreta_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	2,19	No
Finestra_gran_sud	TR4_SUD_G2	9	29,88	No
Finestra_petita_sud	TR4_SUD_G2	1	0,42	No
Porta_esquerre_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	2,97	No
Porta_mig_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	2,78	No
Porta_dreta_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	4,35	No
Finestra_sud_g3	TR4_SUD_G3	28	358,68	Sí
Finestra_sud_p2	TR4_SUD_P2	8	50,40	No
Finestra_gran_nord_1	TR4_NORD_1	2	4,70	No
Finestra_petita_nord_1	TR4_NORD_1	1	0,20	No
Reixa_nord_1	TR4_NORD_1	1	0,60	No
Porta_nord_1	TR4_NORD_1	1	1,95	No
Finestra_gran_nord_2	TR4_NORD_2	8	30,24	No
Finestra_allargada_nord_2	TR4_NORD_2	1	2,35	No
Reixa_nord_2	TR4_NORD_2	1	0,60	No
Porta_nord_2	TR4_NORD_2	1	1,95	No
Finestra_gran_nord_3	TR4_NORD_3	35	397,46	Sí
Evaquadors_nord_3	TR4_NORD_3	20	1,85	No
Porta_EUETIT_nord_3	TR4_NORD_3	1	4,48	No
Finestra_quadrada_nord_3	TR4_NORD_3	2	2,13	No
Finestra_rectangular_petita_nord_3	TR4_NORD_3	2	5,99	No
Finestra_rectangular_gran_nord_3	TR4_NORD_3	6	39,06	No
Finestra_oest_2	TR4_OEST2	3	4,41	No
Porta_est_1	TR45_EST_1	2	26,82	No
Finestra_pis1_est_1	TR45_EST_1	4	34,75	No
Finestra_pis2_est_1	TR45_EST_1	4	22,47	No

Finestra_pis3_est_1	TR45_EST_1	6	41,96	No
Finestra_vertical_est_2	TR45_EST_2	1	12,77	No
Finestra_petita_est_2	TR45_EST_2	21	34,02	No
Finestra_vertical1_oest_1	TR45_OEST_1	1	13,73	No
Porta_esquerre_oest_2	TR45_OEST_2	1	5,91	No
Evaquadors_oest_2	TR45_OEST_2	4	1,00	No
Finestra_gran_oest_2	TR45_OEST_2	5	92,40	Sí
Porta_passadis_oest_1	TR45_OEST_1	1	3,96	No
Porta_sud	TR45_SUD	1	5,91	No
Porta_nord	TR45_NORD	2	11,82	No
Finestra_nord	TR45_NORD	4	6,48	No
Finestra_petita_oest_1	TR45_OEST_1	1	1,62	No
Finestra_vertical2_oest_1	TR45_OEST_1	1	13,42	No
Finestra_petita_oest_2	TR45_OEST_2	5	56,75	No
Porta_passadis_sud	TR45_SUD	1	3,96	No
Poli_oest	TR45_OEST_POLI	1	36,12	No
Poli_sud	TR45_SUD_POLI	1	12,60	No
Poli_nord	TR45_NORD_POLI	1	12,60	No
CTTC_nord	CTTC_NORD	1	110,00	Sí
CTTC_sud	CTTC_SUD	1	110,00	Sí
CTTC_est	CTTC_EST	1	68,87	No
CTTC_oest	CTTC_OEST	1	68,87	No

Taula 20: Llistat d'obertures i claraboies: situació, superfície i protecció solar

Nom	U vidre (W/m2K)	g vidre	U marc (W/m2K)	% marc	Absortivitat marc
CTTC_claraboia	2,60	0,70	4,50	20	0,40
Porta_est	5,70	0,85	7,20	60	0,96
Finestra_petita_est	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_gran_est	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Porta_esquerre_sud_g1	3,30	0,75	5,70	5	0,70
Porta_mig_sud_g1	3,30	0,75	5,70	5	0,96
Porta_dreta_sud_g1	3,30	0,75	5,70	80	0,96
Finestra_gran_sud	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Finestra_petita_sud	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Porta_esquerre_sud_g2	3,30	0,75	5,70	5	0,96
Porta_mig_sud_g2	3,30	0,75	5,70	5	0,96
Porta_dreta_sud_g2	3,30	0,75	5,70	80	0,96
Finestra_sud_g3	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_sud_p2	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_gran_nord_1	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Finestra_petita_nord_1	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Reixa_nord_1			7,20	100	0,96

Porta_nord_1			7,20	100	0,65
Finestra_gran_nord_2	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Finestra_allargada_nord_2	5,70	0,85	5,70	20	0,96
Reixa_nord_2			7,20	100	0,96
Porta_nord_2			7,20	100	0,65
Finestra_gran_nord_3	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Evaquadors_nord_3			5,70	0	0,96
Porta_EUETIT_nord_3	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_quadrada_nord_3	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_rectangular_petita_nord_3	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_rectangular_gran_nord_3	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_oest_2	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Porta_est_1			5,70	100	0,96
Finestra_pis1_est_1	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_pis2_est_1	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_pis3_est_1	3,30	0,75	5,70	10	0,96
Finestra_vertical_est_2	3,30	0,75	5,70	40	0,96
Finestra_petita_est_2	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_vertical1_oest_1	3,30	0,75	5,70	40	0,96
Porta_esquerre_oest_2	3,30	0,75	5,70	30	0,96
Evaquadors_oest_2			5,70	0	0,75
Finestra_gran_oest_2	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Porta_passadis_oest_1	3,30	0,75	5,70	20	0,75
Porta_sud	3,30	0,75	5,70	5	0,96
Porta_nord	3,30	0,75	5,70	5	0,96
Finestra_nord	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_petita_oest_1	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Finestra_vertical2_oest_1	3,30	0,75	5,70	50	0,75
Finestra_petita_oest_2	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Porta_passadis_sud	3,30	0,75	5,70	20	0,96
Poli_oest	2,70	0,70	4,00	10	0,96
Poli_sud	2,70	0,70	4,00	10	0,96
Poli_nord	2,70	0,70	4,00	10	0,96
CTTC_nord	2,70	0,75	3,20	20	0,20
CTTC_sud	2,70	0,75	3,20	20	0,20
CTTC_est	2,70	0,75	3,20	20	0,20
CTTC_oest	2,70	0,75	3,20	20	0,20

Taula 21: Llistat d'obertures i claraboies: propietats del marc i del vidre

Els elements el quals no tenen valor als caps corresponents a les propietats del vidre son obertures que no disposen de vidre, com per exemple una reixa metàl·lica.

### 5.1.6 PONTS TÈRMICS

El programa situa automàticament tots els ponts tèrmics una vegada l'usuari ha seleccionat quins dels quals vol incloure. En aquest cas, s'han inclòs els següents:

- Pilar integrat en façana.
- Contorn d'obertura.
- Caixa de persiana: Només en les finestres amb persiana.
- Trobament de façana amb forjat.
- Trobament de façana amb coberta.
- Trobament de façana amb solera.

Una vegada introduïts, s'eliminen les caixes de persiana per a obertures que no siguin finestres amb persiana (portes, finestres sense persiana...).

### 5.1.7 MATERIALS UTILITZATS

A continuació es llistaran i detallaran tots els materials emprats en la construcció de l'edifici, agrupats dins del seu corresponent grup (els quals s'han relacionat amb l'envoltant anteriorment).

