



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: ESTUDI DE SENSIBILITAT DE LA CERTIFICACIÓ
ENERGÈTICA D'UN ESTABLIMENT HOTELER

Document: MEMÒRIA

Alumne: Arnau Estol i Carpena

Director/Tutor: Teo Pulido Sureda

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Enginyeria de la Construcció

Convocatòria (mes/any): Febrer/2014

"... Per l'home blanc, la Terra no és la seva germana sinó la seva enemiga i una vegada conquerida segueix el seu camí, deixant enrere la tomba dels seus pares sense que li importi el més mínim. Destrossa la terra dels seus fills, tampoc li importa. Tant la tomba dels seus pares, com el patrimoni dels seus fills cauen en l'oblit. Tracta a la seva mare, la Terra i al seu germà el Firmament com objectes que es compren, s'exploten i es venen, com ovelles o contes de colors. La seva cobdícia devorà el planeta deixant enrere només un desert.

...

En les ciutats de l'home blanc no hi existeix un lloc tranquil, ni cap lloc on escoltar com s'obren les fulles dels arbres a la primavera o com volen els insectes. Probablement sóc un salvatge que no compren res de res. El soroll només sembla insultar a les nostres orelles. I al cap i a la fi, per què serveix la vida si l'home no pot sentir el crit solitari del siboc ni les discussions nocturnes de les granotes a la riba d'un estanc?

...

Tot el que succeeixi a la Terra, succeirà als fills de la Terra. Si els homes escupen al terra, s'escupen a sí mateixos. Una cosa si que sabem: la Terra no pertany a l'home; l'home pertany a la Terra"

...

Extracte de la carta de NOAH STEALTH, Cap Indi, al President Franklin Pierce, com a resposta a la proposta d'aquest últim d'adquirir les seves terres mitjançant el tractat de PointElliot (1854)

Es considera el primer manifest en defensa del medi ambient de la història

1 INTRODUCCIÓ	1
1.1 Antecedents	1
1.2 Objecte	1
1.3 Abast	2
2 NORMATIVA DE REFERÈNCIA	3
2.1 Introducció.....	3
2.2 Resum de la normativa	4
2.2.1 CTE	4
2.2.2 REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción - DEROGAT.....	5
2.2.3 DIRECTIVA 2010/31/CE	5
2.2.1 Reial Decret 235/2013 de 13 d'abril, pel què s'aprova el Procediment Bàsic per la Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis.	6
3 L'AVENC DE TAVERNET	11
3.1 Descripció i superfícies	11
3.1.1 El Mas.....	11
3.1.2 Apartaments de la zona vella "LES CASETES"	12
3.1.3 Zona nova.....	13
3.2 Instal·lacions	16
3.2.1 Instal·lació elèctrica.....	16
3.2.2 Instal·lacions tèrmiques.....	17
4 MATERIALS I MÈTODES.....	23
5 PRESENTACIÓ I INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS	26
5.1 Nova ampliació. Apartaments zona nova.....	26

5.1.1 Estat actual.....	26
5.2 Edifici sencer.....	27
5.2.1 Estat actual.....	27
5.2.2 Anàlisi de sensibilitat.....	30
6 RESUM DEL PRESSUPOST.....	35
7 CONCLUSIONS.....	36
8 RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	39
9 BIBLIOGRAFIA.....	40

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Pel que fa al sector de l'edificació, la última directiva europea és la 2010/31/CE que té com a objectiu "fomentar l'eficiència energètica dels edificis a la UE, tenint en compte

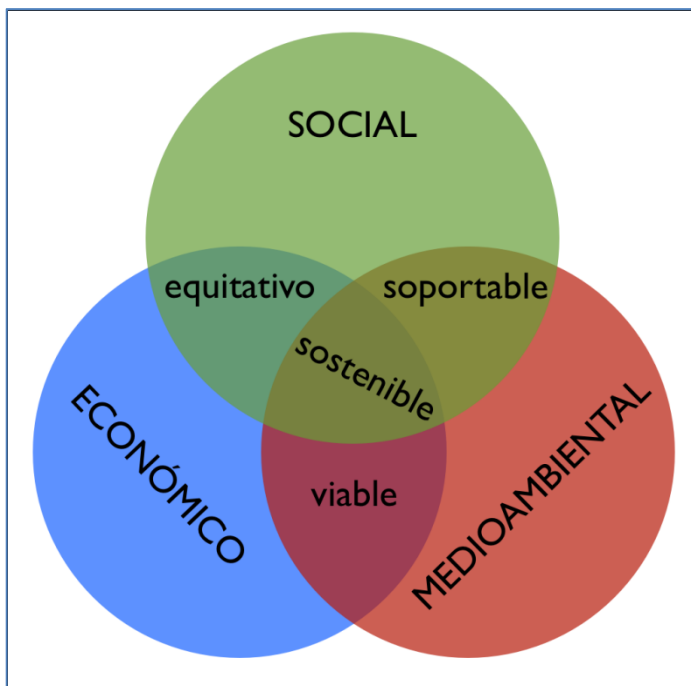


Figura 1 Desenvolupament sostenible

també la rendibilitat en termes de cost-eficiència" i insta als estats membres a fer els seus edificis més eficients posant com a fita més important el "consum d'energia quasi nul" dels edificis de nova construcció i els ocupats per autoritats públiques abans del 31 de desembre de 2020. Tot i que els terminis d'aplicació de la directiva mitjançant lleis o reglaments ja ha expirat, l'Estat Espanyol encara té en fase d'esborrany el reglament que haurà de regular l'eficiència

energètica en els edificis segons l'esmentada directiva europea. Aquest reglament s'espera que obligui a tots els edificis de l'Estat a disposar d'un certificat que en determini el grau d'eficiència energètica mitjançant una nota de la A a la G. Així doncs, des del "Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme" ja s'han donat a conèixer documents, procediments i programes acreditats per a certificar el grau d'eficiència energètica en edificis.

1.2 Objecte

Es pretén dur a terme una simulació de certificació energètica d'un edifici de turisme rural existent situat al municipi de Tavertet mitjançant els procediments i els diferents programes de la versió simplificada acreditats pel "Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme" i avaluar la bondat d'aquests programes informàtics tot comparant-ne resultats entre sí i amb els obtinguts mitjançant d'altres eines d'avaluació d'eficiència energètica. Segons els resultats obtinguts es pretén també realitzar un anàlisi de

sensibilitat de possibles millores a implementar a l'edifici existent per tal de millorar-ne l'eficiència a nivell energètic.

1.3 Abast

Presca de dades de l'edifici, tals com nivells d'aïllament tèrmic de parets, finestres, portes i d'altres elements constructius, dades dels sistemes de climatització i condicionament d'aigua i d'altres sistemes existents, identificació i avaluació de ponts tèrmics, ombres, dades climàtiques i usos. Introducció de les dades preses en els diferents programes de càlcul i obtenció i comparació de resultats. Estudi de sensibilitat mitjançant el canvi de diferents paràmetres de càlcul en els diferents programes i comprensió del mètode de càlcul utilitzat per cadascun.

2 NORMATIVA DE REFERÈNCIA

2.1 Introducció

Fent referència al sector de l'edificació, la norma més important a nivell espanyol és sense dubte el "CódigoTécnico de la Edificación" (CTE), que té en un dels seus Documents Bàsics el que en regula els aspectes mediambientals. Aquest document és el "DB HE Ahorro de energía". Altres normes importants en aquest sector són el RITE (2007) o el Decret d'Ecoeficiència en els Edificis.

Dins del marc europeu i fent referència al sector de l'edificació, la última directiva és la 2010/31/CE que té com a objectiu fomentar l'eficiència energètica dels edificis a la UE, tenint en compte també la rendibilitat en termes de cost-eficiència. Aquesta directiva es transposà parcialment a l'ordenament jurídic espanyol a través del Reial Decret 47/2007 de 19 de gener pel que s'aprova "el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción". Tot i que el termini de transposició total va concloure el 9 de juliol de 2012 no ha estat fins el mes d'abril d'aquest any passat que l'Estat Espanyol va aprovar el Real Decreto 235/2013 de 13 d'abril pel què s'aprova el "ProcedimientoBásico para la Certificación de EficienciaEnergética de Edificios" que deroga el 47/2007 vigent i estableix les bases per a la Certificació Energètica d'Edificis tant de nova construcció com els existents. Aquest retard en la transposició total de la directiva va provocar que el 24 de novembre de 2011, la Comissió Europea portés a Espanya al Tribunal de Justícia de la UE per no transposar la obligatorietat de certificar energèticament els edificis existents.

