

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

Diagnosi i innovació en els processos de producció i gestió energètica en equipaments turístics de les Illes Balears



Autor : Andreu Moià Pol

Diagnosi i innovació en els processos de producció i gestió energètica en equipaments turístics de les Illes Balears



Doctorand: Andreu Moià Pol

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



Directors: Carles Riba Romeva i Víctor Martínez Moll

Programa de Doctorat:

Projectes de Innovació Tecnològica en Enginyeria de Producte i Procés

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

Departament de Projectes d'Enginyeria

Data: octubre 2011

Tesi presentada per obtenir el títol de Doctor per la Universitat Politècnica de Catalunya

Erratum

RESUM

Paraules clau: Auditories Energètiques, Eficiència Energètica, Us Racional de l'Energia, Anàlisi del cicle de vida, Equipaments hotelers, Edificis Hotelers, Edificis de Balanç Zero d'Emissions, Energies Renovables, Energia Solar, Biomassa, cogeneració.

La tesi analitza els establiments turístics i vol proposar millores en els processos de producció i gestió energètica dels equipaments turístics. En els darrers anys s'han produït canvis sociambientals, econòmics i legislatius que han provocat un canvi en els edificis, fent que s'estableixin noves estratègies i dissenys en els processos i sistemes de producció energètica.

El sector turístic té més de 50 anys d'implantació a les Illes Balears, ja ha arribat a un grau de maduresa suficient per poder ser analitzat i reflexionar sobre el seu futur en l'ús de l'energia. És per aquesta raó que trobar un criteri de tipologies d'hotels i propostes d'innovació en el disseny, la gestió i producció de l'energia pot resultar una eina que serveixi de suport tant als dissenyadors en l'etapa inicial, per a tal de seleccionar l'arquitectura que redueixi els impactes ambientals, com també serveixi a l'administració pública, als usuaris i gestors a l'hora de prendre decisions.

ABSTRACT

Keywords: Energy Audits, Energy Efficiency, Rational Use of Energy, Life cycle assessment, Hotel buildings, Net Zero Emissions Buildings, Renewable Energy, Solar Energy, Biomass, cogeneration (CHP).

This PhD analyzes the touristic facilities and proposes improvements in the energy process production and management of hotels. During the last years there have been changes related to social, economic, legislation and environment aspects that have produced a change in building designs and the process and energy systems.

The tourist sector has more than 50 years in the Balearic Island's and has reached a level of maturity than allows for analysis and rethinking on energy production schemes. For this reason it's important to find a criterion of typologies of hotels and innovate in the design, management and production of energy. This can result a tool to be used to designers in the initial phase, for choose the architecture than reduce more the environment impacts, and be used to the public administration, users and managers for taking correct decisions.

PRÒLEG.

La raó de redactar aquesta Tesi neix a la vegada amb el grup d'Enginyeria de l'Edificació, Gestió i Eficiència Energètica" (EGEE) de l'Àrea d'Enginyeria Mecànica de la UIB. Tot i que l'interès pel tema prové de l'experiència personal que va tenir el doctorant en el disseny de les instal·lacions d'hotels en l'empresa dirigida per Jeroni Cabot, Cabot Consulting, una de les consultores amb més experiència de les Illes Balears en el disseny d'instal·lacions en hotels. També es fonamenta en els treballs iniciats l'any 2002 a través de la col·laboració amb la Direcció General d'Energia i la Universitat de les Illes Balears que van derivar en un Conveni de Col·laboració sobre "Actuacions de Recerca i Foment de l'Estalvi, l'Eficiència Energètica i la implantació d'Energies Renovables a les Illes Balears" i altres convenis de l'IDAE i estudis específics.

L'elecció del tema ve motivada per una banda la necessitat de sintetitzar tota la informació existent a la Direcció General d'Energia en les nombroses auditories energètiques realitzades i per l'altra establir uns criteris bàsics de disseny dels models existents d'instal·lacions de producció i gestió energètica en equipaments turístics a partir de la qual se pugi establir una eina que serveixi per a la innovació i optimització de la gestió energètica als equipaments turístics, que inclogui les principals prescripcions normatives.

AGRAIMENTS

Voldria agrair a en Jeroni Cabot la seva ajuda en els primers anys de treball, les seves idees i els seus consells, a en Carles Riba i en Víctor Martínez pel seu suport i encoratjament en la realització de la Tesi. També a la Direcció General d'Energia, tant els tècnics com polítics que han passat per allà i m'han ajudat i donat suport en l'obtenció de dades els darrers anys. A la meua Família, pels tots els anys d'amor i suport i especialment a la meua dona i al meu fill.

SUMARI

1	Introducció	1
1.1	Antecedents	1
1.2	Justificació.....	1
1.3	Hipòtesi i Objectiu	3
1.3.1	Preguntes de la investigació	3
1.3.2	Hipòtesi de Treball i Objectiu	3
1.3.3	Abast.....	4
1.3.4	Metodologia	4
1.3.5	Processos de gestió i producció energètica en equipaments turístics actuals. PGPEET	5
1.3.5.1	Tipologies de processos de gestió i producció energètica en equipaments turístics.....	6
1.3.5.2	Caracterització del consum energètic en funció de la climatologia, ocupació i serveis.....	6
1.3.5.3	Fonts d'Energia	6
1.3.5.4	Nous sistemes de producció d'energia. Energies Alternatives.	7
1.3.5.5	Estalvi Energètic.....	8
1.3.6	Anàlisi d'incidència amb l'entorn. Confrontació de la mostra de processos amb les tipologies d'equipaments Turístics. CET	9
1.3.7	Model Energètic d'Equipaments Turístics. MEET.	9
1.3.8	Comprovació de la validesa del model. C-MEET	9
1.3.9	Innovació en els Processos Energètics d'Equipaments Turístics.	9
1.3.10	Innovació en el MEET.	9
1.3.11	Confrontació del model elaborat amb dissenyadors de productes en actiu	10
1.3.12	Resultats Esperats i Limitacions.	10
2.	Usos de l'energia en hotels: estat de l'art.....	12
2.1.1	Dades d'auditories al continent americà. Carib.....	13
2.1.1.1	Consum físic d'energètic /habitació ocupada. kWh/HDO	13
2.1.2	Variables que influeixen en el consum d'Energia elèctrica dels Hotels	15
2.1.2.1	Conclusions en Hotels del Carib-Cuba.	16
2.1.3	Auditories energètiques a Grècia.....	17
2.1.4	Resultats per d'auditories energètiques a Barcelona	19
2.1.5	Resultats per d'auditories energètiques a la Comunitat Valenciana	20
2.1.6	Resultats del sector Hotelier Andalús.	21
2.1.7	Altres estudis.....	22
2.2	Anàlisi de les tipologies i legislació d'equipaments turístics	23
2.3	Usos de l'energia en hotels	30
3.	Anàlisi d'auditories energètiques en hotels de Balears	46
4.	Propostes d'innovació en la producció i gestió energètica en equipaments turístics	67
4.1	Formació, Gestió, Manteniment Preventiu i Operació d'equips.....	72
4.1.1	Ús racional de l'energia.....	72
4.1.2	Manteniment preventiu.....	73