Nom	Materials de construcció i organització
C1	2 cm de xapa d'acer, 10 cm de cambra d'aire, 2 cm de rajola ceràmica, 2cm de morter, una capa de 2 cm de butadiè, 10 cm de formigó cel·lular i 25 cm de forjat unidireccional
C2	2 cm de rajola ceràmica, 2 cm de morter, 2 cm de butadiè, 10 cm de formigó i 25 cm de forjat unidireccional
C3	Panell Sandwich amb aïllant de poliuretà de 10 cm d'espessor, 1 cm de xapa metàl·lica, 8 cm d'aïllant de XPS expandit i 1 cm de xapa metàl·lica
C4	20cm de grava, 2 cm d'espuma de protecció, 2 cm de butadiè, 2 cm d'espuma de protecció, 10 cm de llana de roca i 15 cm de xapa grecada
M1	4 cm de morter d'àrids lleugers, 15 cm d'envà, 10 cm de cambra d'aire sense ventilar, 15 cm d'envà i 1 cm d'enguixat

M1'	1 cm de morter d'àrids lleugers, 14 cm d'envà, 10 cm de cambra d'aire sense ventilar, 6 cm de pladur de guix laminat
M2	4 cm de morter de ciment, 15 cm d'envà, 10 cm de cambra d'aire sense ventilar, 15 cm d'envà i 1 cm d'enguixat
M3	14 cm de totxo massís, cambra d'aire de 10 cm d'espessor, 15 cm d'envà i enguixat de 1 cm
M3'	14 cm de totxo massís, cambra d'aire de 10 cm d'espessor i 6 cm de pladur de guix laminat
CTTC	1 cm de xapa metàl·lica, 10 cm d'aïllament e poliuretà, 1 cm de xapa metàl·lica i dues plaques de 2 cm cada una de pladur de guix laminat

Taula 22: Llista i característiques dels materials de construcció

## 5.2 INSTAL·LACIONS

En aquest apartat es definiran totes les instal·lacions que presenta l'edifici en estudi. Les instal·lacions i la seva definició són comunes en les dues certificacions.

### 5.2.1 LES CALDERES

Les calderes son unes de les instal·lacions de més pes en la certificació, ja que tenen un consum elevat, i per tant, altes emissions.

En el nostre edifici en estudi, tenen afecte cinc calderes, quatre de les quals es troben al TR4, i la cinquena es troba al TR5.

Totes les calderes son utilitzades per a calefacció solament.

A continuació es llisten totes les calderes:

- Caldera 1 (TR4):

<b>Marca</b>	Roca
<b>Model</b>	G400/215
<b>Carburant</b>	Gas Natural
<b>Demanda coberta</b>	1540,8 m <sup>2</sup>
<b>Potència nominal (kW)</b>	250
<b>Càrrega mitjana real</b>	0,2
<b>Rendiment de la combustió</b>	85%
<b>Aïllament de la caldera</b>	Ben aïllada i mantinguda

Taula 23: Característiques caldera 1 TR4

- Caldera 2 (TR4):

<b>Marca</b>	Roca
<b>Model</b>	G400/215 xIE
<b>Carburant</b>	Gas Natural
<b>Demanda coberta</b>	1540,8 m <sup>2</sup>
<b>Potència nominal (kW)</b>	250
<b>Càrrega mitjana real</b>	0,2
<b>Rendiment de la combustió</b>	85%
<b>Aïllament de la caldera</b>	Ben aïllada i mantinguda

Taula 24: Característiques caldera 2 TR4

- Caldera 3 (TR4):

<b>Marca</b>	Roca
<b>Model</b>	NG400/175
<b>Carburant</b>	Gas Natural
<b>Demanda coberta</b>	1245,87 m <sup>2</sup>
<b>Potència nominal (kW)</b>	202
<b>Càrrega mitjana real</b>	0,2
<b>Rendiment de la combustió</b>	85%
<b>Aïllament de la caldera</b>	Ben aïllada i mantinguda

Taula 25: Característiques caldera 3 TR4

- Caldera 4 (TR5):

<b>Marca</b>	Roca
<b>Model</b>	GPA700
<b>Carburant</b>	Gas Natural
<b>Demanda coberta</b>	5405,92
<b>Potència nominal (kW)</b>	877,2
<b>Càrrega mitjana real</b>	0,2
<b>Rendiment de la combustió</b>	85%
<b>Aïllament de la caldera</b>	Ben aïllada i mantinguda

Taula 26: Característiques caldera 4 TR5



Il·lustració 43: Caldera 4 TR5

## 5.2.2 LES BOMBES

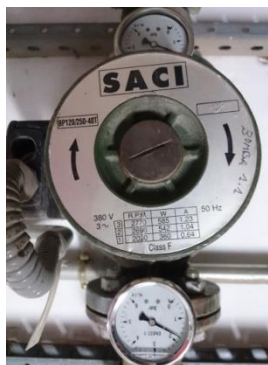
Les bombes son les encarregades de repartir l'aigua de la calefacció escalfada de les calderes a tot l'edifici.

A continuació es defineixen les bombes:

- Bombes Caldera 1 TR4:

<b>Marca</b>	SACI
<b>Model</b>	BP120/250-40T
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Hores de demanda</b>	618
<b>Potència nominal (kW)</b>	0,585

Taula 27: Característiques Bombes Caldera 1 TR4



Il·lustració 44: Fotografia Bombes Caldera 1 TR4



- Bombes Caldera 2 TR4:

<b>Marca</b>	ROCA
<b>Model</b>	MC-65-II
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Hores de demanda</b>	618
<b>Potència nominal (kW)</b>	0,675

Taula 28: Característiques Bombes Caldera 2 TR4



II-lustració 45: Fotografia Bombes Caldera 2 TR4

- Bombes Caldera 3 TR4:

<b>Marca</b>	DAB
<b>Model</b>	BPH 120/250.40T
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Hores de demanda</b>	618
<b>Potència nominal (kW)</b>	0,536

Taula 29: Característiques Bombes Caldera 3 TR4



II-lustració 46: Fotografia Bombes Caldera 3 TR4

- Bombes Caldera 4 TR5:

<b>Marca</b>	ROCA
<b>Model</b>	SC-65
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Hores de demanda</b>	618
<b>Potència nominal (kW)</b>	1,47

Taula 30: Característiques Bombes Caldera 4 TR5



II-lustració 47: Fotografia Bombes Caldera 4 TR5

### 5.2.3 EQUIPS D'IL·LUMINACIÓ

Tal i com s'ha comentat a l'apartat 4.4.4, els equips d'il·luminació s'han estimat de la següent manera:

#### Equipos de iluminación

Nombre  Zona

*Características*

Superficie zona  m2  Sin control de la iluminación  Con control de la iluminación

*Eficiencia energética*

Zona de representación Actividad

Definir características

Tipo de equipo

Iluminancia media horizontal  lux

II-lustració 48: Equips d'il·luminació

## 5.2.4 EQUIPS DE REFRIGERACIÓ

A l'edifici hi ha instal·lats diversos equips de refrigeració, les característiques dels quals seran estimades per a les certificacions.

A continuació es detallen tots els equips de refrigeració:

- Refrigeradora 1: Situada al CTTC, cobreix un 5,28% de la superfície del total de l'edifici en estudi. Les seves característiques son:

<b>Nom</b>	Refrigeradora 1
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Rendiment estacional</b>	106,3%
<b>Superfície coberta (m<sup>2</sup>)</b>	350,01

Taula 31: Característiques de la Refrigeradora 1

- Refrigeradora 2: Igual que la primera refrigeradora, està situada al CTTC. Cobreix el 3,77% de la superfície total. Es caracteritza per:

<b>Nom</b>	Refrigeradora 2
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Rendiment estacional</b>	106,3%
<b>Superfície coberta (m<sup>2</sup>)</b>	249,91

Taula 32: Característiques de la refrigeradora 2

- Splits TR4: Els Splits son aparells locals que es col·loquen allà on son més necessaris, i cobreixen el 92,46% de la demanda. Com el seu nom indica, estan dividits en dues parts, interiors i exteriors. En el TR4, n'hi ha una gran quantitat, molts dels quals es desconeix la marca i el model. Per tant, aquests aparells també s'estimen:

<b>Nom</b>	Splits
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Rendiment estacional</b>	100,7%
<b>Superfície coberta (m<sup>2</sup>)</b>	6129,21

Taula 33: Característiques dels Splits del TR4

- Fancoils: Son una espècie de ventiladors que, igual que els Splits, es col·loquen localment.