Quadre resum dels antecedents normatius pel que fa referència a l'eficiència energètica en edificis:

2002	Directiva 2002/91/CE de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiència energètica dels edificis
2006	Decret 21/2006 - Decret d'Ecoeficiència en els Edificis (Catalunya)
2006	Real Decreto 314/2006 - Código Técnico de la Edificación (CTE)
2007	Real Decreto 47/2007 - Certificación Energética de los Edificios de Nueva Construcción
2007	Real Decreto 127/2007 - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE 2007)

- 2010 Directiva 2010/31/CE Eficiencia Energética en los Edificios
- 2013 Real Decreto 235/2013 - Certificación de Eficiencia Energética de los Edificios

2.2 Resum de la normativa

2.2.1 CTE

El 17 de març de 2006 s'aprova el Real Decreto 314/2006, pel que entra en vigor el Código Técnico de la Edificación i es deroguen les anteriors Normes Bàsiques de l'Edificació (*NBE*).

És la normativa de referència principal en el sector de la construcció.

Documents Bàsics:

DB HE Ahorro de energía

HE 1 Limitación de demanda energética

HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas - (L'aplicació d'aquest capítol correspon a l'aplicació del RD 1027/2007, de 20 de juliol pel que s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en Edificis o "RITE 2007").

HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

DB SI Seguridad en caso de Incendio

DB HS Salubridad

DB HR Protección frente al ruido.

DB SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad

DB SE Seguridad Estructural

2.2.2 REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción - DEROGAT

Àmbit d'aplicació:

- Edificis de nova construcció
- Modificacions, reformes o rehabilitacions d'edificis existents, amb una S_{útil} > 1000m² on es renovi > 25% dels tancaments.

Es creen els denominats "documents reconeguts per la certificació d'eficiència energètica, que es defineixen com documents tècnics, sense caràcter reglamentari, que han de contar amb el reconeixement del conjunt del Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç i del Ministeri de Vivenda". D'aquests documents reconeguts, el més important és el programa informàtic CALENER, que "és d'aplicació a tot el territori nacional i l'aplicació correcta del qual és suficient per acreditar el compliment dels requisits establerts" en aquesta norma.

2.2.3 DIRECTIVA 2010/31/CE

OBJECTIU

Fomentar l'eficiència energètica dels edificis de la Unió Europea, tenint en compte també la rendibilitat en termes de cost eficaçia

NOVETATS respecte de l'anterior Directiva:

- Àmbit d'aplicació: TOTS els edificis existents que portin a terme reformes importants.
- Mètode de càlcul dels nivells òptims de rendibilitat: nivell d'eficiència energètica que comporti el cost més baix durant el cicle de vida útil estimat.

FITES

- Com a data límit, el 31 de desembre de 2020, tots els edificis de nova construcció hauran de ser edificis de consum d'energia quasi nul.
- Després del 31 de desembre de 2018, els edificis nous que estiguin ocupats i siguin propietat d'autoritats públiques hauran de ser edificis de consum d'energia quasi nul

Es defineix edifici de consum d'energia quasi nul aquell on la quantitat quasi nul·la o molt baixa d'energia requerida serà coberta, en gran mesura, per energia procedent de fonts renovables

TERMINIS TRANSPOSICIÓ

- La Directiva 2010/31/CE deroga la Directiva 2002/91/CE
- El termini de transposició conclou (concloïa) el *9 de juliol de 2012*
- L'aplicació d'algunes disposicions podrà retardar-se fins al 9 de juliol de 2013 o el 31 de desembre de 2015 en certs casos (No s'especifica quines)

2.2.1 Reial Decret 235/2013 de 13 d'abril, pel què s'aprova el Procediment Bàsic per la Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis.

- Deroga el RD 47/2007
- Estableix les bases per a la Certificació Energètica d'Edificis tant de nova construcció com els existents

PUNTS DESTACABLES

- Disposició transitòria segona: Obtenció del certificat i obligació d'exhibir
- l'etiqueta en edificis de pública concurrència:
- Edificis ocupats per l'administració de Sútil > 500m² han d'estar certificats i exposar l'etiqueta abans del 1 de Juny de 2013
- Edificis ocupats per l'administració de Sútil > 250m² han d'estar certificats i exposar l'etiqueta abans del 9 de Juliol de 2015
- Edificis on l'administració hi estigui de lloguer de Sútil > 250m² han d'estar certificats i exposar l'etiqueta abans del 31 de Desembre de 2015
- Els edificis privats de Sútil > 500m² de pública concurrència que es lloguin o venguin a partir de l'1 de Juny de 2013 han d'estar certificats i exposar l'etiqueta.

Art.1 : Definicions:

- El consum energètic podrà ser calculat o mesurat.
- Figura del "Técnico ayudante". Podran col·laborar en el procés de certificació com a ajudants del Tècnic Certificador si disposen del corresponent títol de formació professional.

Art.2 : Àmbit d'aplicació:

- Edificis de nova construcció.

- Edificis o parts d'edificis en cas de venda o lloguer
- Edificis o parts d'edificis ocupats per l'autoritat pública i freqüentats per públic amb $S > 250\text{m}^2$
- Exclusions: edificis existents d'habitatges ocupats menys de 4 mesos l'any o bé ocupats durant un temps limitat que resulti que consumeix menys del 25% del que gastaria si s'ocupés tot l'any.

Art. 3: Documents reconeguts per a la qualificació de l'eficiència energètica:

Edificis nous:				
OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
SIMPLIFICADES	Ministerio-IDAE*	Baixa		D i E
	Ce2	Mitjana	Habitatges amb menys 60% de vidre a l'envolupant.	Totes (A-E)
	CES			
	CERMA			
GENERAL	Calener VyP	Alta	Habitatges	Totes (A-E)
			Petit terciari	
	Calener GT	Molt alta	Petit terciari (instal·lacions complexes)	
			Gran terciari	
Edificis existents:				
OPCIÓ DE QUALIFICACIÓ		DIFICULTAT DE L'EINA	USOS	QUALIFICACIÓ POSSIBLE
SIMPLIFICADES	CE3	Mitjana	Tots	Totes (A-G)
	CE3x			
	CERMA		Habitatge	
GENERAL	Calener VyP	Alta	Habitatge Petit terciari	Totes (A-G)

			Petit terciari (instal·lacions complexes)
	Calener GT	Molt alta	Gran terciari

Taula 1 Resum dels programes de qualificació energètica acceptats

Aquest projecte es centrarà bàsicament en l'opció simplificada per a edificis existents i aplicada a un edifici terciari.

Art. 5: Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis:

- S'aclareix que en edificis d'habitatges amb locals comercials, el local comercial serà certificat en el moment de l'obertura del local
- En conjunts d'habitatges unifamiliars es podrà certificar un habitatge representatiu, justificant que és representatiu del conjunt (principalment per la seva orientació)
- El certificador haurà de fer proves, comprovacions, inspeccions, etc...
- El registre de les Certificacions és competència de l'ICAEN

Art. 6: Contingut de la Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis:

El certificat comptarà com a mínim amb la següent informació:

- Referència cadastral.
- Procediment reconegut que s'ha utilitzat per obtenir el certificat.
- Normativa d'aplicació en el moment de la construcció.
- Descripció de les característiques energètiques de l'edifici.
- Qualificació obtinguda mitjançant l'etiqueta energètica.
- En Ed. Existents, document de recomanacions per la millora dels nivells òptims o rentables de l'eficiència energètica, tret que no hi hagi potencial raonable de millora en comparació amb els requisits normatius vigents. Aquestes propostes hauran de ser tècnicament viables i **podrà incloure** (no obligatori) una estimació del pay-back o de la rendibilitat durant el seu cicle de vida útil.
- Descripció de les proves i comprovacions fetes pel tècnic certificador
- Compliment dels requisits mediambientals de les instal·lacions tèrmiques

Art. 7: Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis de NOVA CONSTRUCCIÓ:

- S'amplien les competències en NC: els certificats tant en fase Projecte com en fase Edifici Acabat podran subscriure'ls també els tècnics responsables del projecte d'instal·lacions tèrmiques, entre d'altres.

Art. 8: Certificació d'Eficiència Energètica d'Edificis EXISTENTS:

- Figura del tècnic ajudant

Art. 9. i 10. Control i Inspecció:

- És competència de l'ICAEN (que ho podrà delegar a entitats de inspecció i control de l'administració) i es farà a l'atzar sobre una mostra estadísticament representativa de la quantitat de certificats expedits anualment.

Art. 11. Validesa, renovació i actualització del certificat:

- Validesa de 10 anys
- És competència de l'ICAEN la renovació del certificat
- És responsabilitat del titular encarregar la renovació o actualització del certificat
- És criteri del titular l'actualització de la certificació si l'edifici ha patit una millora i és susceptible de canviar la qualificació energètica (en teoria incrementa el valor de mercat de l'edifici)

• Art 12. Etiqueta Energètica:

- És obligatori incloure-la a tota oferta, promoció i publicitat dirigida a la venda o lloguer de l'edifici o unitat de l'edifici.

• Art. 13. Etiqueta Energètica en Edificis que prestin Serveis Públics:

• Obligatori mostrar-la en un lloc destacable quan:

- Titularitat privada freqüentats habitualment per públic amb Sútil>500m²
- Ocupats per autoritats públiques i freqüentats habitualment per públic amb Sútil>250m² .