4.1.3	Millora de les consignes de temperatura.....	73
4.1.4	Millora del disseny, flux i control de la xarxes de recirculació	79
4.1.4.1	Control per canvi de rodet.....	79
4.1.4.2	Sistemes de bombeig.....	83
4.2	Substitució d'equips de més eficiència.....	86
4.2.1	Substitució d'aparells d'enllumenat	86
4.2.2	Control en equips.....	92
4.2.3	Línies, transformadors i motors elèctrics eficients.....	94
4.2.3.1	Xarxes elèctriques.....	94
4.2.3.2	Transformadors elèctrics.....	95
4.2.3.3	Motors elèctrics.....	96
4.3	Substitució de fonts d'energia	97
4.3.1	Fonts d'energia no renovables o fòssils	97
4.3.1.1	Canvi de Gasoil per gas.....	98
4.3.1.2	Canvi d'Electricitat per gas.....	99
4.3.1.3	Canvi combustió per Bomba de calor amb Electricitat.....	100
4.3.2	Fonts d'energia renovables.....	102
4.3.2.1	Energia solar.....	102
4.3.2.1.1	Energia solar tèrmica.....	103
4.3.2.1.2	Energia solar fotovoltaica	123
4.3.2.1.3	La refrigeració Solar fotovoltaica vs Tèrmica.....	128
4.3.2.2	Biomassa	133
4.3.2.2.1	Sistemes de transformació energètica de la biomassa	134
4.3.2.2.2	Potencial de Biomassa als establiments turístics de les Illes Balears	139
4.3.2.2.3	Restes producció vi	140
4.3.2.2.4	Restes producció d'oli ("Sansa") oliva	141
4.3.2.2.5	Restes producció d'ametlla	142
4.3.2.2.6	Generació tèrmica amb biomassa.....	143
4.3.2.2.7	Refrigeració amb biomassa.....	144
4.3.2.2.8	Trigeneració amb biomassa	146
4.3.2.2.9	Potencial d'aprofitament de la Biomassa a les Illes Balears.....	148
4.3.2.3	Minieòlica	150
4.4	Reconversió tecnològica. Edificis i processos.....	152
4.4.1	Canvis de les instal·lacions i tancaments.....	152
4.4.1.1	Millora d'aïllaments en processos.....	152
4.4.1.2	Millora d'aïllaments en Tancaments.....	154
4.4.1.2.1	Tancaments Opacs.....	155
4.4.1.2.2	Tancaments transparents	156
4.4.1.3	Sectorització	159
4.4.1.4	Regulació amb Vàlvules i Bombes.....	160
4.4.2	Canvi d'equips d'aire condicionat.....	161

4.4.2.1	Canvi de màquina frigorífica.	161
4.4.2.2	Canvi de sistemes de condensació. màquina frigorífica.	163
4.4.2.3	Sistemes absorció i adsorció.....	173
4.4.3	Sistemes de Cogeneració, Trigeneració.	177
4.4.4	Xarxes de districte (fred, calor,...).	200
4.4.5	Xarxes de districte bidireccionals (Energynt)	202
4.4.6	L'Hidrogen(H ₂) . Piles de combustible.....	209
4.4.6.1	Obtenció de l'hidrogen.	211
4.4.6.2	Els establiments turístics i l'hidrogen.	214
4.5	Reconversió completa.....	216
4.5.1	Ecodisseny al Establiments turístics.	216
4.5.2	Bioclimatisme. Energia solar passiva.....	221
4.5.2.1	Orientació i tipus d'Aïllaments.....	223
4.5.3	Sistemes de difusió tèrmic radiant.	225
5.	MODEL ENERGÈTIC D'EQUIPAMENTS TURÍSTICS. MEET.....	228
5.1	Definicions i categorització.....	229
5.2	Criteris d'avaluació.	229
5.3	Eina d'avaluació i decisió.	230
6.	CONCLUSIONS	240
7.	<i>Referències bàsiques. Hemerografia</i>	244
7.2	Bibliografia	252
8.	GLOSARI	254
8.1	Glosari de Tipus d'establiments turístics.....	254
8.2	Glosari tècnic.....	256

Llistat d'il·lustracions i taules.

Index de Figures

Figura 1.1 Estades per mesos algunes comunitats de l'Estat Espanyol.....	2
Figura 1.2. Esquema d'elaboració del treball de Tesis. Font; Murguía 2002.....	4
Figura 1.3.1 Diagrames de Sankey de diferents processos energètics. Font; CRES 2000.....	5
Figura 1.3.2 Consum d'energia per fonts de combustible. Font; DGE 2007.....	7
Figura 1.3.3 Consum d'Energia primària a Espanya. Font; IDAE 2007.....	7
Figura 1.3.4. Esquema d'anàlisi del sistema energètic. Font; CIUREE'04.....	8
Figura 2.1.1 Consums de varis hotels per mesos i per kWh/m ²	12
Figura 2.1.2 Consums Energètics d'un hotel en funció de les pernотacions.....	16
Figura 2.1.3.1 Consums Energètics d'un hotel en funció de les pernотacions.....	17
Figura 2.1.3.2 Consums energètics d'una mostra d'equipaments turístics d'Europa.....	17
Figura 2.1.3.3 Costos mitjans de l'electricitat a Europa.....	18
Figura 2.1.4 Consums energètics en kWh/m ² d'una mostra del sector Serveis a Barcelona.....	19
Figura 2.1.5 Distribució de tipus d'hotels a la C. Valenciana. Font;AVEN Any 2003.....	20
Figura 2.1.6a Consums energètics hotel de litoral. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008.....	21
Figura 2.1.6b Consums energètics hotel de ciutat. Font;Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008.....	22
Figura 2.1.6c Consums energètics hotel de muntanya. Font;Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008.....	22
Figura 2.1.9 Consums energètics dels Hotels. Font;EIA Any 2006.....	23
Figura 2.2.2 Diferents tipologies d'hotels.....	26
Figura 2.2.4. Necessitats energètiques de Climatització mundials. Font; CADDET 1996.....	29
Figura 2.2.3. Intensitat energètica del sector terciari. Font;IDAE/EnR.....	29
Figura 2.3.1 Distribució d'establiments turístics. Font; Conselleria de Turisme. CAIB Any 2008.....	30
Figura 2.3.2 Distribució de consums energètics per sectors. Font; DGE Any 2007.....	31
Figura 2.3.6 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any.	34
Figura 2.3.7 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any de 2 estrelles.....	35
Figura 2.3.8 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any de 3 estrelles.....	35
Figura 2.3.9 Consum energètic per usos d'un hotel obert 8 mesos de 4 estrelles.....	36
Figura 2.3.10 Consum energètic per usos d'hotels de Plata de Palma	36
Figura 2.3.11. «Solar Energy and RES for the Tourism Sector”,	37
Figura 2.3.12 Consums energètics per usos i tipus. Font; AVEN Any 2003.....	37
Figura 2.3.13 Usos d'energia fina la sector residencial..	38
Figura 2.3.11. Estimació dels turistes que utilitzen els SPA's i el seu consum energètic.	39
Figura 2.3.12 Consum d'energia final per usos d'un hotel tipus de 330 places	39
Figura 2.3.13 Consums tèrmics i elèctrics en kWh/m ² d'una mostra d'equipaments turístics.....	40
Figura 2.3.14 Consum energètic per mesos d'un hotel obert vuit mesos.....	41
Figura 2.3.15 Consum energètic per mesos d'un hotel obert quasi tot l'any.....	41