<b>Nom</b>	Fancoils
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Potència (kW)</b>	6
<b>Hores de demanda</b>	1236

Taula 34: Característiques dels Fancoils

- Splits TR45: En el TR45, hi ha menys Splits que en el TR4, i per tant, s'han introduït al programa sense haver-los d'estimar:

- o Splits exteriors:

<b>Nom</b>	SPLITEXTER_TR45
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Potència (kW)</b>	118,73
<b>Hores de demanda</b>	1236

Taula 35: Característiques dels Splits exteriors del TR45

- o Splits interiors:

<b>Nom</b>	SPLITINTER_TR45
<b>Tipus d'equip</b>	Refrigeració
<b>Carburant</b>	Electricitat
<b>Potència (kW)</b>	140.22
<b>Hores de demanda</b>	1236

Taula 36: Característiques dels Splits interiors del TR45

### 5.2.5 EQUIPS DE ACS

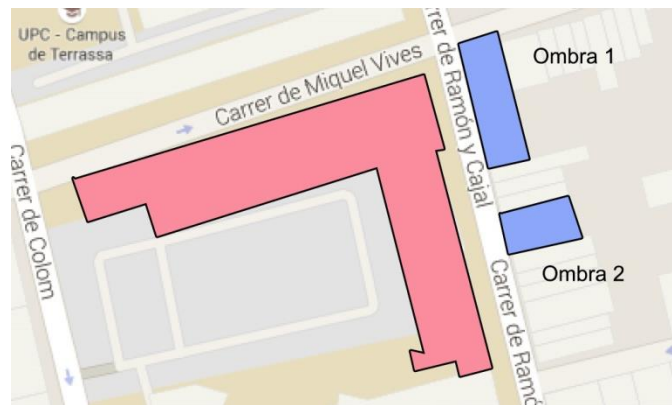
Per cobrir la demanda d'ACS de l'edifici, existeixen dos aparells, els quals cadascun d'ells cobreixen el 50% de la demanda.

Nom	Equip1ACS / Equip2ACS
Tipus d'equip	ACS
Carburant	Electricitat
Tipus de generador	Efecte Joule
Rendiment estacional	90%
Superfície coberta	4866,69

Taula 37: Característiques dels equips d'ACS

### 5.3 PATRÓ D'OMBRES

Els edificis en que projecten la seva ombra sobre l'edifici en estudi son un total de dos, ambdós situats a l'est de l'edifici, és a dir, que projecten la seva ombra a les façanes est de l'edifici en estudi. Aquests edificis es marquen de color blau en el següent mapa, i de color vermell l'edifici en estudi.



II-l·lustració 49: Mapa de l'edifici en estudi i dels edificis que fan ombra

- Ombra 1: Es tracta d'un bloc de 7 pisos d'altitud i 41,3 metres d'amplada. Tenint en compte els pisos i que cada pis té una alçada de 2,7 metres aproximadament, s'obté una alçada de 18,9 metres. Tot i que no es pugui apreciar bé en el mapa, està situat exactament davant de la façana est, de manera que coincideix amb la cantonada entre el Carrer de Miquel Vives i el Carrer de Ramon y Cajal.

- Ombra 2: Es tracta d'un bloc de 6 pisos d'altitud i 10,7 metres d'amplada. Té alçada aproximada de 16,2 metres, i està situat a 13 metres de l'edifici Ombra 1.

Ambdós edificis estan separats una distància de 20 metres respecte de l'edifici en estudi.

A l'hora d'introduir aquestes dades al CE3x, es fa mitjançant la introducció simplificada anomenada "Obstáculos rectangulares", la qual facilita molt la feina ja que calcula tots els paràmetres una vegada s'han introduït les dades necessàries.

### Obstáculos rectangulares

*Definición del obstáculo rectangular*

Obstáculos rectangulares      Edificio objeto

Orientación

d  m

d1  m

d2  m

Elevación  m

---

*Polígono definido*

Acimut 1 <input type="text"/> °	Elevación 1 <input type="text"/> °
Acimut 2 <input type="text"/> °	Elevación 2 <input type="text"/> °
Acimut 3 <input type="text"/> °	Elevación 3 <input type="text"/> °
Acimut 4 <input type="text"/> °	Elevación 4 <input type="text"/> °

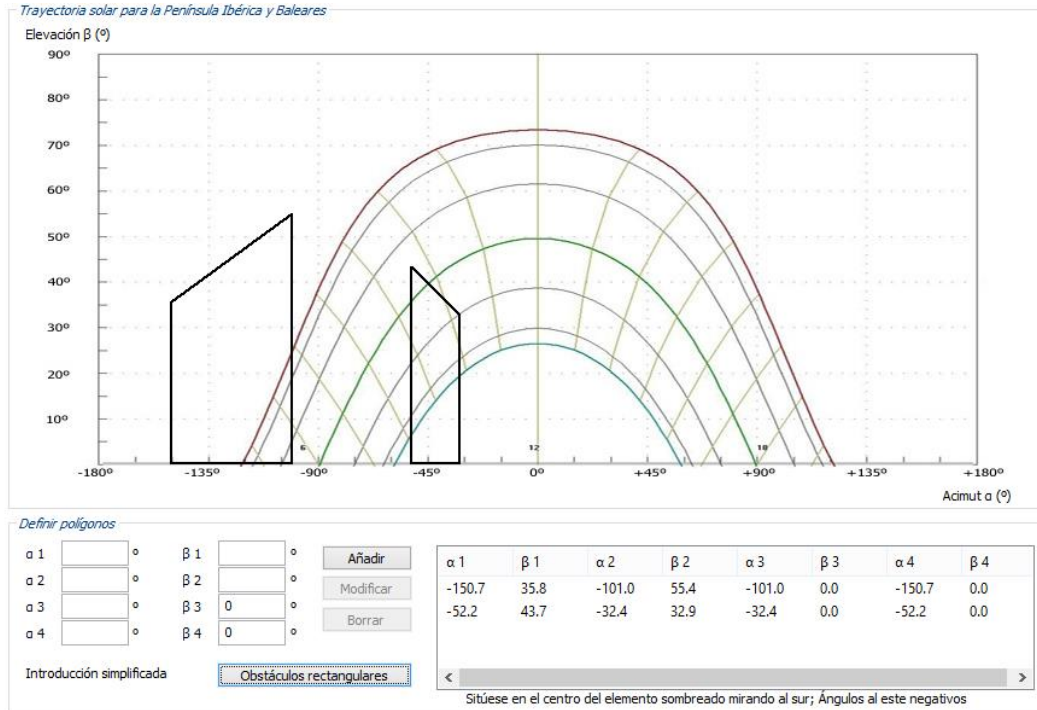
II-lustració 50: Introducció simplificada d'ombres "Obstáculos rectangulares"

Com es pot observar, primerament s'introdueix la orientació i seguidament certes distàncies.

Pel que fa a l'elevació, aquesta es calcula com la diferència d'altura entre l'altura màxima de l'edifici que fa la ombra i l'altura mitjana de l'edifici objecte, la qual és en aquest cas la meitat de l'alçada de l'edifici en estudi, ja que es vol estudiar tot l'edifici i no només un pis.

Una vegada introduïdes les dades dels dos edificis, s'obté un gràfic com el següent, en el qual es poden observar dues figures de color negre que representen les ombres, i una sèrie de caràcters llatins: la  $\alpha$  és l'azimut i la  $\beta$  és

l'elevació, ambdós en graus. Si no s'hagués utilitzat la eina "Obstáculos rectangulares" s'hauria hagut de calcular a mà i introduir posteriorment aquests paràmetres al programa.