Per la resta de casos és voluntari.

• Art. 14. Informació sobre el Certificat d'Eficiència Energètica:

- Cal posar-lo a disposició del comprador o llogater

- L'ICAEN vetllarà pel compliment de l'article 83 de la Ley2/2011, de 4 de març, de Economía Sostenible

• Art 18. Infraccions i sancions:

- Segons la Ley General de defensa de los consumidores y usuarios, aprobado por Real decreto legislativo 1/2007, de 16 de novembre

En cas que no es certifiqui un immoble la llei preveu sancions del tipus:

1. Ser sancionat per l'òrgan competent de la Comunitat Autònoma
2. Que el contracte de compra-venda o lloguer sigui declarat nul per no haver informat correctament al comprador o llogater.
3. Que el venedor/llogater hagi d'indemnitzar al comprador o llogater pels perjudicis ocasionats per la manca d'informació facilitada.

3 L'AVENC DE TAVERTET



Figura 2 Vista general de l'Avenc de Taverdet

L'edifici objecte d'aquest projecte és l'Avenc de Taverdet, un complex format per un gran garatge subterrani i tres edificis tal i com es mostra als plànols dedicats a establiment de turisme rural i vivenda dels propietaris.

3.1 Descripció i superfícies

3.1.1 El Mas



Figura 3 El Mas de l'Avenc

És l'edifici principal, és un notable exemple del gòtic rural català i un Bé Cultural d'Interès Nacional (BCIN). És una mostra de història viva. El primitiu Avenc data del segle XIII i la part nova del 1559, suposadament construïda per picapedrers gascons. Algunes de les portes són adovellades, d'altres, a la sala gotico-renaixentista, són esculpides, i les finestres de la façana tenen llindes cisellades. El Casal va

ser habitat fins a mitjans del segle XX, moment en el que només es feia servir per aixopluc de bestiar. L'Any 1997, després de quasi bé 50 anys d'abandó, la família Abey-Parris, va comprar la casa amb la voluntat de restaurar-la i trobar-li un nou ús.

El Mas té una superfície construïda de 801.54 m² repartits en planta baixa de 284,54m² en la que hi ha l'entrada una sala polivalent i una biblioteca i planta primera de 298,63 m² que comprèn la cuina tradicional, dos lavabos, dues habitacions, una sala d'estar i un gran menjador que formen part de l'activitat d'establiment de turisme rural i una planta segona de 218,34 m² dedicada a vivenda dels propietaris del complex.

A continuació es detallen les superfícies útils d'aquest edifici.

DESCRPCIÓ	SUP. [m ²]
PLANTA BAIXA	
Pas	15,81
Bodega	83,2
Escala	19,23
Sala 1	38,86
Entrada principal	48,31
Biblioteca	38,76
TOTAL PB	244,17
PLANTA PRIMERA	
Cuina	61,23
WC1	16,63
Escala	19,62
Hab 1	14,94
Hab 2	15,21
WC2	8,03
Menjador	48,45
Sala d'estar	39,82
TOTAL P1	223,93
PLANTA SEGONA	
Escala	19,62
Vivenda	146,27
TOTAL P2	165,89
TOTAL MAS AVENC	633,99

Taula 2 Superfícies útils edifici

3.1.2 Apartaments de la zona vella "LES CASETES"

Construccions d'estil tradicional que antigament s'utilitzaven com a quadres pel bestiar del Mas.

Estan formades per un total de quatre apartaments de dues plantes, per a dues i quatre persones.

Cada apartament consta de sala-menjador, cuina i una o dues habitacions, segons la capacitat de l'apartament.



Figura 4 Vista general de "Les Casetes"

A continuació es detallen les superfícies útils dels apartaments de la zona vella.

DESCRPCIÓ	SUP. [m ²]
Apartament 8	60,6
Apartament 9	56,72
Apartament 10	60,88
Apartament 11	61,08
TOTAL CASETES	239,28

Taula 3 Superfícies útils apartaments

3.1.3 Zona nova

És un edifici de nova creació adjacent a l'edifici del Mas.



Figura 5 Vista exterior apartaments de la zona nova

Amb una superfície construïda aproximada de 4108 m² és la zona més gran de tot el complex i està formada per un gran aparcament subterrani amb capacitat per 45 vehicles des del qual es pot accedir a la Sala Polivalent, en la que s'hi organitzen banquets i d'altres activitats pels hostes de l'activitat. A la Sala Polivalent hi mena una zona de lavabos.

Unida a aquesta Sala hi ha les dues Aules, que poden tancar-se o restar obertes per formar part d'aquesta Sala Polivalent. Des d'aquesta Sala es pot accedir a la Cuina, que també té una sortida a l'exterior de l'edifici. Des de la Sala també s'accedeix una

zona encara en construcció que es preveu que albergui l'Auditori, una zona en la que hi haurà un escenari i butaques i que servirà per fer-hi representacions de tota mena. Pels càlculs efectuats es prendrà com a zona acabada.

També amb accés des de la Sala Polivalent hi ha el passadís que mena a l'edifici del Mas. Des d'aquest edifici s'accedeix a una de les sales d'instal·lacions, en la que hi ha les bateries i inversors del molí de vent, els filtres i bombes de la piscina climatitzada, els dipòsits d'inèrcia del sistema d'escalfament per a l'aigua caleta sanitària, piscina i calefacció i el local dels residus.

Des de la Sala Polivalent s'accedeix també a les escales principals, de quatre alçades. La primera alçada correspon a l'altell de la Sala Polivalent, en el que hi ha una zona de descans pels hostes, la zona d'esmorzars i despatx d'administració.

La segona alçada correspon al primer pis que, amb accés directe a l'exterior per dos portes diferents, alberga la piscina climatitzada, una zona de lavabos i l'accés a la planta baixa dels apartaments de la zona nova.

Una planta més amunt hi ha el segon pis, en el que hi ha una sala per a massatges, un magatzem per a productes de neteja i l'accés a la planta primera dels apartaments. Aquests apartaments dúplex tenen dues entrades, una per cada planta perquè es poden convertir en



Figura 6 Vista general de la zona de la piscina

habitacions simples d'una sola planta tot tancant-ne l'accés interior, d'aquesta manera s'obtenen el doble d'estances però de menor capacitat.

Unides a l'edifici però sense accés des de l'interior hi ha unes quantes zones d'accés restringit per als hostes de l'hotel tals com la sala de la caldera de biomassa, el magatzem d'assecatge de l'estella per a combustible, i la sala de la bateria de calderes de gas de suport.

A continuació es detallen les superfícies útils d'aquesta zona

DESCRPCIÓ	SUP. [m ²]
SOTERRANI	
Escales	37,73
Aparcament	1103,06
Traster	186,6
TOTAL P-1	1327,39
PLANTA BAIXA	
Auditori	163,13
Cuina	53,9
Sala Polivalent	480,99
Aula 1	67,91
Aula 2	71,34
WC	43,23
Passadís	35,67
Maq. ACS/Piscina	160,94
Escales	22,78
Maq. Recup. Aire	42,42
TOTAL PB	1142,31
PLANTA ALTELL	
Zona de descans	209,42
Escales	23,29
Zona d'esmorzars	20,38
Dtx. Administració	17,61
TOTAL P Altell	270,7
PLANTA PRIMERA	
Escales	23,63
WC	18,11
Passadís	136,11
Magatzem	26,54
Piscina	391,06
Apartament 1	52,75
Apartament 2	52,59
Apartament 3	49,65
Apartament 4	48,42
Apartament 5	47,51
Apartament 6	47,63
Apartament 7	63,8
TOTAL P1	957,8
PLANTA SEGONA	
Passadís	135,42
Magatzem	6,94
Escales	23,85
Sala de Massatges	20,66
Apartament 1	37,78
Apartament 2	34,17
Apartament 3	35,07
Apartament 4	34,56
Apartament 5	35,35
Apartament 6	46,59
TOTAL P2	410,39
TOTAL ZONA NOVA	4108,59

Taula 4 Superfícies útils Del Mas

3.2 Instal·lacions

3.2.1 Instal·lació elèctrica

Degut a l'emplaçament de l'activitat es tracta d'una instal·lació *semi-aïllada*, és a dir que disposa de fonts d'energia per a autoconsum amb potència suficient com per satisfer tota la demanda de l'edifici però resta connectada a la xarxa per a casos d'emergència, averia o davallades en la producció d'energia. Actualment s'ha tallat la connexió a la xarxa degut als recents canvis en la normativa que fa referència a la generació d'energia elèctrica per a l'autoconsum. A continuació s'explicarà el sistema utilitzat per a la generació d'energia elèctrica.

La font d'energia principal de l'activitat és un molí de vent de 10 KW de potència pic situat al cim del Puig de la Creu, la muntanya que queda just al darrere de l'edifici a una distància d'aproximadament 100m.