Figura 2.3.16	Mitjana de variació de les Temp.. per mesos a PMI vs consum energètic per m ²	42
Figura 2.3.17	Usos energètics en hotels oberts mig any.....	43
Figura 2.3.18	Usos energètics en hotels oberts més de 10 mesos.....	43
Figura 2.19	Emissions de CO2 en funció del la font d'energia segons la certificació energètica	44
Figura 2.3.20	Consum d'energia primària per usos d'un hotel tipus de 300 places... ..	43
Figura 3.1	Distribució dels hotels per estades i places a les Illes Balears... ..	46
Figura 3.2	Distribució dels hotels per superfície i energia consumida a les Illes Balears.....	47
Figura 3.3	Distribució dels hotels per superfície i energia consumida a les IB enfront a les places.....	48
Figura 3.4	Distribució dels hotels per energia consumida en front a estades a les Illes Balears.....	49
Figura 3.5	Distribució dels hotels per energia elèctrica consumida a les IB en front a les estades.....	50
Figura 3.6	Distribució dels hotels per superfície en front a places i estrelles.	50
Figura 3.7	Places hoteleres i establiments per any de construcció a les Illes Balears.....	51
Figura 3.8	Distribució d'hotels per any de construcció, reformes i instal·lació d'Aire Condicionat.....	52
Figura 3.9.	Consums de varis hotels per mesos i per kWh/m ²	53
Figura 3.10.	Consums de varis hotels per mesos i per kWh/estada o pernoctació.....	54
Figura 3.11.	Modelització d'un Hotel amb Climatització.	55
Figura 3.12.	Consums unitaris d'un hotel per kWh/m ² i estada.....	56
Figura 3.13.	Consums unitaris d'un hotel per kWh/m ² i estada.....	57
Figura 3.14.	Consums unitaris d'un hotel de temporada per kWh/m ² i estada.	58
Figura 3.15.	Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, piscina climatitzada, ACS.....	59
Figura 3.16.	Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, ACS i climatització.....	60
Figura 3.17.	Esquema de principi d'un hotel amb calefacció i ACS. Sense Refrigeració.....	60
Figura 3.18.	Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, piscina climatitzada i CS.....	61
Figura 3.19.	Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, ACS i climatització amb recup. de calor	62
Figura 3.20.	Modelització d'un Hotel estimat vs consumit en funció de l'ocupació.....	63
Figura 3.21.	Modelització d'un Hotel amb el programa de certificació energètica.....	64
Figura 3.22.	Modelització dels sistemes primaris i secundaris d'un Hotel	64
Figura 3.23.	Comparació de consums energètics anuals d'un Hotel amb diverses variants.....	65
Figura 3.24.	Certificació energètica d'un Hotel el programa.....	65
Figura 3.24.	Estimació del sobrecost econòmic enfront de la certificació energètica.....	66
Figura 4.0.1.	Ús de l'energia i impactes en el Disseny als US.....	67
Figura 4.0.2	Mesures per a millora l'eficiència energètica a un hotel.	68
Figura 4.0.3	Propostes de millora més freqüents de reducció del consum energètic.....	70
Figura 4.0.4.	Propostes més freqüents als hotels auditats.....	71
Figura 4.1.1.	Esquema de diferents temperatures i configuracions de màquines.....	75
Figura 4.1.2.	Consum de màquines frigorífiques en funció del compressor, condensador i refrigerant.....	76
Figura 4.1.3.	Consum d'una màquina frigorífica a diferents temperatures i càrrega.....	77
Figura 4.1.4.	Consum d'una bomba en funció de la regulació.....	79
Figura 4.1.5.	Esquemes de regulació d'un motor.	81
Figura 4.1.6.	Corbes típiques de cabal i pressió de bombes recirculadores.....	82
Figura 4.1.7.	Regulació d'una motobomba i consum energètic.....	83