Il·lustració 51: Trajectòria solar amb patrons d'ombres introduïts

## 5.4 RESULTATS DE LA CERTIFICACIÓ

Una vegada s'ha realitzat la modelització de l'edifici TR4+TR45 en CE3x, es procedeix a la certificació energètica i s'obté un informe de certificació.

Una de les informacions més important i que de fet es mostren a l'inici del document és l'indicador global, el qual s'expressa en  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{any}$ .

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 2px;">&lt; 25.5 <b>A</b></div> <div style="margin-bottom: 2px;">25.5-41.4 <b>B</b></div> <div style="margin-bottom: 2px;">41.4-63.7 <b>C</b></div> <div style="margin-bottom: 2px; background-color: yellow;">63.7-82.8 <b>D</b></div> <div style="margin-bottom: 2px;">82.8-101.9 <b>E</b></div> <div style="margin-bottom: 2px;">101.9-127.3 <b>F</b></div> <div style="margin-bottom: 2px;">≥ 127.3 <b>G</b></div> </div>	<div style="background-color: yellow; padding: 5px; display: inline-block;">68.41 <b>D</b></div>	CALEFACCIÓN		ACS	
		E		G	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
		16.67		4.54	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
68.41		1.03		24.0	

Taula 38: Indicador global de les emissions de la certificació exhaustiva



Com es pot observar a la taula 38, el resultat obtingut és una D amb un valor de 68,41 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any. Això significa que la demanda d'energia que necessita l'edifici en estudi emet, cada any i per metre quadrat, una massa equivalent de 68,41 kg de CO<sub>2</sub>.

També s'observen, a la dreta de la taula 38, diferents indicadors parcials dels quals podem destacar el mal resultat de l'ACS i el bon resultat de la il·luminació.

Pel que fa a la calefacció i la refrigeració mereixen una atenció especial ja que serviran, més endavant, per comparar les tres certificacions.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	<b>63.72 G</b>		<b>1.83 B</b>
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
63.72		1.83	

Taula 39: Demanda energètica de calefacció i refrigeració

A la taula 39 es pot observar la demanda d'energia de calefacció i refrigeració que l'edifici necessita per mantenir les condicions internes de confort. Així doncs, aquesta taula ens parla d'energia útil, la qual s'explica a l'apartat 7. S'ha obtingut un resultat particularment dolent per la demanda de calefacció, amb una G i un valor de 63,72 kWh/m<sup>2</sup>·any; i un bon resultat per a la refrigeració, amb una B i un valor de 1,83 kWh/m<sup>2</sup>·any.

A l'informe també apareix el consum global d'energia primària<sup>6</sup> de l'edifici, amb el mateix format que la taula 38, però amb unitats de kWh/m<sup>2</sup>·any.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<b>290.63 D</b>		1.67	F
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
	82.54		18.27	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	290.63		18.27	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	0.25		A	
<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		0.52		B
4.14		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		96.46

Taula 40: Consum global d'energia primària

Com es pot observar, el resultat és una D amb valor de 290,63 kWh/m<sup>2</sup>·any.

<sup>6</sup>Definició a l'apartat 0.



## 6 CERTIFICACIÓ SIMPLE

Aquesta certificació s'ha realitzat a partir dels plànols proporcionats pel *SOMT*, visites als edificis per veure de primera mà con estan construïts, fotografies aèries i mesures preses in-situ.

Les instal·lacions, els murs en contacte amb el terreny, els murs en contacte amb un altre edifici, els terres en contacte amb l'aire, els terres en contacte amb el terreny i els ponts tèrmics son exactament els mateixos que en la certificació exhaustiva, i per aquest motiu no es tornaran a definir en aquest apartat.

### 6.1 ENVOLTANT TÈRMIC

#### 6.1.1 ELS MURS

##### 6.1.1.1 Façanes

En aquest cas de certificació simple totes les superfícies es posaran per defecte sense entrar en detall dels materials:

TANCAMENT	SUPERFÍCIE (m <sup>2</sup> )	ORIENTACIÓ
TR4_EST	284,38	Est
TR4_SUD_G1	81,76	Sud
TR4_SUD_G2	172,09	Sud
TR4_SUD_G3	721,76	Sud
TR4_SUD_P1	42,38	Sud
TR4_SUD_P2	149,09	Sud
TR4_NORD_1	193,94	Nord
TR4_NORD_2	177,72	Nord
TR4_NORD_3	985,03	Nord
TR4_OEST1	39,44	Oest
TR4_OEST2	52,13	Oest
TR4_OEST3	329	Oest
TR45_EST_1	307	Est
TR45_EST_2	415,4	Est
TR45_OEST_1	221,81	Oest
TR45_OEST_2	429	Oest
TR45_OEST_POLI	36,12	Oest
TR45_SUD	103,56	Sud
TR45_SUD_POLI	12,6	Sud

TR45_NORD	84,21	Nord
TR45_NORD_POLI	12,6	Nord
CTTC_SUD	110	Sud
CTTC_NORD	110	Nord
CTTC_EST	68,87	Est
CTTC_OEST	68,87	Oest

**Taula 41: Llistat de façanes per defecte**

### 6.1.2 LES COBERTES

A continuació es llisten totes les cobertes, indicant a cada cas la superfície i la inclinació de les mateixes:

TANCAMENT	SUPERFÍCIE (m <sup>2</sup> )	INCLINACIÓ
TR4_1	67,71	Inclinada
TR4_2	183,52	Inclinada
TR4_3	271,89	Plana
TR4_4	912,14	Plana
TR4_5	72,64	Plana
TR4_6	77,33	Inclinada
TR4_7	218,75	Inclinada
TR4_8	75,09	Inclinada
TR4_9	239,82	Inclinada
TR45_1	81,76	Inclinada
TR45_2	151,95	Inclinada
TR45_3	69,01	Inclinada
TR45_4	161,22	Inclinada
TR45_5	70,65	Inclinada
TR45_6	161,96	Inclinada
TR45_7	474,44	Plana
TR45_8	70,24	Plana
TR45_POLI	63,76	Plana

**Taula 42: Llistat de cobertes**

### 6.1.3 OBERTURES I CLARABOIES

Seguidament es mostra el llistat de totes les obertures i claraboies, en les quals s'engloben totes les portes, finestres, reixes, evacuadors i claraboies de l'edifici.

En aquest cas de certificació simple, tots els elements estan formats per un 20% de marc, el qual és metàl·lic i sense ruptura de pont tèrmic (SRPT).

OBERTURA o CLARABOIA	SITUACIÓ	QUANTITAT	SUPERFICIE TOTAL (m <sup>2</sup> )
CTTC_claraboia	TR4_4	1	194,050
Porta_est	TR4_EST	1	7,420
Finestra_petita_est	TR4_EST	2	2,940
Finestra_gran_est	TR4_EST	3	13,230
Porta_esquerre_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	2,030
Porta_mig_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	1,870
Porta_dreta_sud_g1	TR4_SUD_G1	1	2,190
Finestra_gran_sud	TR4_SUD_G2	9	29,880
Finestra_petita_sud	TR4_SUD_G2	1	0,420
Porta_esquerre_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	2,970
Porta_mig_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	2,780
Porta_dreta_sud_g2	TR4_SUD_G2	1	4,350
Finestra_sud_g3	TR4_SUD_G3	28	358,680
Finestra_sud_p2	TR4_SUD_P2	8	50,400
Finestra_gran_nord_1	TR4_NORD_1	2	4,704
Finestra_petita_nord_1	TR4_NORD_1	1	0,202
Reixa_nord_1	TR4_NORD_1	1	0,600
Porta_nord_1	TR4_NORD_1	1	1,949
Finestra_gran_nord_2	TR4_NORD_2	8	30,240
Finestra_allargada_nord_2	TR4_NORD_2	1	2,352
Reixa_nord_2	TR4_NORD_2	1	0,600
Porta_nord_2	TR4_NORD_2	1	1,949
Finestra_gran_nord_3	TR4_NORD_3	1	11,356
Evaquadors_nord_3	TR4_NORD_3	20	1,850
Porta_EUETIT_nord_3	TR4_NORD_3	1	44,782
Finestra_quadrada_nord_3	TR4_NORD_3	2	21,328
Finestra_rectangular_petita_nord_3	TR4_NORD_3	2	59,924
Finestra_rectangular_gran_nord_3	TR4_NORD_3	6	39,060
Finestra_oest_2	TR4_OEST2	3	4,410
Porta_est_1	TR45_EST_1	2	26,820
Finestra_pis1_est_1	TR45_EST_1	4	34,752
Finestra_pis2_est_1	TR45_EST_1	4	22,468
Finestra_pis3_est_1	TR45_EST_1	6	41,958
Finestra_vertical_est_2	TR45_EST_2	1	127,696