Una altra font d'energia amb què compta l'establiment és una bateria de plaques solars fotovoltaïques situades a la mateixa muntanya que el molí de vent però uns metres muntanya avall.

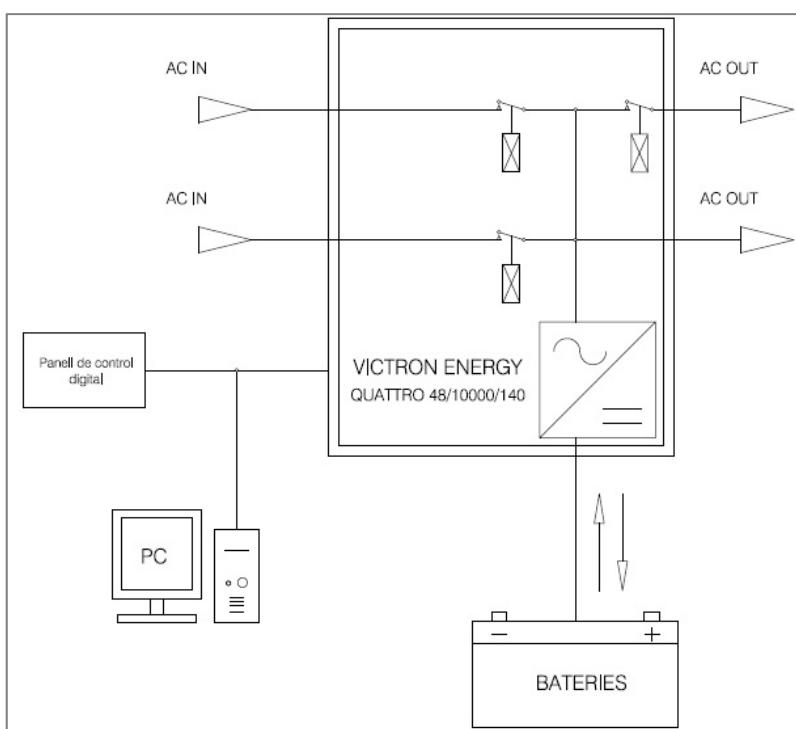


Figura 7 Esquema de funcionament VICTRON ENERGY Quattro

Com s'ha esmentat, la instal·lació restava connectada a la xarxa elèctrica mitjançant un cable provinent d'una granja veïna propietat dels promotors de l'establiment objecte d'aquest projecte. Actualment aquest cable es

troba sense ús a l'espera d'un hipotètic canvi en la

normativa actual. Per cobrir pics de demanda s'ha instal·lat un generador de gasoil.

Mitjançant dues unitats d'un element inversor/carregador model *Quattro 48/10000/140* de la casa VICTRON ENERGY es gestiona el consum instantani i la càrrega de les bateries que serviran de "pulmó" en moments de màxima demanda energètica.

En la figura 7 s'observa el funcionament d'una unitat VICTRON ENERGY Quattro. Aquest aparell consta de dues entrades i dues sortides de corrent alterna connectades a un inversor de doble sentit que s'utilitza per carregar bateries. El Quattro té múltiples opcions de configuració que permeten entre d'altres funcions, establir prioritats a les entrades de corrent alterna fent que només entri en funcionament la secundària en cas que la primària no sigui suficient per satisfer el consum instantani de la sortida i/o el nivell de les bateries sigui massa baix. D'aquesta manera, establint com font d'energia primària el molí de vent i la secundària la xarxa elèctrica, amb una òptima configuració, una font d'energia prou potent i una capacitat suficient de bateries s'aconsegueix gairebé eliminar la dependència de la xarxa elèctrica de la instal·lació interior, raó per la qual s'ha qualificat la instal·lació d'aquesta activitat com *semi-aïllada*. Als plànols s'adjunta un esquema sinòptic del funcionament de la instal·lació elèctrica

3.2.2 Instal·lacions tèrmiques

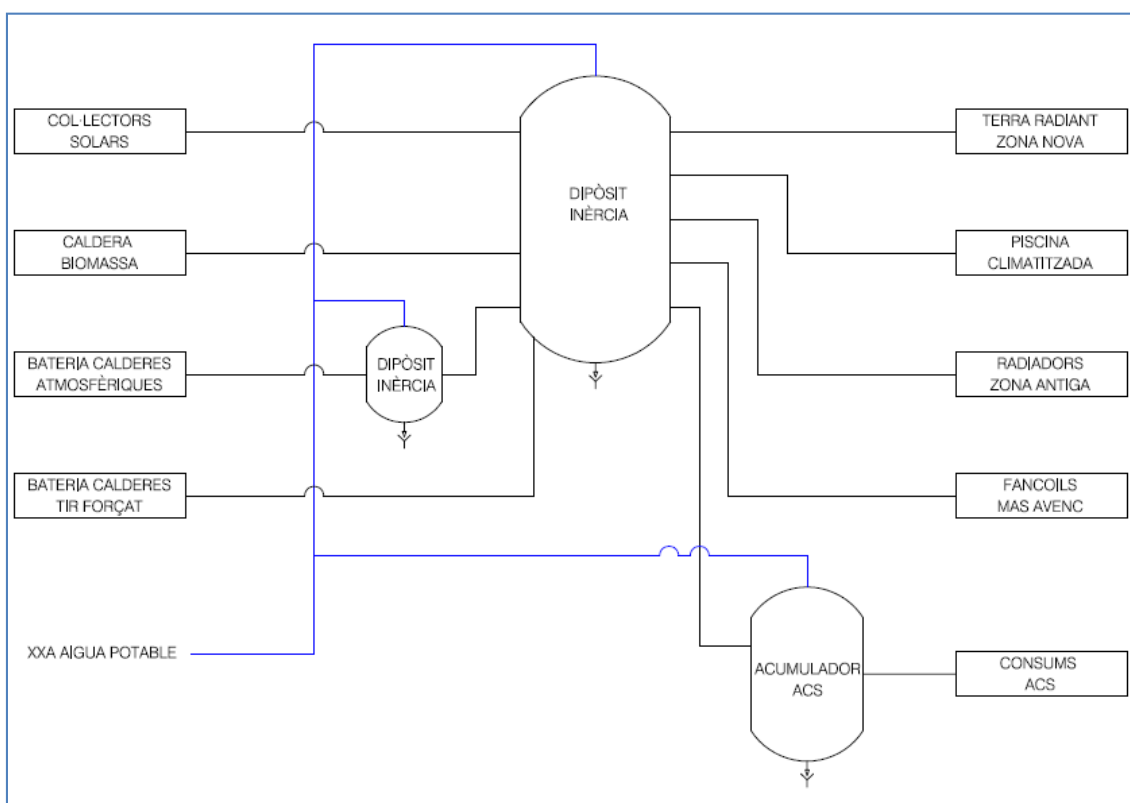


Figura 8 Esquema unifilar de les instal·lacions tèrmiques de l'Avenc de Tavertet

A la instal·lació hi ha quatre tipus d'aportacions d'energia que s'utilitzen per a calefacció i aigua calenta sanitària (ACS). Aquestes fonts d'energia són:

COL·LECTORS SOLARS

Es tracta d'una bateria de 30 plaques tipus tub de buit que conformen una superfície útil de captació de 27 m², és a dir, de 0,9m² de superfície útil cadascú.

S'utilitzen tant per a calefacció com ACS.

Aquesta bateria està situada a la coberta de l'edifici de la piscina climatitzada, a la zona nova. Els col·lectors tenen una orientació molt propera a SUD i una inclinació òptima per tal d'aconseguir el màxim rendiment.

El fluid termòfor que circula per l'interior dels col·lectors disposa d'una barreja comercial d'aigua i propilenglicol almenys del 30%, amb el que es garanteix la protecció dels captadors contra trencament per congelació fins a una temperatura de -15°C, així com contra corrosions i incrustacions, ja que aquesta barreja no es degrada a altes temperatures.

El sistema de control solar assegura el correcte funcionament de la instal·lació, facilitant un bon aprofitament de l'energia solar captada i assegurant l'ús adequat de l'energia auxiliar. Disposa d'una centralita de control per a sistema de captació solar tèrmica, amb sondes de temperatura amb les següents funcions:

- Control de la temperatura del captador solar
- Control i regulació de la temperatura de l'acumulador solar
- Control i regulació de la bomba en funció de la diferència de temperatures entre captador i acumulador

CALDERA DE BIOMASSA

Es tracta de la font d'energia principal de la instal·lació tèrmica que roman encesa de manera continuada els 365 dies de l'any, parant només per averies o tasques de manteniment.



Figura 9 Caldera de biomassa

S'utilitza tant per a calefacció com ACS.