Figura 4.1.8. Corbes de Pressió i cabal de diferents dissenys de bombeig.	84
Figura 4.1.9. Consum de diferents dissenys de bombeig en funció de la velocitat.....	85
Figura 4.1.10 Consum de diferents dissenys de bombeig en funció del motor i control.....	85
Figura 4.2.1. Regulació d'una lluminària fluorescent.....	86
Figura 4.2.2. Regulació d'una lluminària fluorescent.....	87
Figura 4.2.3. Nombre de làmpades en hotels auditats per tipus.....	89
Figura 4.2.4. Potència de làmpades en hotels auditats per tipus.....	90
Figura 4.2.5. Esquema d'evaporador d'una cambra frigorífica.	93
Figura 4.3.1. Previsió d'instal·lacions amb combustibles fòssils.....	97
Figura 4.3.2. Rendiment de calderes en funció de la càrrega.....	98
Figura 4.3.3. Preus de combustibles a Alemanya.....	99
Figura 4.3.4. Costos anuals d'un hotel Tipus en funció de la font d'energia a les Illes Balears.....	101
Figura 4.3.5. Esquema de principi de sistemes domèstics amb producció d'ACS expansió directe.	101
Figura 4.3.6 Mapa de radiació de les Illes Balears.....	102
Figura 4.3.7 .Estimació de preus de l'energia de diferents combustibles.....	104
Figura 4.3.8 Esquema tipus d'instal·lació Solar.....	105
Figura 4.3.9. Zones climàtiques en funció de la radiació.....	106
Figura 4.3.10 Instal·lació d'Energia Solar Tèrmica a l'Hotel situat a Ciutadella.....	107
Figura 4.3.11. Establiments turístics amb energia solar tèrmica a Formentera al 2003.	108
Figura 4.3.12. Eficiència de sistemes de fred solar i panells.	111
Figura 4.3.13. Consums energètics per m ² i per plaça d'un hotel tipus en agost.....	112
Figura 4.3.14 Eficiència de sistemes de fred solar i panells.....	113
Figura 4.3.15. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS.	114
Figura 4.3.16. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS i Climatització.....	114
Figura 4.3.17. Consum energia per mesos i potencial d'Energia Solar màx. de captació.....	115
Figura 4.3.18. Esquema de principi d'un hotel tipus.....	115
Figura 4.3.19. Consum d'un hotel per usos i mesos.....	116
Figura 4.3.20. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS i Climatització per a un hotel.....	116
Figura 4.3.21. Consum energia per mesos i potencial d'Energia Solar per a usos tèrmics	117
Figura 4.3.22. Rendiments d'una màquina d'absorció.....	122
Figura 4.3.23. Potencial d'energia Solar per SPA's a les Illes Balears.....	123
Figura 4.3.24. Pòtencia Fotovoltaica instal·lada els darrers 25 anys.....	125
Figura 4.3.25. Escenaris de Tecnologies fotovoltaiques.	126
Figura 4.3.26. Estimació dels preus d'electricitat i de generació amb fotovoltaica.....	127
Figura 4.3.27. Simulació del consum elèctric de les Illes Balears.....	128
Figura 4.3.28. Comparativa de superfície de captació en refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica.....	129
Figura 4.3.29. Comparativa de sup. de captació en refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica.....	130
Figura 4.3.30. Comparativa d'eficiència global refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica.....	130
Figura 4.3.31. Comparativa de costos d'instal·lació de refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica.....	131
Figura 4.3.32. Comparativa de COP solar tèrmic i fotovoltaica.....	132
Figura 4.3.33. Panell CCSTAR de concentració de temperatures de funcionament 100-200 °C.....	132

Figura 4.3.34	Tipus d'aprofitament energètic de la Biomassa.....	135
Figura 4.3.35	.Caldera de biomassa i tremuja d'alimentació.....	137
Figura 4.3.36	.Diagrama de blocs d'una instal·lació de gasificació.....	138
Figura 4.3.37	.Esquema de l'obtenció del Biogàs.....	139
Figura 4.3.38-	Comparativa d'emissions de CO ₂	140
Figura 4.3.39	.Caracterització de la closca d'ametlla.....	142
Figura 4.3.40	.Esquema de caldera amb tremuja per a sansa.....	143
Figura 4.3.41	.Instal·lació la màquina d'absorció.	145
Figura 4.3.42	.Esquema d'una instal·lació de piròlisis.....	147
Figura 4.3.43	Potencial de biomassa per municipis a les Illes Balears.....	148
Figura 4.3.44	Potencial d'energia eòlica a 80 m. les Illes Balears.....	150
Figura 4.3.45	Microturbina sobre un edifici. Font; Ambientum.	151
Figura 4.4.1	.Simulació horària de càrregues tèrmiques d'un hotel a mes de novembre.....	154
Figura 4.4.2	.Simulació horària de càrregues tèrmiques d'un hotel el mes d'agost.....	154
Figura 4.4.3	.Mesures de reducció de protecció solar.....	155
Figura 4.4.4	.Simulació horària de càrregues tèrmiques dels vidres en d'un hotel.....	159
Figura 4.4.5	.Consum elèctric d'una planta frigorífica Aigua-Aigua en funció de les càrregues.....	161
Figura 4.4.6-	Sistemes de condensació geotèrmica.....	163
Figura 4.4.7.-	Consum per usos amb climatització.....	165
Figura 4.4.8a.-	Estimació dels consums elèctrics dels equips de climatització en un edifici.....	166
Figura 4.4.8b.-	Estimació dels consums elèctrics dels equips de climatització dos edificis.....	166
Figura 4.4.9.-	Comparatiu de l'eficiència energètica.....	167
Figura 4.4.10.-	Estalvi econòmic respecte el consum elèctric i tèrmic.....	168
Figura 4.4.11.-	Esquema de principi de la instal·lació de producció d'ACS.....	171
Figura 4.4.12.-	Esquema de principi de la instal·lació de refrigeració.....	172
Figura 4.4.13	.Modelització d'un Hotel amb Climatització.	173
Figura 4.4.14	.Preus de màquines frigorífiques en funció de la potència.....	174
Figura 4.4.15	.Comparació d'Emissions de CO ₂ Absorció a Gas (simple i doble etapa) vs. Expansió.....	175
Figura 4.4.16	.Població, consum elèctric i intensitat elèctrica.	177
Figura 4.4.17	.Diagrama de Sankey del flux energètic de les Illes Balears.....	179
Figura 4.4.18	.Esquema de Generació típica d'energia i Cogeneració i Trigeneració.....	180
Figura 4.4.19	.Consum d'Energia Final per mesos a les Illes Balears i als hotels.....	181
Figura 4.4.20	.Potencial de plantes de Co-Trigeneració a hotels a les Illes Balears.....	183
Figura 4.4.21	.Exemple d'un sistema de cogeneració a un hotel del País Valencià.....	186
Figura 4.4.22-	Demanda de tèrmica d'un hotel.....	192
Figura 4.4.23	.Esquema d'equips de microcogeneració.	198
Figura 4.4.24	.Simulació del consum elèctric de les Illes Balears-.....	199
Figura 4.4.25	.Corba de consum elèctric a Espanya -Agost- RED ELECTRICA.....	199
Figura 4.4.26	.Fòrum de Barcelona.....	200
Figura 4.4.27	.Parc Bit.	201
Figura 4.4.28	.Xarxa de districte a Tokio.....	203