Finestra_petita_est_2	TR45_EST_2	21	34,020
Finestra_vertical1_oest_1	TR45_OEST_1	1	137,287
Porta_esquerre_oest_2	TR45_OEST_2	1	5,910
Evaquadors_oest_2	TR45_OEST_2	4	1,000
Finestra_gran_oest_2	TR45_OEST_2	5	92,400
Porta_passadis_oest_1	TR45_OEST_1	1	3,960
Porta_sud	TR45_SUD	1	5,910
Porta_nord	TR45_NORD	2	11,820
Finestra_nord	TR45_NORD	4	6,480
Finestra_petita_oest_1	TR45_OEST_1	1	1,620
Finestra_vertical2_oest_1	TR45_OEST_1	1	13,420
Finestra_petita_oest_2	TR45_OEST_2	5	56,750
Porta_passadis_sud	TR45_SUD	1	3,960
Poli_oest	TR45_OEST_POLI	1	36,120
Poli_sud	TR45_SUD_POLI	1	12,600
Poli_nord	TR45_NORD_POLI	1	12,600
CTTC_nord	CTTC_NORD	1	110,000
CTTC_sud	CTTC_SUD	1	110,000
CTTC_est	CTTC_EST	1	68,870
CTTC_oest	CTTC_OEST	1	68,870

Taula 43: Llistat d'obertures i claraboies.

## 6.2 RESULTATS DE LA CERTIFICACIÓ

De la mateixa manera que s'han mostrat i explicat els resultat de la certificació pel cas de certificació exhaustiva, en aquest apartat es mostraran els referents a la certificació simple.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	<b>76.83 D</b>	CALEFACCIÓN		ACS	
		G		G	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
		24.59		4.54	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
C		B			
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		Emisiones Iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	
76.83		1.56		24.0	

Taula 44: Indicador global de les emissions de la certificació simple

S'observa un resultat global de certificació energètica de D, amb un valor de 76,83 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·any.

Acte seguit es mostra la demanda energètica de calefacció i refrigeració.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	<b>93.96 G</b>		<b>2.78 C</b>
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
93.96		2.78	

Taula 45: Demanda energètica de calefacció i refrigeració

Com es pot observar, la demanda de calefacció és elevada, obtenint una G i amb valor de 93,96 kWh/m<sup>2</sup>·any. En canvi, la demanda de refrigeració és bona, amb una C i valor de 2,78 kWh/m<sup>2</sup>·any.

Per finalitzar es mostra el consum d'energia primària resultat de la certificació energètica simple.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	<b>331.85 D</b>			
	2.49	G	2.22	G
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
	121.73		18.27	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	0.41	B	0.52	B
	<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	6.27		96.46	
331.85				

Taula 46: Consum global d'energia primària

On l'edifici obté un resultat de D en el resultat general de certificació energètica amb valor de 331,85 kWh/m<sup>2</sup>·any d'energia primària consumits.

## 7 DADES MONITORITZADES

En aquest apartat es veurà com pot estar relacionada la monitorització dels consums d'un edifici amb la corresponent certificació energètica, en aquest cas, de l'edifici TR4+TR45 del Campus Terrassa.

El primer que hem de tenir en compte és quines dades recull la monitorització i quines recull la certificació.

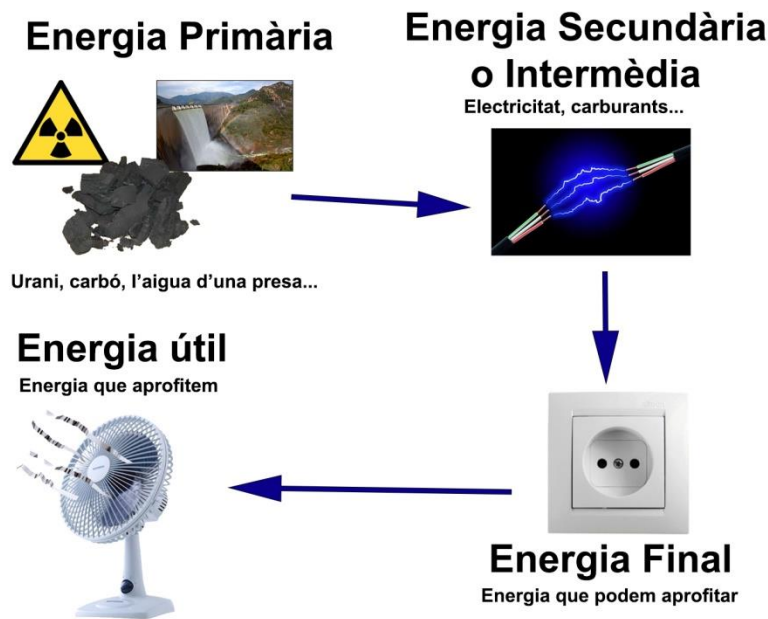
Com s'ha explicat amb anterioritat, la certificació té en compte la demanda que necessita l'edifici per tal de cobrir les seves necessitats energètiques, tenint en compte com està construït l'edifici i les instal·lacions de que disposa, entenent com a instal·lacions els sistemes de calefacció (calderes i bombes), els sistemes de refrigeració (ventiladors), els sistemes d'il·luminació i els sistemes de generació de ACS.

Per altra banda, tenint en compte aquest cas, la monitorització recull dades dels consums de l'edifici, tant d'electricitat com de gas. Aquestes dades inclouen els consums de tots els aparells que consumeixen algun tipus d'energia, com són: ordinadors, routers, telèfons, projectors, impressores, escàners, faxes, ascensors, pantalles, televisions, endolls de les aules, splits, fancoils, il·luminació, calefacció...

Així doncs, les dades d'energia obtingudes per la monitorització no seran, segurament, les mateixes que recull la certificació.

A més a més, les dades obtingudes amb la monitorització s'hauran de transformar per tal de poder-les comparar amb els resultats de certificació energètica, ja que aquesta parla d'energia final i de demanda energètica i la monitorització té en compte el consum d'energia final.

Per tal de fer més entenedor els diferents tipus d'energia, es mostra el següent esquema:



II-lustració 52: Esquema de transformació de l'energia primària a energia útil

L'energia primària és aquella que es troba disponible a la natura, que es pot agrupar en energies renovables i energies fòssils. Entre les renovables s'ha de destacar la del Sol i el vent, la de l'aigua i la de la biomassa. Entre les fòssils, l'urani, el carbó, el petroli i el gas natural (a la imatge anterior sols es mostren uns poc exemples).

L'energia secundària o energia intermedà és aquella que s'obté a partir de la transformació de l'energia primària. Destaquen l'energia elèctrica i els carburants. Com en tota transformació energètica, l'energia secundària obtinguda és menor que la primària a causa de les pèrdues.

L'energia final és l'energia que es consumeix realment. En el cas de l'electricitat, i de forma gràfica, és l'energia que ens proporciona un endoll. Aquesta energia final ha patit pèrdues de transport i de transformació durant tot el viatge des de la central fins a la paret de casa.