Les característiques de la caldera són les següents:

Caldera de biomassa	
Marca:	TULIMAX
Model:	STK 120
Combustible	Estella
Potència útil màx. Ut.	120 kW
Unitats	1
Volum d'aigua	450 l
Tipus	Atm. tir natural
Rendiment combustió * (%):	92
Material	Xapa d'acer
Pressió màx. servei	Xbar
*Dada aportada pel fabricant tot i que dependrà de la qualitat del combustible emprat.	

Taula 5: Característiques Caldera Biomassa

BATERIA DE CALDERES ATMOSFÈRIQUES



Figura 10 Sala de les calderes atmosfèriques i acumuladors

Es tracta d'una bateria de cinc calderes de suport per al sistema conjunt de calefacció i ACS.

Aquest sistema de calderes està pensat per encendre's a mode de cascada en funció de les necessitats de la instal·lació, per tant, si la demanda és baixa estaran totes les calderes apagades i a mida que es vagi necessitant aportació d'energia s'aniran encenent d'una en una. La prioritat d'encesa de les calderes va variant al llarg del temps per mirar que totes treballin un nombre similar d'hores.

Aquestes calderes escalfen l'aigua d'un circuit primari que, alhora escalfa l'aigua d'un circuit secundari mitjançant un bescanviador de calor integrat dins d'un dipòsit que, juntament amb un altre de la mateixa capacitat emmagatzemen energia en forma d'aigua calenta.

Les necessitats d'aportació d'energia s'avalua mitjançant unes sondes que determinen diferència de temperatura de l'aigua entre la impulsó i el retorn d'aquest circuit secundari.

Les característiques de les calderes són les següents:

BATERIA DE CALDERES ATMOSFÈRIQUES	
Marca:	ROCA
Model:	R 20/20 T
Combustible	Gas Propà
Potència útil màx. Ut.	23,5 kW
Unitats	5
Potència útil total	117,5 kW
Tipus	Atm. tir forçat
Rendiment combustió (%):	90,9
Nº d'homologació	CE 49AR1247
Material	Fosa (5 elements)
Pressió màx. servei	3bar

Taula 6 Característiques calderes atmosfèriques

BATERIA DE CALDERES ESTANQUES

Es tracta d'una bateria de dues calderes estanques que s'utilitzen únicament per a suport del sistema d'aigua calenta sanitària.



Figura 11 Detall de les calderes estanques

De la mateixa manera que la bateria de calderes atmosfèriques, estan instal·lades perquè s'encenguin a mode de cascada segons la demanda instantània de la instal·lació.

Aquestes calderes escalfen aigua d'un circuit primari que actua, mitjançant un bescanviador de calor integrat en l'acumulador de la instal·lació d'ACS.

Les calderes estan situades molt a prop de l'acumulador d'ACS per minimitzar les pèrdues d'energia en canonades.

Les característiques de les calderes són les següents:

BATERIA DE CALDERES ESTANQUES	
Marca:	ROCA
Model:	R 20/20 F
Combustible	Gas Propà
Potència útil màx. Ut.	23,5 kW
Unitats	2
Potència útil total	47 kW
Tipus	Estanca
Rendiment combustió (%):	92,8
Nº d'homologació	CE 49AR1247
Material	Xapa d'acer
Pressió màx. servei	3bar

Taula 7 Característiques calderes estanques



Figura 12 Dipòsit d'Inèrcia 1 i part del circuit primari de la piscina climatitzada

La instal·lació tèrmica del complex compta amb tres dipòsits d'inèrcia o acumuladors que serveixen per emmagatzemar l'energia generada per les calderes i plaques solars en forma d'aigua calenta.

El dipòsit principal és el *Dipòsit d'Inèrcia 1* que, realment està format per dos dipòsits de 2250 litres cadascú fent un total de 4500 litres. Aquest dipòsit rep directament energia provinent dels col·lectors solars, la caldera de biomassa i del *Dipòsit d'Inèrcia 2*, que alhora rep energia de la bateria de calderes atmosfèriques.

La transferència d'energia des dels circuits primaris cap als dipòsits d'inèrcia s'efectua

mitjançant bescanviadors de calor.

Des del *Dipòsit d'Inèrcia 1* s'envia energia cap als emissors tals com radiadors, terra radiant i fan-coils. Mitjançant un altre bescanviador de calor es transfereix energia al circuit tancat d'aigua de la piscina climatitzada.

El circuit d'aigua calenta sanitària que disposa de dipòsit acumulador propi, també rep energia del *Dipòsit d'Inèrcia 1*. Degut a la naturalesa del sistema d'aigua calenta sanitària, aquest necessita una gran potència instantània que, en moments de gran demanda el bescanvi de calor provinent del *Dipòsit d'Inèrcia 1* no pot proporcionar. És per aquesta raó que hi ha instal·lada la bateria de calderes estanques.

El dipòsit acumulador d'ACS és de 750 litres.

A nivell d'elements emissors, a la part nova es disposa fonamentalment d'un Sistema de terra radiant format per tub de PEXa de 16mm amb barrera d'oxigen dissenyat per la casa Schütz. En els plànols s'indica la seva distribució així com els col·lectors amb capçals elèctrics a les vies del col·lector per tal de poder regular la temperatura a cada estança.

Al Mas de l'Avenc, s'utilitzen fan-coils per climatitzar l'edifici.

A la zona de les casetes es disposa de radiadors Roca de fosa i tovallolers.

4 MATERIALS I MÈTODES

L'objectiu principal d'aquest projecte és "avaluar la bondat d'aquests programes tot comparant-ne resultats entre sí i amb els obtinguts mitjançant d'altres eines d'avaluació d'eficiència energètica". L'eina principal usada a l'Estat Espanyol per a certificar edificis de nova construcció és el CALENER. S'ha tingut accés a l'arxiu de certificació energètica de la última ampliació construïda, corresponent a la zona d'apartaments de la part nova i s'ha fet servir de base per a la comparació dels resultats obtinguts amb les eines de la versió simplificada.

Edificis existents:

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

Taula 8 Relació dels programes de certificació energètica acceptats

Per a la comparació dels resultats obtinguts amb els programes CE3 i CE3X entre si, s'han entrat de nou totes les dades corresponents a tot el complex en ambdós

programes. D'aquesta manera, l'anàlisi de resultats es farà per dues vies diferenciades.

El procediment de certificació d'un edifici qualsevol segueix els passos que s'enumeren a continuació: Presa de dades, , Entrada de dades, Qualificació, Qualificació millorada, Anàlisi econòmic, Obtenció del certificat. No obstant, per a realitzar una comparació entre els programes, només s'arribarà fins la part de Qualificació i llavors es farà un anàlisi de sensibilitat tot variant certs paràmetres per veure com afecten en el resultat final.

Per poder dur a terme d'una manera òptima la certificació energètica de l'edifici i amb els programes de la versió simplificada desenvolupats pel Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme cal realitzar una sèrie de tasques i utilitzar metodologies i eines diferents.

Preparació prèvia - Primera fase de treball per la qual només ha calgut un ordinador amb connexió a internet i estris d'escriptura per prendre notes. L'alumne redactor també ha assistit a un curs per aprendre a fer funcionar els programes organitzat pel Col·legi d'Enginyers Industrials de Girona i a diverses xerrades promogudes per l'Institut Català de l'Energia (ICAEN). Els treballs realitzats han sigut:

- Anàlisi del marc normatiu
- Coneixement previ dels programes de càlcul i realització d'exercicis d'exemple
- Organització d'idees i preparació de plantilles per la presa de dades

Presa de dades - Recopilació d'informació, tant de documentació relacionada amb la construcció de l'edifici i les seves instal·lacions, com fruit del treball de camp. Pràcticament tota la documentació consultada ha sigut en format digital, per la qual cosa només ha calgut un ordinador amb connexió a Internet i estris d'escriptura. Per poder recollir la informació necessària de les visites a l'edifici ha calgut: Mitjà de transport, estris d'escriptura, estris de mesura i càmera fotogràfica. A l'annex fotogràfic s'hi pot veure les fotografies més rellevants fetes durant les visites,

Tractament de dades - Interpretació, triatge i ordenació de les dades preses de manera que puguin ser entrades als programes informàtics. Aquesta ha estat la fase més laboriosa del projecte degut a la gran quantitat d'informació necessària per poder realitzar la certificació d'un edifici de les característiques de l'Avenc de Tavertet i de les limitacions i requeriments en quant a forma de les diferents eines informàtiques que sovint han requerit càlculs intermedis i interpretacions diferents per a cada programa. Han calgut eines d'escriptura i calculadora.

Introducció de dades - Entrada de les dades ja tractades als programes informàtics. Val a dir que ha estat una tasca força ferragosa, sovint degut a la poca robustesa d'algun programa que ha derivat en múltiples reinicis i pèrdua de la feina feta.

Les eines necessàries han sigut: Ordinador amb connexió a Internet i les aplicacions de certificació energètica, fulls de càlcul, tractament de textos i visualització d'imatges instal·lades i eines d'escriptura.