Figura 4.4.29. Energy-Net.	204
Figura 4.4.30. Estimació d'inversió vs reducció d'emissions de CO ₂ a la Platja de Palma.....	207
Figura 4.4.31. Energy-Net Platja de Palma.....	208
Figura 4.4.32. Escenari de Mix 100% renovables a Platja de Palma.....	208
Figura 4.4.33. Esquema Sistema aïllat 100% amb renovables, electrolitzador i pila de combustible.....	214
Figura 4.4.34. Esquema Sistema 100% amb renovables, bateries, electrolitzador i pila de combustible..	215
Figura 4.5.1. Impactes d'un edifici durant el seu cicle de vida.....	217
Figura 4.5.2. Energia per metre quadrat dins varis hotels.	218
Figura 4.5.3. Cost energètic, Emissions de CO ₂ i residus generats dins el Cicle de Vida.....	218
Figura 4.5.4. Comparativa d'emissions de CO ₂ al llarg del cicle de vida de l'hotel 1 i hotel 2.....	219
Figura 4.5.5. Exemple de mesures correctores bioclimàtiques.....	223
Figura 4.5.6. Aïllament en funció de l'orientació i estalvi.....	224
Figura 4.5.7.- Diagrama Ka Ro de potencia frigorífica para sostres.....	226
Figura 4.5.8.- Diagrama Ka/Ro de potencia calorífica per al sostre.....	226
Figura 4.5.9.- Esquema d'una habitació convencional i una habitació amb superfície radiant.....	227
Figura 5.1. Diagnosi inicial de l'establiment donat a partir de l'eina de decisió.....	232
Figura 5.2. Consum de l'energia per usos	232
Figura 5.3. Emissions de CO ₂ per usos.....	233
Figura 5.4. Usos de l'energia per mesos.	233
Figura 5.5 Millores proposades per l'eina de Diagnosi i nou escenari de fonts d'energia.....	234
Figura 5.6 Emissions de CO ₂ abans i després d'aplicar les millores.....	235
Figura 5.7 Gràfic d'inversió en front l' estalvi econòmic.....	235
Figura 5.8. Consum energètic anual d'un hotel de 400 places 100% renovable.....	236
Figura 5.9. Exemple d'esquema de principi d'un hotel de 400 places 100% renovable.....	237
Figura 5.10. Simulació del consum elèctric IB en un escenari de renovables al sector turístic.	239
Figura 6.1. Estimació d'inversions en els Hotels de les I.B. en funció de la reducció d'emissions.....	240
Figura 6.2. Estimació de consums elèctrics del sector Hoteler a les I.B. amb un escenari 100%.....	241
Figura 6.3. Estimació de consums tèrmics del sector Hoteler 100% de renovables.....	242

Index de Taules

Taula 1.1 . Resum d'Auditories energètiques en hotels de Balears. Font; ICREP'05.....	6
Taula 2.1.1: Indicadors energètics utilitzats per les diferents cadenes hoteleres cubanes.....	14
Taula:2.1.2 Comportament dels índexs de regressió en diferents Hotels	14
Taula 2.1.3: Distribució regional d'hotels a Grècia per categoria Enquesta de tipologies.....	18
Taula:2.1.5. Resultats d'hotels a la C. Valenciana. Font; AVEN Any 2003.....	21
Taula:2.1.6. Resultats d'hotels a la Andalusia. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008.....	21
Taula 2.2.1. Enquesta de tipologies. Font; Dascalaki E., Balaras C.A. XENIOS. 2002.....	23
Taula 2.2.3. Resum de normativa energètica que afecta als Edificis.	28
Taula 2.3.1 Tipus d'hotels a les Illes Balears. Anys 2008. Font; Conselleria de Turisme. CAIB.....	30
Taula 2.3.2 Consum energètic d'hotels. Anys 2000-2003. Font DG. Energia. CAIB.....	31
Taula 2.3.3 Indicadors energètic d'hotels per cat.. Anys 2000-2003. Font DG. Energia. CAIB.....	32
Taula 2.3.4 Indicadors energètic d'hotels per cat.. Any 2005. Font Gas Natural BCN.	32
Taula 2.3.5 Eficiència en Hotels de València. Font;AVEN Any 2003.....	33
Taula 2.3.6. Estimació del consum elèctric dels Hotels de les Illes Balears.	33
Taula 2.3.7 Exemple de consum elèctric d'un hotel típic.	34
Taula 2.3.8 Usos d'energia final d'hotels per categoria.....	37
Taula 2.3.9 Resum dels serveis extres dels hotels a les Illes Balears.	38
Taula 2.3.10 Emissions de CO ₂ en funció del la font d'energia.....	44
Taula 3.1. Caracterització del consum energètic d'un hotel.....	56
Taula 3.2. Caracterització del consum energètic d'un hotel.	57
Taula 3.3. Caracterització del consum energètic d'un hotel de temporada.....	58
Taula 4.1.1. Causes més freqüents de mal funcionament d'instal·lacions de clima.	74
Taula 4.1.2. Exemples d'instal·lacions tipus.....	75
Taula 4.1.3. C.O.P. en front a temperatura de funcionament.....	75
Taula 4.1.4 Consum de màquines frigorífiques en funció del compressor, condensador i refrigerant.....	76
Taula 4.1.5. Estalvis i sobreconsums fent canvi de consignes.....	77
Taula 4.2.1. Característiques dels diferents tipus de bombetes.....	86
Taula 4.2.2 Comparativa tecnologia convencional i tecnologia a.f. en funció de la pot. de làmpades.....	88
Taula 4.2.3. Mesures d'estalvi en il·luminació de diferents establiments hotelers.....	89
Taula 4.2.4. Exemple de C.T. i potències consumides per un Hotel Tipus de les Illes Balears.....	95
Taula 4.2.5. Potència mecànica i eficiència elèctrica de motors.....	96
Taula 4.3.1. Cost d'instal·lació de diferents tecnologies.....	98
Taula 4.3.2. Factor solar per azimuth = 0°.....	103
Taula 4.3.3 Càlcul de litres d'ACS (60°C) en funció de l'activitat.	106
Taula 4.3.4 Percentatge solar en funció de la demanda energètica.....	106
Taula 4.3.5 Superfície de panells segons el CTE en funció del n. de llits.	107
Taula 4.3.6 Aport Solar dels principals consums tèrmics mensuals en un hotel.....	117
Taula 4.3.7. Aport Solar+Calor Residual dels principals consums tèrmics mensuals en un hotel.....	118