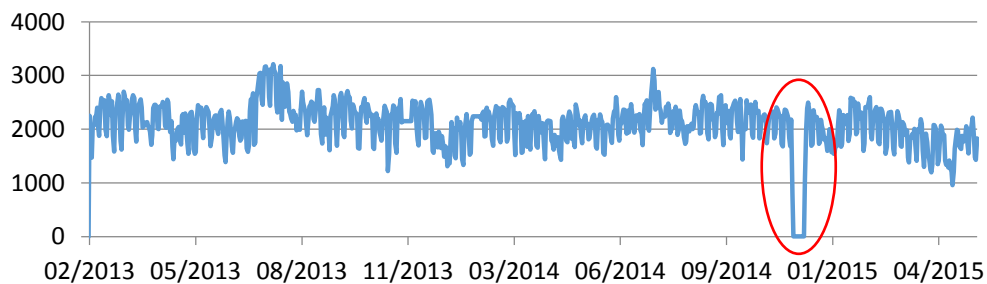
L'energia útil és aquella que s'aprofita de l'energia final. És a dir, l'energia que realment serveix que cobrir alguna necessitat. Posant el cas del ventilador, hi ha presència d'engranatges i parts mòbils, elements electrònics que s'escalfen, etc. L'energia que dissipen aquests elements s'anomena pèrdues, i aquestes pèrdues es contemplen en el rendiment de l'aparell. Així, un aparell amb un rendiment proper a 1 té molt poques pèrdues, mentre que com més s'allunya d'aquest valor, més pèrdues té.

## 7.1 ELECTRICITAT

Les dades d'electricitat venen agrupades en tres blocs en funció de l'edifici al qual fan referència. Així doncs, tenim tres blocs de dades: TR4, TR45 i CTTC. A continuació es mostra, de forma gràfica, el consum de cada un dels tres edificis per separat

S'ha estudiat tan sols les dades a partir del mes de febrer del 2013 fins a l'actualitat degut a que no hi ha dades del CTTC anteriors a aquesta data. Es creu suficient per a la realització de l'anàlisi l'estudi de poc més de dos anys de dades.

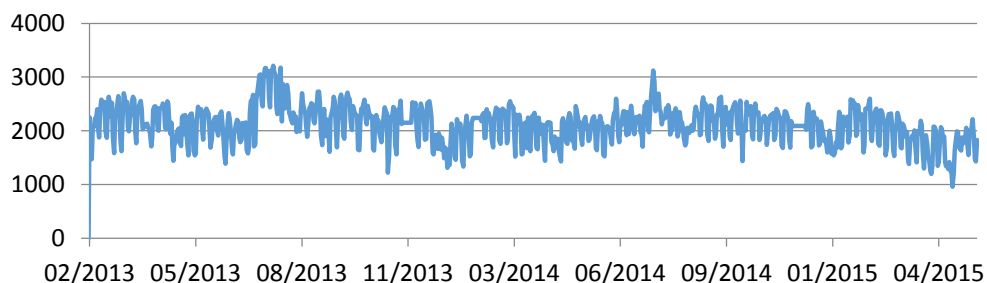
### Electricitat TR4



Gràfic 3: Consum d'electricitat TR4

Com es pot observar, hi ha dades amb valor proper a zero al període entre setembre de 2014 i gener de 2015. Es desconeix el motiu de les mateixes, però poden portar a certs errors al manipular-les. Per aquest motiu s'ha calculat la mitjana (2089,85 kWh) i s'ha substituït a les dades amb valor zero. D'aquesta manera s'aconsegueix un resultat més fiable:

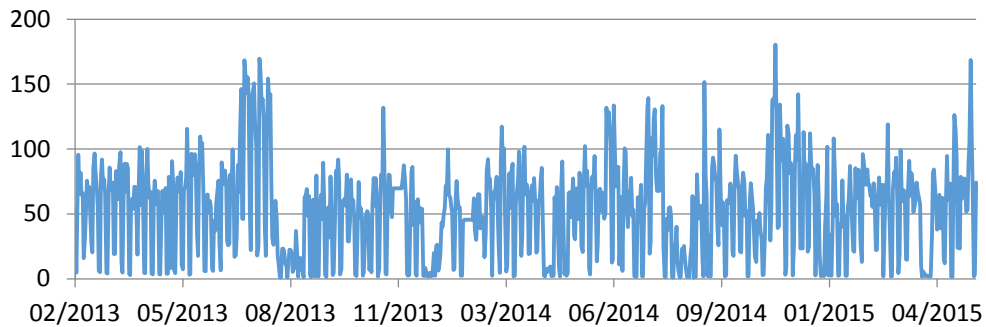
### Electricitat TR4



Gràfic 4: Consum d'electricitat TR4 amb dades substituïdes



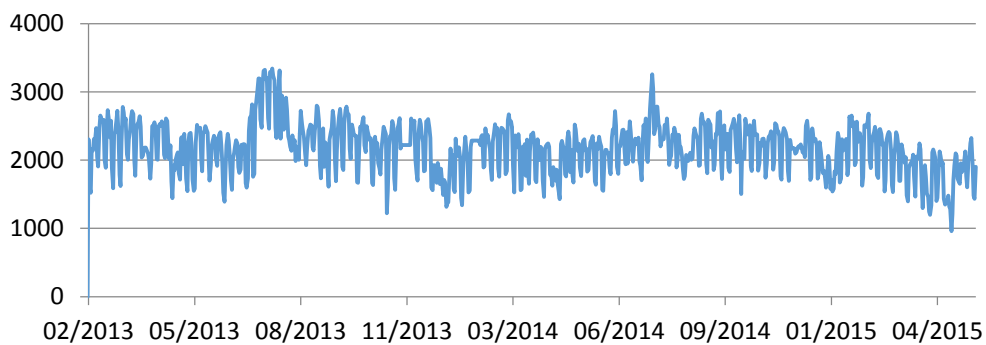
## Electricitat TR45



Gràfic 5: Consum d'electricitat TR45

A continuació es mostra el gràfic de consum d'energia elèctrica total.

## Electricitat Total



Gràfic 6: Consum d'electricitat Total

Tal i com es comenta a l'inici d'aquest apartat, per tal de comparar les dades amb les certificacions, aquestes s'han de transformar.

El primer pas és calcular la mitjana anual:

	TOTAL (kWh)	Mitjana anual (kWh-any)
Electricitat	1.818.565,99	792.096,17

Taula 47: Mitjana anual de l'electricitat

Acte seguit, s'ha de transformar les dades d'energia (kWh-any) en dades d'energia per unitat de superfície (kWh/m<sup>2</sup>-any), tenint en compte que el total de superfície de l'edifici és de 9733,39 m<sup>2</sup>.

	Mitjana anual (kWh·any)	Superfície (m <sup>2</sup> )	Energia per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Electricitat	792.096,17	9733,39	81,37926934

Taula 48: Energia per unitat de superfície

Finalment s'ha de convertir l'energia final en energia primària. Segons el document de factors de conversió de el "Instituto para la Diversificacion y Ahorro de la Energia" adjunt en l'Annex VII, el factor de conversió per a l'electricitat, tenint en compte les tecnologies emprades per a la seva producció de l'any 2011, és de 2,35.

	Energia per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Factor de conversió	Energia primària per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Electricitat	81,37926934	2,35	191,2412829

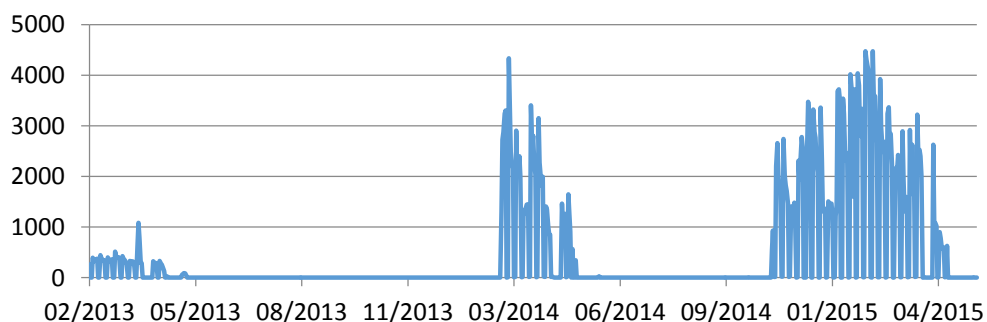
Taula 49: Energia primària per unitat de superfície

## 7.2 GAS NATURAL

En les mateixes dades de gas estan inclosos els consums per la calefacció dels edificis TR4 i TR45.