Obtenció i interpretació de resultats - Anàlisi dels resultats per entendre les diferències obtingudes pels diferents programes. Ha calgut estudiar els fonaments de càlcul utilitzats pels diferents programes per treure conclusions. Les eines utilitzades han sigut les mateixes que en l'apartat anterior: Ordinador i eines d'escriptura.

Redacció del projecte - Un cop acabades la resta de les tasques s'han escrit aquestes línies per tal de descriure la feina feta i presentar les conclusions a les que ha arribat l'autor.

5 PRESENTACIÓ I INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

5.1 Nova ampliació. Apartaments zona nova

5.1.1 Estat actual

A continuació es presenta un quadre resum comparatiu amb els resultats obtinguts pels diferents programes després de l'entrada inicial de dades.

CLASSIFICACIÓ		CALENER	CE3X	CE3	CALENER	CALENER	CE3 vs
		A	B	B	vs CE3X	vs CE3	CE3X
Emissions Totals	[Kg CO2/m2·any]	39,70	59,57	53,62	66,64%	74,04%	90,01%
Emissions Calefacció	[Kg CO2/m2·any]	15,20	22,45	22,12	67,71%	68,72%	98,53%
Emissions ACS	[Kg CO2/m2·any]	8,40	17,59	16,70	47,75%	50,30%	94,94%
Emissions Refrigeració	[Kg CO2/m2·any]	0,00	1,46	0,00	0,00%	INF	0,00%
Emissions Il·luminació	[Kg CO2/m2·any]	16,10	18,10	14,80	88,95%	108,78%	81,77%
Demanda Calefacció	[kWh/m2·any]	60,10	76,20	78,95	78,87%	76,12%	103,61%
Demanda Refrigeració	[kWh/m2·any]	2,30	3,83	2,00	60,05%	115,00%	52,22%
Consum Total	[kWh/m2·any]	159,50	255,75	231,32	62,37%	68,95%	90,45%
Consum Calefacció	[kWh/m2·any]	67,30	99,39	97,92	67,71%	68,73%	98,52%
Consum ACS	[kWh/m2·any]	37,30	77,87	73,90	47,90%	50,47%	94,90%
Consum Refrigeració	[kWh/m2·any]	0,00	5,88	0,00	0,00%	INF	0,00%
Consum Il·luminació	[kWh/m2·any]	54,90	59,50	72,61	92,27%	75,61%	122,03%
MITJANA COINCIDÈNCIA					66,36%	77,34%	88,69%

Taula 9 Taula comparativa amb els resultats obtinguts per la certificació de la última ampliació

Cal entendre que els resultats provinents del CALENER haurien de ser els que més s'ajustin a la realitat i les versions simplificades, aproximacions a la baixa d'aquests resultats. Aquest fet es compleix, doncs pel que fa al nivell de qualificació general, les versions simplificades només perden una lletra respecte del resultat obtingut pel programa de referència. Aquest fet, també concorda amb altres estudis similars realitzats pel mateix Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme, dels quals es desprèn que només aproximadament en la meitat dels casos s'obté la mateixa lletra fent servir el programa de referència i els de la versió simplificada. En aproximadament l'altra meitat dels casos estudiats, les certificacions fetes amb els programes de la versió simplificada perdien una o dues lletres.

Pel que fa a emissions, s'observa que tant el CALENER com el CE3 donen valor nul a les Emissions generades per Refrigeració però el CE3X dona un valor diferent de zero. Aquest cas és molt característic d'aquest programa doncs, per defecte, si no se li entra

cap equip de refrigeració en suposa un que a més, és d'unes característiques energèticament força desfavorables.

En quant a demandes energètiques, en la de calefacció, els resultats obtinguts amb el CE3 com amb el CE3X són superiors als que s'obtenen amb el CALENER i molt semblants entre sí, fet que concorda també amb una aproximació a la baixa de les condicions de l'edifici. Ara bé, s'observa que la demanda de refrigeració resultant del programa CE3 és inferior a la calculada pel CALENER. Aquest resultat no és el que es podria esperar, no obstant, pot ser degut a que, com que es tracta d'un nivell de demanda molt baix, un petit canvi en valor en les dades entrades, valors intermedis utilitzats pel programa de la versió simplificada alhora de desnormalitzar els índexs o durant les interpolacions sobre valors de les bases de dades, hagi provocat una petita variació en valor absolut que, en proporció esdevé important.

Pel que fa a consum d'energia primària total, els valors obtinguts amb el CE3 i el CE3X són molt similars però força superiors als obtinguts amb el CALENER. Cal fixar-se que, sobre tot als consums per calefacció i ACS és on hi ha aquesta diferència. No obstant els valors que s'obtenen amb els programes de la versió simplificada són molt propers. Pel cas del consum d'energia per refrigeració es pot aplicar el mateix raonament que s'ha esgrimit per les emissions.

Pel que fa a la il·luminació, tant en l'apartat de les emissions com en el del consum d'energia primària, s'observa un canvi de tendència dels resultats obtinguts pel programa CE3 que probablement sigui degut a l'escassa informació demandada pel programa de la versió simplificada per simular aquest apartat.

Tenint en compte el grau de coincidència mitjà, en aquest cas s'observa que el CE3 obté uns resultats més propers a la referència del CALENER. Pel càlcul de la mitjana dels tants per cents no s'han tingut en compte els valors d'emissions i consum d'energia primària corresponents a la refrigeració.

5.2 Edifici sencer

5.2.1 Estat actual

CLASSIFICACIÓ		CE3X		CE3		CE3 vs CE3X
		A		A		
Emissions Totals	[Kg CO2/m2·any]	54,73	A	63,13	A	86,69%
Emissions Calefacció	[Kg CO2/m2·any]	29,27	C	17,61	A	166,21%

Emissions ACS	[Kg CO2/m2·any]	8,69	A	15,43	A	56,31%
Emissions Refrigeració	[Kg CO2/m2·any]	1,17	B	0,00	-	INF
Emissions Il·luminació	[Kg CO2/m2·any]	26,90	A	30,09	C	89,40%
Demanda Calefacció	[kWh/m2·any]	139,34	G	213,08	D	65,39%
Demanda Refrigeració	[kWh/m2·any]	2,53	A	3,65	A	69,32%
Consum Total	[kWh/m2·any]	428,20	B	769,46	C	61,21%
Consum Calefacció	[kWh/m2·any]	243,28	E	277,28	D	87,74%
Consum ACS	[kWh/m2·any]	72,22	B	371,18	A	19,45%
Consum Refrigeració	[kWh/m2·any]	4,69	A	0,00	-	INF
Consum Il·luminació	[kWh/m2·any]	108,33	A	121,00	C	89,53%
MITJANA COINCIDÈNCIA						78,73%

Taula 10 Resultats de la qualificació energètica de l'Avenc de Tavertet

Tal i com s'esperava, la qualificació obtinguda amb tots dos programes és la mateixa, no obstant s'observen certes diferències en els resultats que es detallen a continuació.

Pel que fa a emissions, tot i que el valor de les emissions totals és molt similar, s'observa una substancial diferència pel que fa als resultats obtinguts per ambdós programes en relació a les emissions per calefacció i ACS. Aquest resultat pot sorprendre si es té en compte que s'utilitza un sistema mixt de calefacció i aigua calenta sanitària, és a dir, que el mateix grup de calderes s'utilitza per ambdós propòsits i seria d'esperar que, al menys la proporció entre els valors obtinguts per calefacció i ACS en els dos programes fos similar i no és així. Per altra banda, si s'avalua la relació que hi ha entre la suma dels valors obtinguts per calefacció i ACS en ambdós programes la diferència és molt més lògica, tal com:

Emissions Calefacció	[Kg CO2/m2·any]	29,27	17,61	166,21%
Emissions ACS	[Kg CO2/m2·any]	8,69	15,43	56,31%
Emissions Cal+ACS	[Kg CO2/m2·any]	38,39	33,04	116,19%

Taula 11 comparació de resultats parcials

Pel que fa a la demanda energètica, s'observa un augment substancial de la demanda energètica calculada segons el CE3, respecte el CE3X. Per la demanda energètica per refrigeració, s'observa també una diferència substancial entre ambdós programes en proporció tot i que en valor absolut no és gaire important.

Ara bé, la diferència més gran en els resultats d'ambdós programes es troba en l'apartat del consum d'energia primària, i sobretot en el consum relacionat amb la producció d'ACS, que fa que el consum d'energia primària total aportat pel CE3 pràcticament dobli el que indica el CE3X.

Segons s'explica en l'annex A, el procés de càlcul dels programes de la versió simplificada consisteix primer de tot, en una parametrització d'una sèrie de dades entrades pel tècnic certificador i una comparació d'aquests paràmetres amb una gran quantitat de dades parametritzades provinents de múltiples simulacions fetes amb el programa CALENER VyP, de les quals se'n coneixen els resultats. Els programes de la versió simplificada interpolen els valors de les dades parametritzades amb els resultats de les simulacions per obtenir els resultats finals que, altra vegada comparant amb un edifici tipus segons ús, morfologia i situació geogràfica s'obté la qualificació.