Taula 4.3.8. Aport Solar per ACS per a un hotel de 400 places.....	119
Taula 4.3.9. Aport Solar per ACS i Climatització per a un hotel de 400 places.	120
Taula 4.3.10 Àmbit d'aplicació.....	124
Taula 4.3.11 Potència de panells solar en Wp segons el CTE en funció de la superfície.....	124
Taula 4.3.12 Costos d'instal·lació i de Generació Fotovoltaica.....	127
Taula 4.3.13 Composició química % de la fusta en funció del contingut d'humitat relativa.....	136
Taula 4.3.14. Anàlisi aproximat en % de la fusta en base seca Font: MITRE (1982).....	136
Taula 4.3.15. Poder calorífic de les restes de raïm i el seu potencial).....	141
Taula 4.3.16. Poder calorífic de les restes de la sansa i el seu potencial.....	142
Taula 4.3.17. Producció i potencial Energètic dels Ametllers de les Illes Balears.....	142
Taula 4.3.18. Costos energètics per mesos d'un hotel amb biomassa per climatització i ACS.....	145
Taula 4.3.19 Exemple de planta de Gasificació amb Biomassa.....	147
Taula 4.3.20 Rendiments i cogeneració amb Biomassa.....	148
Taula 4.3.21. Potencial Energètic dels cultius energètics actual i futur.	149
Taula 4.3.22 Comparatiu de poder de costos energètics en funció de la Biomassa.....	149
Taula 4.4.1. Material aïllants Font; Auditories Energètiques..	153
Taula 4.4.2. Resistència tèrmica típica dels tancaments a les I.B. i estalvis en edificis residencials.....	156
Taula 4.4.3. Conductivitat de vidres i fusteria.....	156
Taula 4.4.4. Inversió i estalvi en la millora dels vidres en Hotels de la Platja de Palma.....	159
Taula 4.4.5. Eficiència de les màquines en funció de la seva potència.	162
Taula 4.4.6. Eficiència de les màquines Aigua-Aigua en funció de la potència.	162
Taula 4.4.7 Consum elèctric de les màquines Aigua-Aigua en funció de la temperatura.....	163
Taula 4.4.8- Estimació de consums amb un sistema de climatització estàndard	165
Taula 4.4.9- Estimació de consums elèctrics amb un sistema de climatització aigua-aigua.....	168
Taula 4.4.10.- Est. de consums amb un sistema de climatització aigua-aigua i rec. de calor per ACS.....	169
Taula 4.4.11. Comparativa de característiques de funcionament de màquines d'absorció.	173
Taula 4.4.12. Costos de funcionament d'una màquina d'absorció en front a una de compressió.....	175
Taula 4.4.13 . Prod. Elect. a les Illes Balears. Font; Gesa-Endesa, REE, DGE.....	178
Taula 4.4.14. Previsió de consums segons el PDS d'Energia per el 2010.....	179
Taula 4.4.15. Característiques dels Grups electrògens segons fabricant.....	201
Taula 4.4.16 Objectius del Platja de Palma.....	205
Taula 4.4.17 Places Hoteleres classificades per tipus i zones.....	206
Taula 4.4.18 Estimació de consums tèrmics als hotels de la Platja de Palma.....	207
Taula 4.4.19 Tecnologies de Piles de combustible.....	210
Taula 4.5.1. Energia anual consumida de dos hotels.	219
Taula 4.5.2. Cost energètic, Emissions de CO ₂ i residus generats per m ² per 50 anys de vida.....	220
Taula 5.1. Dades inicials a introduir a l'eina.....	230
Taula 5.2. Dades inicials dels principals equipaments.....	231
Taula 5.3. Taula resum d'indicadors de l'establiment	234
Taula 5.4. Estimació de consums i producció d'energia per un hotel de 400 places balanç zero.....	236
Taula 5.5. Estimació de consums elèctrics del sector Hotelier amb 100% de renovables.....	238

1 Introducció

1.1 Antecedents

La tesi que es proposa s'inscriu en la línia de recerca del grup de la Universitat de les Illes Balears (UIB) "Enginyeria de l'Edificació, Gestió i Eficiència Energètica" (EGEE) de l'Àrea d'Enginyeria Mecànica de la UIB.

L'inici del tema prové de l'experiència i col·laboració en el disseny, direcció i implantació d'instal·lacions en establiments turístics (elèctriques, aigua, climatització, combustibles...), especialment s'ha treballat en hotels, apartahotels i agroturismes. També s'ha participat en estudis d'eficiència energètica per establiments turístics i Administracions públiques, estudis de sistemes amb energies renovables i estudis de potencials d'energies renovables, especialment en solar tèrmica i biomassa. També es fonamenta en els treballs iniciats l'any 2002 a través de la col·laboració amb la Direcció General d'Energia i la Universitat de les Illes Balears que han derivat en un Conveni de Col·laboració sobre "Actuacions de Recerca i Foment de l'Estalvi, l'Eficiència Energètica i la implantació d'Energies Renovables a les Illes Balears" i altres convenis de l'IDAE i estudis específics.

Durant el temps que s'ha elaborat la Tesi s'ha fet recerca d'estudis i tecnologies capdavanteres en els processos producció i gestió energètica, especialment en revistes especialitzades ("Applied Energy", "Energy & Buildings, Energy Conversion & Management, Energy Policy, Renewable Energy",...). S'ha participat en diferents projectes d'innovació tecnològica i, en general, de tots aquells aspectes relacionats amb l'enginyeria de projecte, producte i procés que han millorat els equipaments turístics, fent especial èmfasi en els aspectes ambientals (emissions de CO₂, energies renovables,..) i d'eficiència energètica. Durant els cursos de doctorat i en la redacció de la tesi s'ha assistit en qualitat de ponent i/o d'oient a congressos i Jornades específiques d'energia (ICREPQ'04, CIIES'04, ICREP'05, ICREPQ'06, ICREPQ'08, CIIES'08, EUROSUN'08, EUROSUN'10, WORLDSUN'11) eficiència energètica (CIUREE'04,) i de sostenibilitat (ISR-CER'04) i del sector hotelier (GESA-ENDESA'04, Innova Calvià'04, GESA-ENDESA'09), on part de les ponències presentades formen part d'aquest document i als quals es farà referència en aquest document. També s'ha hagut de fer una formació intensiva en els canvis normatius que han afectat a l'energia els darrers anys, el CTE, el RITE i la Qualificació energètica d'Edificis.

1.2 Justificació

En els últims anys s'han produït canvis soci-ambientals, econòmics i legislatius que han provocat un canvi de concepció als edificis de serveis i residencials, que comporta la utilització de noves estratègies, metodologies i tècniques, que afecten tant al disseny i desenvolupament de les infraestructures, com als processos i sistemes de producció energètica, o als mateixos projectes d'innovació tecnològica que les empreses turístiques han d'escometre per tal de guanyar competitivitat. Unes estratègies que requereixen que la solució als problemes o projectes de futur deixin de ser el resultat del tractament d'un conjunt de disciplines aïllades per a passar a ser el resultat de la gestió d'un conjunt de sistemes i processos integrats i

interdisciplinaris, que comuniquen les diferents activitats i funcions. Una visió sistemàtica que ens obliga a estudiar les diferents activitats i a considerar les interaccions i bucles de realimentació, considerant que ens trobem en un entorn dinàmic que presenta, tanmateix, noves necessitats i requeriments (nova gestió de recursos humans, respecte al Medi Ambient, etc.) basats en l'experiència del passat i amb els reptes del futur.