Només s'ha estudiat les dades a partir del mes de febrer del 2013 per tal de coincidir amb les de l'electricitat.

### Gas Natural TR4 i TR45



Gràfic 7: Consum d'electricitat del TR4 i TR45

Com s'observa al gràfic 7, el consum de gas és nul en els mesos en que no es necessita calefacció, com seria obvi de deduir. També es pot apreciar que el consum de gas ha ascendit notòriament del 2014 al 2015, per causes que es desconeixen.

De la mateixa manera que l'electricitat, el l'energia de gas també s'ha de transformar.

Es calcula la mitjana anual i s'aplica un rendiment dels aparells del 85%:

	TOTAL (kWh)	Mitjana anual (kWh·any)
Gas	367.459,70	160.051,06

Taula 50: Mitjana anual i rendiment del gas.

Acte seguit es transforma l'energia en dades d'energia per unitat de superfície (kWh/m<sup>2</sup>·any).

	Mitjana anual (kWh)	Superfície (m <sup>2</sup> )	Energia per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Gas	160.051,06	9733,39	16,44350652

Taula 51: Energia per unitat de superfície

Finalment s'ha de convertir l'energia final en energia primària. El factor de conversió per al Gas Natural de l'any 2011 és de 1,07.

	Energia per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)	Factor de conversió	Energia primària per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Gas	16,44350652	1,07	17,59455198

Taula 52: Energia primària per unitat de superfície

### 7.3 TOTAL

A continuació es resumeix i es calcula el total d'energia primària per unitat de superfície.

	Energia final mitjana anual (kWh·any)	Energia primària per unitat de superfície (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Gas	160.051,06	17,59455198
Electricitat	792.096,17	191,2412829
<b>TOTAL</b>	<b>952.147,23</b>	<b>208,8358349</b>

Taula 53: Energia primària total

En total l'edifici TR4+TR45 consumeix, aproximadament, 208,83 kWh/m<sup>2</sup> d'energia primària cada any.

## 8 ANÀLISI

A continuació es procedirà a comparar els resultats de les tres certificacions anteriors.

Per tal de comparar els resultats, només es tindran en compte els resultats energètics de les tres certificacions i el cost associat a les mateixes, i no es tindran en compte les emissions de diòxid de carboni. Això és així perquè, a no ser que s'instal·lessin plaques de captació d'energia solar a l'edifici, per exemple, les emissions de CO<sub>2</sub> vénen donades pel mix energètic que utilitza el país o l'estat en qüestió, i pel tipus de font que utilitzi l'empresa de subministrament elèctrica. Per tant, com s'exposa a l'Abast, no es tindran en compte les possibles millores futures, i per això, les emissions són un aspecte que no podem controlar.

### 8.1 ANÀLISI DELS RESULTATS ENERGÈTICS

Una vegada aclarit aquest aspecte, es procedirà a la comparació dels resultats energètics.

A continuació es mostra una taula resum per tal de tenir el resultat de cada una de les certificacions visible.

	Consum d'energia final (kWh/m <sup>2</sup> ·any)
Certificació exhaustiva	290,63
Certificació simple	331,85
Dades monitoritzades	208,83

**Taula 54: Taula resum dels resultats energètics**

Primerament, es compararan els resultats de les dues certificacions mitjançant el programa CE3x.

Com es pot veure a la taula 54, la certificació exhaustiva dona un resultat bastant més favorable que la certificació simple, amb una diferència de 41,22 kWh/m<sup>2</sup>·any. Tot que aquesta diferència no sigui suficient per fer variar la lletra del resultat global de certificació energètica, és una diferència bastant elevada.

Això, en gran part, és degut a que en el cas de la certificació simple el programa utilitza els paràmetres pròpis de l'any de construcció de l'edifici per tal de modelitzar tots aquells elements els quals s'han deixat per defecte. Com que l'edifici és relativament vell (anys seixanta), en aquella època no s'utilitzava els mateixos materials ni la mateixa tecnologia que actualment, per exemple, amb

les finestres, s'utilitzava vidres d'una sola capa sense cambra d'aire i marcs de fusta. Aquest fet provoca que l'edifici no estigui ben aïllat de l'exterior i per conseqüència es necessiti una demanda superior d'energia per mantenir les condicions de confort en el seu interior.

En canvi, l'edifici s'ha anat reformant i ha anat millorant el seu aïllament amb l'exterior, fins a l'estat en que es troba actualment. Això és el que reflexa la certificació exhaustiva. Seguint amb l'exemple de les finestres, les actuals són de doble vidre, i el marc és metàl·lic, que, tot i no tenir ruptura de pont tèrmic la gran majoria d'ells, protegeix més de l'interior que no pas els de fusta.

Cal fer especial menció, que aquesta diferència tan gran entre una certificació i una altra pot ser deguda, també, per la construcció de la tercera planta de l'edifici TR4, altrament anomenat com CTTC, ja que en el cas de la certificació bàsica, tots els seus tancament i obertures estan per defecte, com si es tractés d'una construcció del 1960, caracteritzat així amb materials i metodologies poc eficients i aïllants.

La realitat, que es contempla a la certificació exhaustiva, és que el CTTC és una construcció nova i moderna, que utilitza materials de qualitat i mètodes eficaços per garantir l'aïllament i la conseqüent eficiència de la planta.

És per això que hi ha una gran diferència en les dues modelitzacions de la mateixa planta, i que es veu reflectit en el resultat de les dues certificacions.

Per a la comparació de les dades monitoritzades, s'utilitzarà la certificació exhaustiva ja que és més fiable a la realitat.

Tal i com s'ha explicat a l'inici de l'apartat 7, es preveia que el valor del resultat de les dades monitoritzades fos major que l'obtingut a través de les certificacions, degut a que la monitorització recull el consum de tots els aparells que s'utilitzin al llarg de l'any a l'edifici a mes a mes de les instal·lacions.

No obstant, el resultat obtingut és totalment al contrari. El valor del resultat de les dades monitoritzades és menor que el resultat de la certificació exhaustiva, fins i tot sabent que les dades monitoritzades recullen més consums que les certificacions. Així doncs, si es pogués saber el consum real de les instal·lacions, encara seria més inferior

El fet de que les dades monitoritzades donin un resultat menor pot estar propiciat a que el programa certificador dóna el pitjor resultat possible de la modelització de l'edifici introduït, i per això, tant la certificació exhaustiva com l'estimada donen pitjors resultats.

A més a més, hi ha el mateix aspecte a tenir en compte que quan s'han comparat les dues certificacions a través de mètodes simplificats, i és que al programa certificador se l'hi ha introduït l'any de construcció de l'edifici (1960), i aquest li ha atribuït una normativa. Com que l'edifici s'ha anat modificant i modernitzant per millorar la seva eficiència energètica, els resultats reals de consum d'energia són menors que els esperats.

## 8.2 ANÀLISI TEMPORAL I ECONÒMIC

Per a l'anàlisi temporal es tindrà en compte el temps total destinat a cada un dels apartats de cada certificació. Degut a la manca d'informació disponible, el temps ha sigut bastant elevat.