Si hom es fixa en la qualificació parcial que cada programa dona als diferents conceptes, se n'adona que no hi ha coincidència i per tant, assumint que les dades entrades en cada programa s'han extret de les mateixes fonts d'informació i que no s'han comès errors en el procés, només es pot explicar aquest resultat segons dos possibilitats:

1º Que la base de dades de simulacions d'edificis tipus utilitzada per cadascun dels programes no sigui la mateixa, llavors els resultats de les comparacions amb un o altre programa donaran resultats diferents.

2º Que les dades que demana cada programa per a definir l'edifici objecte, que tot i que en la majoria de casos són les mateixes hi ha apartats en que són diferents i d'altres apartats en es podria dir que són equivalents, facin que els valors parametritzats que defineixen l'edifici objecte variïn si es defineixen amb un o altre software.

El més probable, i així s'explica en diferents estudis comparatius existents entre els programes de la versió simplificada, és que la raó d'aquestes diferències ragui en una combinació de les dues possibilitats enumerades i que la diferència entre els resultats obtinguts variï d'una manera més significativa com més complex sigui l'escenari.

Tal i com s'ha explicat en l'apartat 5.1.1, les diferències existents en els apartats relatius a emissions i consum per refrigeració son degudes a característiques de funcionament pròpies dels CE3X.

S'observa un 78,3% de coincidència entre els valors obtinguts en ambdues aplicacions. Pel càlcul de la mitjana dels tants per cents no s'han tingut en compte els valors d'emissions i consum d'energia primària corresponents a la refrigeració.

Noti's que el grau de coincidència obtingut per l'edifici sencer (78,3%) és sensiblement menor que l'obtingut per l'ampliació. Aquest fet s'adiu amb el que apunten diversos estudis que conclouen que el grau d'exactitud dels resultats obtinguts amb els programes de la versió simplificada és inversament proporcional a la complexitat de l'edifici a qualificar. És a dir, que com més complex sigui el cas d'estudi, més s'allunyan els resultats obtinguts amb les versions simplifiades dels que s'obtindrien amb el CALENER.

5.2.2 Anàlisi de sensibilitat

En aquest apartat es proposen una sèrie de canvis en certs paràmetres dels programes de certificació per observar com afecten aquests canvis en els resultats i el nivell de certificació.

S'ha procurat que els canvis proposats per aquest anàlisi siguin més o menys factibles d'implementar. Ara bé, degut al nivell de certificació inicial obtingut, no es preveuen canvis significatius.

Per tots els canvis proposats es presentarà una taula amb el resultat a nivell d'emissions obtinguts, la qualificació resultant després del canvi i la variació respecte dels valors inicials en tant per cent per a demandes energètiques i emissions.

CAS n°1: Canvi de la bateria de calderes atmosfèriques existents per una caldera de biomassa de la mateixa potència i un rendiment de combustió igual a l'existent $\eta=0,89$

		CE3X		CE3	
		A		A	
Emissions Calefacció	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	11,85	59,5%	15,61	11,4%
Emissions ACS	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	3,52	59,5%	14,21	7,9%
Emissions Refrigeració	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	1,17	0,0%	0,00	0,0%
Emissions Il·luminació	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	26,90	0,0%	30,09	0,0%
Emissions Totals	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	31,58	42,3%	57,08	9,6%
Demanda Calefacció	[kWh/m ² ·any]	139,34	0,0%	213,08	0,0%
Demanda Refrigeració	[kWh/m ² ·any]	2,53	0,0%	3,65	0,0%

Taula 12 Resultats CAS n°1

S'ha proposat aquest canvi perquè durant una visita per prendre a l'establiment, l'amo del negoci va comentar que la seva intenció era realitzar aquest canvi tard o d'hora. Les raons que esgrimia per no haver-lo fet a hores d'ara eren de tipus econòmic.

Bé doncs, s'observa que el CE3X, en aquest cas valora més positivament el canvi d'una manera molt clara. Com era d'esperar, ni la demanda energètica ni les emissions per il·luminació no varien. Com que no s'ha inclòs cap sistema de refrigeració, els valors d'emissions no presenten canvis.

CAS n°2: Canvi de la caldera de biomassa existent per una caldera de gasoil nova, amb un rendiment de combustió igual a les calderes de gas propà existents $\eta=0,91$

		CE3X		CE3	
		D		C	
Emissions Calefacció	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	57,49	-96,4%	18,30	-3,9%
Emissions ACS	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	17,07	-96,4%	25,71	-66,6%
Emissions Refrigeració	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	1,17	0,0%	0,00	0,0%
Emissions Il·luminació	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	26,90	0,0%	30,09	0,0%
Emissions Totals	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	97,70	-68,6%	92,93	-47,2%
Demanda Calefacció	[kWh/m ² ·any]	139,34	0,0%	213,08	0,0%
Demanda Refrigeració	[kWh/m ² ·any]	2,53	0,0%	3,65	0,0%

Taula 13 Resultats CAS n°2

S'ha cregut convenient proposar aquest canvi per la possibilitat d'una avaria sobtada i greu en la caldera principal de biomassa que obligui a substituir-la per una de nova. S'ha pensat en el gasoil com a combustible degut a que a la finca es disposa de maquinària agrícola.

Novament el CE3X penalitza d'una manera més severa les emissions dels sistemes de generació d'energia. És curiosa la resposta del CE3 que, no només és menys estricta sinó que és substancialment diferent el guany d'emissions atorgables a la calefacció i les atorgables a l'aigua calenta sanitària degut a que es compta amb un sistema mixt de generació d'ACS i calefacció.

Com era d'esperar, les demandes energètiques no varien. Tampoc ho fan les emissions per il·luminació ni per refrigeració per raons anàlogues al cas n°1

CAS n°3: Addició d'aïllament tèrmic a les façanes de la zona vella amb un nivell de transmitància tèrmica $U=0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$.

		ce3x		ce3	
		A		A	
Emissions Calefacció	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	27,31	6,7%	15,33	13,0%
Emissions ACS	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	8,69	0,0%	12,99	15,8%
Emissions Refrigeració	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	1,17	0,0%	0,00	0,0%
Emissions Il·luminació	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	26,90	0,0%	30,09	0,0%
Emissions Totals	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	52,76	3,6%	53,65	15,0%
Demanda Calefacció	[kWh/m ² ·any]	124,01	11,0%	184,85	13,25%
Demanda Refrigeració	[kWh/m ² ·any]	2,53	0,0%	3,65	0,0%

Taula 14 Resultats CAS n°3

Tal i com es pot veure en els annex B i C, les façanes de la zona vella de l'Avenc són murs de pedra de 50cm de gruix sense aïllament tèrmic. El valor de transmitància tèrmica d'aquest tancament supera d'una manera clara els límits normatius.

Tot i que el cost d'una hipotètica implementació d'aquesta proposta tindria un cost notable i sobretot en l'edifici del Mas podria malmetre patrimoni històrica, s'ha cregut interessant tenir-la en compte per veure'n els resultats.

S'observa una davallada de la demanda energètica per calefacció superior al 10% que, com és lògic afecta al nivell d'emissions mitjà degut a que per escalfar les dependències cal menys energia.

Ara bé, caldria valorar des d'un punt de vista econòmic la bondat d'aquesta situació. Això però no es tractarà en aquest projecte.

CAS n°4 Eliminar el sistema de climatització de la piscina.

		ce3x		ce3	
		A		A	
Emissions Calefacció	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	29,27	0,0%	17,61	0,0%
Emissions ACS	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	2,76	68,3%	27,47	78,0%
Emissions Refrigeració	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	1,17	0,0%	0,00	0,0%
Emissions Il·luminació	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	26,90	0,0%	30,09	0,0%
Emissions Totals	[Kg CO ₂ /m ² ·any]	48,22	11,9%	80,98	28,3%
Demanda Calefacció	[kWh/m ² ·any]	139,34	0,0%	213,08	0,0%
Demanda Refrigeració	[kWh/m ² ·any]	2,53	0,0%	3,65	0,0%

Taula 15 Resultats CAS n°4

Aquest cas s'ha escollit per dues raons fonamentals. Per una banda pot tractar-se d'una mesura d'estalvi energètic força important que afectaria al nivell d'emissions de

l'edifici d'una manera clara. Per l'altra banda, com s'explica en els annexes B i C cap dels dos programes de certificació de la versió simplificada permeten entrar dades referents a una piscina climatitzada. Per reproduir aquest efecte s'ha optat per afegir una càrrega extra de demanda d'ACS contínua que suposi una demanda energètica equivalent al sistema. Tot i que s'ha cregut que aquesta és la millor manera de simular la presència d'una piscina climatitzada en un edifici terciari, no deixa de ser una solució poc elegant. És per això que s'ha decidit recalculat sense aquesta aportació extra i veure'n els resultats.