A l'Estat espanyol s'allotgen anualment més de 80 milions de visitants (nacionals i estrangers), dels quals més del 50% se concentren en els mesos d'estiu, cercant principalment el sol i la platja. Andalusia(15,7 M), Catalunya (14,4 M) , Les Illes Balears (7,9 M), les Illes Canàries (7,5 M) són les Comunitats que més turistes reben al llarg de l'any [INE. 2008], si tenim en compte les pernoctacions, l'ordre canvia i són Balears amb 49,6 milions, seguida de Canàries amb 49,4 M i Andalusia amb 44,1 M i Catalunya amb 42,1 M.

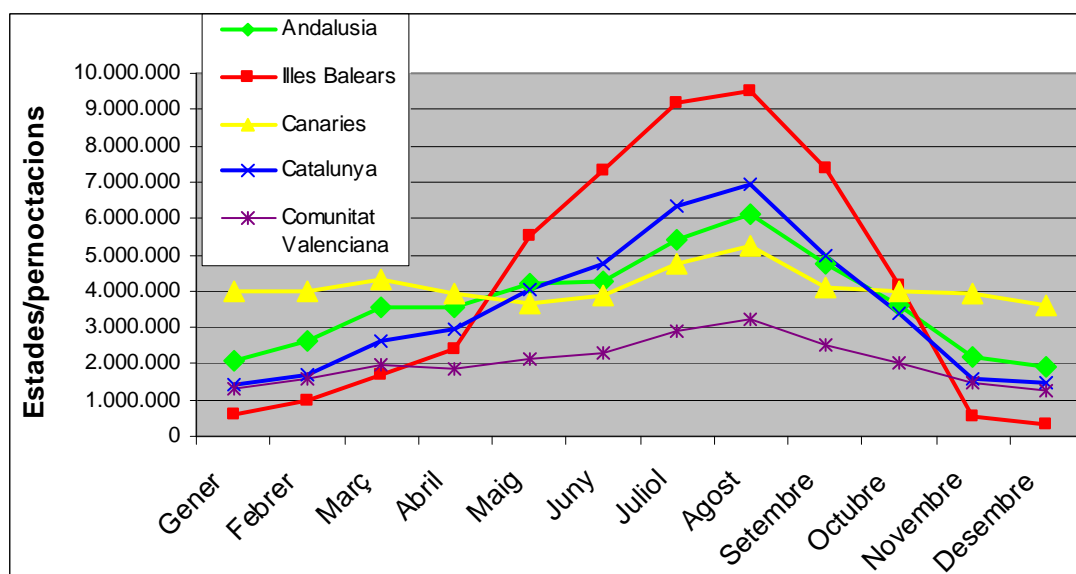


Figura 1.1 Estades per mesos algunes comunitats de l'Estat Espanyol. Font; INE 2008

A nivell acadèmic s'accepta que en el disseny dels equipaments, la materialització i la gestió dels processos energètics en edificis de serveis es fa d'acord a un ús racional de l'energia i aplicant la normativa vigent, la realitat, sobretot en la gestió s'allunya molt de la teoria. Tot i la transcendència econòmica, social i ambiental del turisme, hi ha un bon nombre d'empreses, especialment a les petites i mitjanes, en les quals no es tenen en compte de manera conscient ni els canvis normatius (CTE, RITE, Certificació energètica..), ni els impactes ambientals ni els criteris de sostenibilitat que suposa el consum energètic, sense fer una reflexió sobre els criteris de configuració del procés.

El sector turístic ja dur més de 50 anys d'implantació en el nostre territori, la qual cosa fa que hagi arribat a un grau de maduresa suficient per poder ser analitzat i reflexionar sobre el seu futur, fent un anàlisi del cicle de vida, i d'innovar en l'ús racional de l'energia.

És per aquesta raó que l'establiment d'uns criteris de tipologies d'equipaments i propostes d'innovació en el disseny, la gestió i producció de les mateixes pot resultar una eina que serveixi de suport tant als dissenyadors i projectistes en l'etapa inicial de disseny conceptual, per tal de seleccionar les tipologies d'arquitectura que més els poden afavorir tan en el cicle de vida del producte, com també a l'administració pública, als usuaris i gestors de les instal·lacions a l'hora de fer prendre decisions en els canvis d'equips i processos o en l'aspecte de l'aplicació de la normativa.

1.3 Hipòtesi i Objectiu

Quan s'analitzen estudis fets als equipaments turístics i a edificis del sector residencial sorgeixen una sèrie de qüestions a resoldre.

1.3.1 Preguntes de la investigació

Se poden analitzar i comparar els equipaments turístics i els seus processos energètics de diferents condicions climàtiques, categories, ocupació, ..?

Quins indicadors ens permeten saber ràpidament el impacte energètic, l'eficiència i l'ús racional de l'energia (kWh/estada, kWh/m²,...)?

Se poden modelitzar els equipaments turístics?

Se poden dissenyar els processos energètics dels equipaments turístics amb un eina que permeti; millorar l'eficiència energètica, implantar energies renovables, disminuir els impactes ambientals i les emissions de contaminants, sense disminuir el confort dels usuaris ?

1.3.2 Hipòtesi de Treball i Objectiu

Fent un anàlisi quantitatiu dels processos energètics dels equipaments turístics existents se pot aportar la informació suficient per racionalitzar els processos energètics i millorar-ne l'eficiència.

Se poden donar les pautes als dissenyadors i gestors amb uns coneixements bàsics per assimilar i implantar processos i productes disponibles per millorar els aspectes normatius, ambientals i fer un ús més racional de l'energia.

Què pretenem;

- 1) Trobar els potencials de millora dels processos de gestió i producció energètica d'equipaments turístics.
- 2) Incidència de cada equipament en els aspectes ambientals, com són les emissions de CO₂, estudiant el seu impacte, trobar alternatives de reducció dels impactes ambientals.
- 3) Tecnologies més adequades en funció de les seves dimensions i de la seva estratègia per a satisfer les necessitats dels seus clients.
- 4) Trobar una eina de decisió de tecnologies i d'una manera senzilla i objectiva veure el potencial d'estalvi energètic. (Baròmetre Energètic)

Per tant, es persegueixen dos objectius:

- a. Fer d'un diagnòstic Energètic d'equipaments turístics i dels seus impactes, establint primer els d'indicadors energètics, les tipologies d'establiments i de processos que es desenvolupen en el nostre entorn (Illes Balears i del Mediterrani en general).
- b. Obtenir un model que exposi de manera clara les conseqüències que tindrà l'aplicació de cada tecnologia , amb els impactes econòmics i ambientals.