	Recollida de dades	Introducció de dades	Adequació de resultats i redacció de l'informe	<b>TOTAL (h)</b>
Certificació exhaustiva	70	30	0	<b>100</b>
Certificació bàsica	30	18	0	<b>48</b>
Monitorització de dades	10	0	20	<b>30</b>

Taula 55: Anàlisi temporal

Per a les certificacions, el temps d'adequació de resultats i redacció de l'informe és nul ja que el mateix programa proporciona l'informe final.

En el cas de la monitorització, el temps d'introducció de dades és nul ja que no s'utilitza el programa certificador, sinó que tota la manipulació de les dades està inclosa a l'apartat d'adequació de resultats i redacció de l'informe.

Per a l'anàlisi econòmic es tindran en compte el temps destinat anteriorment descrit i un cost unitari per hora de treball del tècnic certificador competent de 30 €/h.

	Recollida de dades	Introducció de dades	Adequació de resultats i redacció de l'informe	<b>TOTAL (€)</b>
Certificació exhaustiva (€)	2100	900	0	<b>3000</b>
Certificació bàsica (€)	900	540	0	<b>1440</b>
Monitorització de dades (€)	300	0	600	<b>900</b>

**Taula 56: Anàlisi econòmic**

## 9 PRESSUPOST

El pressupost d'aquest treball contempla solament les hores de dedicació. No hi ha costos de llicències ja que el software de certificació és de lliure accés, i per tant gratuït.

El desglossament del pressupost està desglossat al document "*Pressupost*" d'aquest treball.

El cost total del treball "*Estudi per a la certificació energètica de l'edifici TR4+TR45 del Campus UPC Terrassa*" ha estat de 7731,9€, és a dir, set mil set-cents trenta-un euros amb noranta cèntims.

## 10 MEDI AMBIENT

Tal i com s'ha comentat a l'apartat 1.2, la conscienciació popular sobre l'eficiència i la responsabilitat vers el medi ambient va en augment i ha estat fonamental pel desenvolupament de les polítiques ambientals.

Les certificacions energètics no són més que el resultat d'aquesta preocupació i moviment social que ha portat a les institucions i governs a aplicar mesures d'estalvi energètic i eficiència energètica.

En aquest treball s'ha modelitzat l'edifici TR4+TR45 de l'escola ETSEIAT del Campus Terrassa realitzant una comparació de diferents mètodes per tal de comparar quin dels mètodes és més òptim en funció dels resultats i dels recursos destinats, amb l'afany de trobar un mètode el més fiable possible i que menys recursos suposa.

Per altra banda, s'ha pogut comprovar que l'edifici s'ha anat modificant per tal de millorar la seva eficiència energètica i reduir els consums d'energia i emissions de diòxid de carboni, al comparar les dues certificacions i les dades monitoritzades. D'aquesta manera es confirma la responsabilitat en augment vers el medi ambient de les institucions, en aquest cas, la Universitat Politècnica de Catalunya.

Aquest treball també pot servir per posar en manifest les deficiències més grans presents a l'edifici, i per tant, punts a millorar de cara a futures modificacions.

En resum, queda clar que l'estudi està basat en el medi ambient i en la contínua millora de l'eficiència dels edificis.



## 11 CONCLUSIONS

Una vegada finalitzat aquest treball, és hora de valorar els resultats que s'han obtingut i realitzar unes conclusions

El primer aspecte a destacar és el compliment rotund de l'objecte del treball, que s'ha assolit realitzant les certificacions i estudiant la monitorització de dades, i finalment comparant-los entre sí, entenent en cada cas en quin tipus d'energia es trobava el resultat i la seva posterior transformació.

Seguidament, s'ha d'obtenir una sèrie de conclusions sobre l'anàlisi dels resultats obtinguts.

Tal i com s'ha vist a l'apartat 8, hi ha grans diferències vers les dues certificacions i les dades de consum monitoritzades. Tot i això, s'han justificat degudament les diferències, i per tant, el resultat final ha estat un èxit.

Ara bé, en aquest treball és difícil poder escollir la solució òptima que proporcioni el resultat més fiable amb el mínim de recursos destinats

La certificació exhaustiva és més fiable que la certificació simple, i ha donat un resultat més positiu, però per contrapartida, requereix uns recursos pràcticament dobles a la certificació simple.

Per altra banda, amb la certificació simple, tot i consumir menys recursos, el resultat obtingut és molt poc fiable, tal i com s'ha pogut comprovar.

En quant a l'estudi de les dades de consum monitoritzades, és la que menys recursos ha necessitat ja que realment és un procés relativament ràpid i sense grans complicacions, la més gran de les quals és entendre quina energia s'està referint, en aquest cas energia final, i la posterior transformació d'aquesta a energia primària. No obstant això, el resultat obtingut és, com a mínim, qüestionable, ja que com s'ha explicat al llarg del treball, té en compte consums d'energia que les certificacions a través de mètodes simplificats no contempla.

Tot i aquests punts de vista, queda clar que com més antic és l'edifici en estudi, i per consegüent, més antiga la seva normativa, més varien els resultats obtinguts. En canvi, com més nou és l'edifici i més moderna la seva legislació més s'assemblen.



Per tant la conclusió clara és que per a edificis més antics, la certificació a través de l'estudi de la monitorització de dades de consum no és tan viable com per als edificis més nous i moderns, en el quals s'hauria de tenir comptadors destinats exclusivament a les instal·lacions per tal de poder conèixer en detall i de forma real l'energia que aquestes consumeixen.

Així doncs, la monitorització de dades de consum pot ser una bona eina de certificació si s'aplica als edificis adequats i de forma adequada, per tal d'evitar possibles errors.

## 12 BIBLIOGRAFIA

- [1] N. Poyato Gracia, «Estudio y modelización del edificio TR5 mediante métodos simplificados,» de *Memòria*, 2014.
- [2] S. Gassó Vilella, «Estudio y modelización del edificio Biblioteca del Campus Terrassa mediante: métodos simplificados y datos monitorizados,» de *Memòria*, 2015.
- [3] D.D.E.L.A. Presid, «Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i decoeficiència en els edificis,» 2006, pp. 7567 - 7571.
- [4] DaikinEurope, «Datasheets dels aparells Daikin,» [En línia]. Available: <http://www.daikineurope.com>.
- [5] DaikinTech, «Datasheets aparells Daikin,» [En línia]. Available: <http://www.daikintech.co.uk>.
- [6] E. L. P. Europeo, E. L. Consejo, D. E. L. A. Uni, P.Europeo, and D. Oficial, «Directiva 2010/32/UE del parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refunción),» 2010, pp. 13 - 35.
- [7] IDAE, «Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energia,» [En línia]. Available: <http://www.idae.es/index.php/id.25/mod.pags/mem.detalle>. [Últim accés: 2015].
- [8] EUR-Lex, «Access to European Union Law,» [En línia]. Available: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/internal\\_market/single\\_market\\_for\\_goods/construction/en0021\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/construction/en0021_es.htm). [Últim accés: 2015].
- [9] Ministerio de Industria, energía y turismo, «Minetur,» [En línia]. Available: <http://www.minetur.gob.es/ENERGIA/DESARROLLO/EFICIENCIAENERGETICA/CERTIFICACIONENERGETICA/Paginas/certificacion.aspx>. [Últim accés: 2015].



- [10] INIECO, «Instituto de Investigaciones Ecológicas,» [En línia]. Available: <http://generaciondistribuida.blogspot.com.es/2012/04/consumo-de-energia-primaria-y-consumo.html>.
- [11] Ministerio de fomento, «Código Técnico de la Edificación,» [En línia]. Available: <http://www.codigotecnico.org/web/recursos/documentos/>.
- [12] BOE, «Boletín Oficial del Estado,» [En línia]. Available: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-81077>.
- [13] Dirección general del catastro, «Consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales bienes inmuebles de naturaleza urbana,» Municipio de Terrassa, Provincia de Barcelona, 2014.
- [14] F. X. Francàs Ribera, «Estudi i modelització de l'edifici GAIA mitjançant mètodes simplificats,» de *Memòria*, 2015.