Com era d'esperar, la variació de les emissions per ACS del sistema han baixat considerablement i la resta de paràmetres han restat invariables.

Val a dir que en l'edifici objecte, durant les èpoques més caloroses de l'any la piscina serveix per dissipar l'energia tèrmica sobrant provinent de les plaques solars tèrmiques existents i la caldera de biomassa, que no para mai.

CAS n°5: Canvi de tot el sistema d'enllumenat per sistema LED de baixa eficiència.

		ce3x		ce3	
		B		A	
Emissions Calefacció	[Kg CO ₂ /m ² .any]	25,38	13,3%	17,61	0,0%
Emissions ACS	[Kg CO ₂ /m ² .any]	8,69	0,0%	15,43	0,0%
Emissions Refrigeració	[Kg CO ₂ /m ² .any]	1,20	-2,6%	0,00	0,0%
Emissions Il·luminació	[Kg CO ₂ /m ² .any]	53,80	-100,0%	60,16	-99,9%
Emissions Totals	[Kg CO ₂ /m ² .any]	76,24	-39,3%	84,56	-34,0%
Demanda Calefacció	[kWh/m ² .any]	108,82	21,9%	169,82	20,3%
Demanda Refrigeració	[kWh/m ² .any]	2,62	-3,6%	3,69	-1,2%

Taula 16 Resultats CAS n°5

En quant al sistema d'il·luminació de l'edifici, agafant com a referència el que es proposa al programa CE3X (vegi's annexes B i C), inicialment s'ha escollit com a sistema d'il·luminació general el tipus "Fluorescència compacta" amb un valor estimat per defecte de 60 lm/W i un nivell mitjà il·luminació de 250 lux.

En aquest cas es proposa el canvi de sistema d'il·luminació per un sistema LED al que el programa atorga un valor estimat per defecte de 30 lm/W.

Noti's que per aconseguir un mateix nivell d'il·luminació, amb aquest nou sistema caldrà el doble de potència i per tant, el doble de consum, que alhora deriva en el doble d'emissions.

És un resultat que pot sorprendre inicialment doncs sovint es diu que el sistema LED és molt més eficient que altres sistemes convencionals i en aquest cas s'observa que no és sempre així. Tot depèn de l'eficiència del sistema existent i del tipus de LED a instal·lar.

6 RESUM DEL PRESSUPOST

RESUM DEL PRESSUPOST D'EXECUCIÓ DEL PROJECTE	
EQUIPS	
Cost dels equips	1.049
FEINA	
Cost de la feina	1350
COST TOTAL	2.399

7 CONCLUSIONS

Durant els treballs relacionats amb la redacció del projecte, l'alumne redactor ha tingut la oportunitat d'indagar i aprofundir en temes relacionats amb l'eficiència energètica, el desenvolupament sostenible i sobre tot la manera com aquests conceptes van entrant a la societat actual. S'ha aprofundit en part de la normativa existent al respecte i s'han conegut algunes les eines que existeixen per portar-la a la pràctica.

Pel que fa a les eines de certificació energètica CE3 i CE3X, objecte principal d'aquest projecte, s'ha esbrinat que no es tracta de programes de càlcul ni simulació de casos reals, sinó que es tracta d'unes bases de dades de simulacions de casos reals fetes amb el programa de simulació d'edificis per a l'obtenció de paràmetres d'eficiència energètica CALENER VyP.

A partir d'una sèrie de dades de l'edifici objecte de la certificació energètica, els programes CE3 i CE3X comparen l'edifici objecte amb els de les seves bases de dades per així trobar valors resultants per l'edifici interpolats a partir dels casos coneguts.

S'ha observat que és possible i molt probable obtenir diferents resultats per a un mateix edifici segons es faci servir una o altra eina de certificació i que la bondat d'aquests resultats anirà en funció del que s'assemblin als obtinguts amb el programa CALENER.

Les diferències entre els dos programes de la versió simplificada són notables, tant en resultats obtinguts com a nivell de funcionalitat.

Si bé no s'ha pogut extreure una conclusió clara de quin dels dos programes de la versió simplificada dóna millors resultats, si que és possible decantar-se d'una forma prou clara a favor del programa de funcionament més àgil i estable. I aquest programa és sense cap dubte el CE3X.

Tot seguit s'enumeraran els punts forts i febles de cada aplicació segons l'experiència extreta:

CE3	
PROS	CONTRES
Possibilitat d'entrar la morfologia de l'edifici de diferents maneres tot i que	Programa poc estable. Cal guardar sovint si no es vol perdre informació.

sovint tinguin poc sentit. Per exemple, importació de dades des d'un arxiu CALENER	
Sistema d'entrada de dades referents a instal·lacions molt complet en la versió d'edificis grans terciaris tot i que no es pot entrar una piscina climatitzada.	L'arxiu resultant de la certificació genera molts altres arxius i carpetes que dificulten passar informació a un altre ordinador per seguir treballant en un mateix projecte
Al menys en el cas d'estudi, s'ha observat una millor aproximació als valors obtinguts amb el programa de referència	Temps de càlcul molt elevats
El programa pressuposa que la demanda energètica es cobreix sempre amb les instal·lacions entrades i no fa suposicions	Molt poca tolerància a nombrar elements
	Interfície d'usuari poc polida
	En les versions diferents a edificis grans terciaris, no es l'entrada de dades d'instal·lacions són molt bàsiques
	S'ha observat algun valor no gaire lògic alhora d'entrar la caldera de gasoil

Taula 17 Quadre comparatiu sobre CE3

CE3X	
PROS	CONTRES
Interfície d'usuari simple, neta i entenedora	En el cas d'estudi s'ha observat que els resultats obtinguts amb aquest programa són sensiblement pitjors que els que s'obtenen amb el CE3.
Temps de càlcul relativament curts	Si l'usuari no entra instal·lacions de refrigeració, per poder satisfer-ne la demanda el programa introdueix un sistema de refrigeració per defecte amb uns rendiments molt baixos que poden alterar els resultats finals.
Programa estable, no s'ha penjat cap	S'ha observat alguns valors poc lògics en

vegada i avisa si hi ha alguna dada incoherent.	les emissions i consum d'ACS per a l'edifici sencer.
El programa genera un arxiu fàcilment transportable i modificable des d'un altre ordinador	Alguns valors per defecte suposats pel programa no concorden gaire amb la realitat o són excessivament conservadors. Per exemple, el valor d'eficiència que el programa atorga al sistema d'il·luminació tipus LED és anormalment baix
Possibilitats de definició de ponts tèrmics interessants	
Possibilitats d'entrada d'instal·lacions generalment més complertes tot i que tampoc ha estat possible entrar la piscina climatitzada	

Taula 18 Quadre comparatiu sobre CE3X

En definitiva, després dels treballs realitzats en relació als programes de certificació energètica es constata que es tracta de programes que, per comparació, fan una aproximació, sempre a la baixa, dels resultats obtinguts per altres mètodes de càlcul més exactes però que poden resultar útils donades les característiques d'un envellit parc edificatori espanyol i d'unes normatives europees relacionades amb l'eficiència energètica cada cop més exigents.

8 RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOCUMENT 1: MEMÒRIA

ANNEXOS A LA MEMÒRIA

- ANNEX A: Consideracions Inicials dels programes de càlcul
- ANNEX B: Resum del procediment de simulació amb el programa CE3X
- ANNEX C: Resum del procediment de simulació amb el programa CE3
- ANNEX D: Resultats.

DOCUMENT 2: PLÀNOLS

DOCUMENT 3: PRESSUPOST

9 BIBLIOGRAFIA

- IDAE. COMPARACIÓN DE RESULTADOS FRENTE A PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA. CALENER - CE3. 2013
- IDAE. COMPARACIÓN DE RESULTADOS FRENTE A PROCEDIMIENTO DE REFERENCIA. CALENER - CEX. 2013
- IDAE. ESCALA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA PARA EDIFICIOS EXISTENTES. 2011
- IDAE. MANUAL DE FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3. 2012
- IDAE. MANUAL DE FUNDAMENTOS TÉCNICOS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3X. 2012
- IDAE. MANUAL DE USUARIO DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3X. 2012
- IDAE. MANUAL DE USUARIO DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3. 2012
- IDAE. DOCUMENTO COMPLEMENTARIO A LOS MANUALES DE CE3. 2013
- IDAE. GUIA DE RECOMENDACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA; CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3. 2012
- IDAE. GUIA DE RECOMENDACIONES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA; CERTIFICACIÓN DE EDIFICIOS EXISTENTES CE3X. 2012
- DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO. (<http://www.certificacion-energetica.net>, 12 de desembre de 2013)
- CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ DOCUMENT BÀSIC HE. (www.codigotecnico.org, consulta contínua)

Malgrat de Mar, 20 de Gener de 2014

Arnau Estol i Carpena