1.3.3 Abast

Es vol utilitzar bàsicament la informació que es disposa de les Auditories Energètiques de la Direcció General d'Energia del Govern de les Illes Balears, complementant-se amb A.E. pròpies i d'altres regions i països.

Els sistemes elegits s'acostaran el més possible a la realitat, utilitzant dins les millores tècniques disponibles, els equips comercials més habituals, amb una solvència provada i contrastada.

Un cop se tengui una primera versió se podrà optar per dividir-lo en diferents aplicacions per facilitar-ne l'ús, ja que hi haurà parts que impliquen més al disseny i altres a la gestió i manteniment;

La part de constructiva es pretenen donar uns criteris bàsics d'aïllaments i aspectes bioclimàtics, tal i com estableix el nou Codi Tècnic de l'Edificació.

La part del disseny energètic, no se vol aprofundir amb el disseny interior de cada un dels punts de consum, només innovar en la producció i transformació energètica de sistemes centralitzats, tot i que es farà un comparatiu.

Aquesta classificació i l'ajustament dels models a la nova complexitat detectada són l'objecte de la tesi doctoral que és presenta a continuació.

1.3.4 Metodologia

La tesi es desenvoluparà a partir del següent esquema per resoldre la problemàtica dels processos de gestió i producció energètica:

La recopilació d'informació es farà a tots els nivells, fent consultes a institucions públiques, consultores, empreses instal·ladores, associacions, empresaris, junt amb la part de recerca bibliogràfica, per saber el que s'ha fet i trobar solucions per millorar els sistemes energètics.

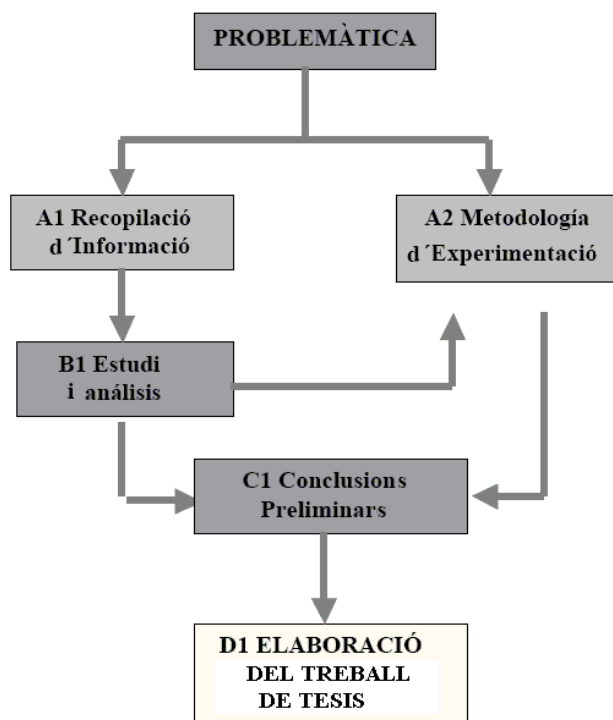
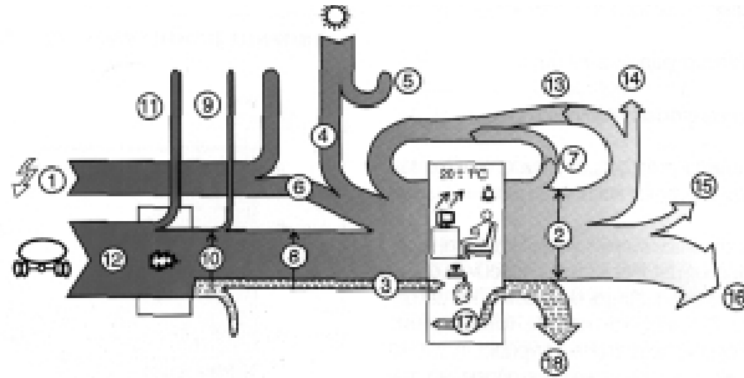


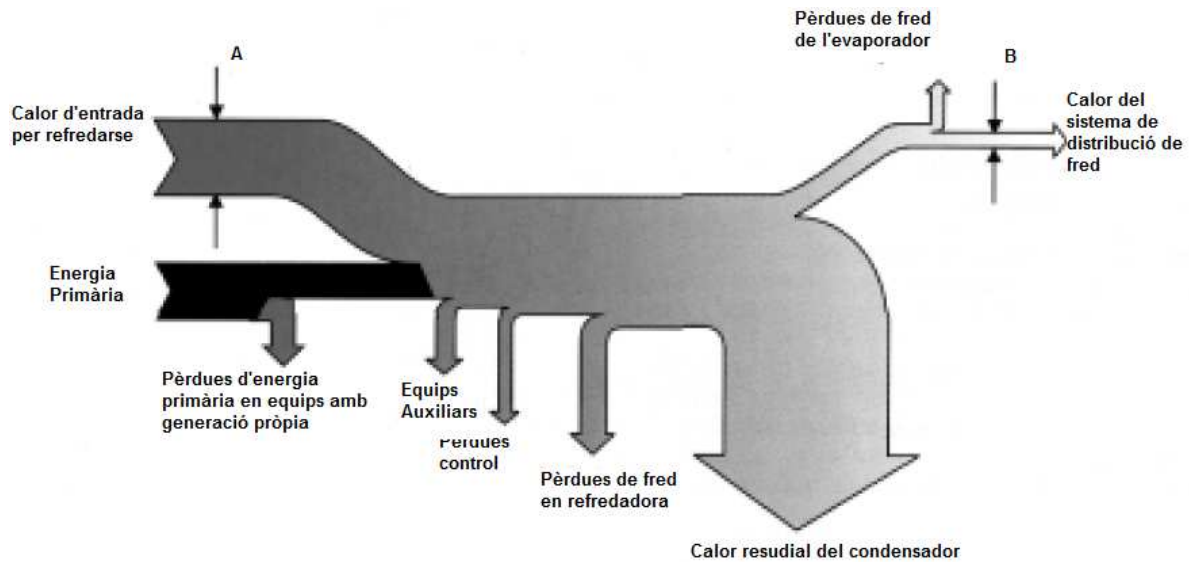
Figura 1.2. Esquema d'elaboració del treball de Tesis. Font; Murguía 2002

1.3.5 Processos de gestió i producció energètica en equipaments turístics actuals. PGPEET

Un primera etapa s'ha d'aprofundir en els models existents de processos de producció i gestió energètica d'equipaments turístics i establir si aquests processos són eficients i ambientalment correctes, posant de manifest els avantatges e inconvenients de cada un d'ells.



Edifici amb Calefacció i ACS amb dues fonts d'energia



Equip de Climatització a dalt i caldera a baix

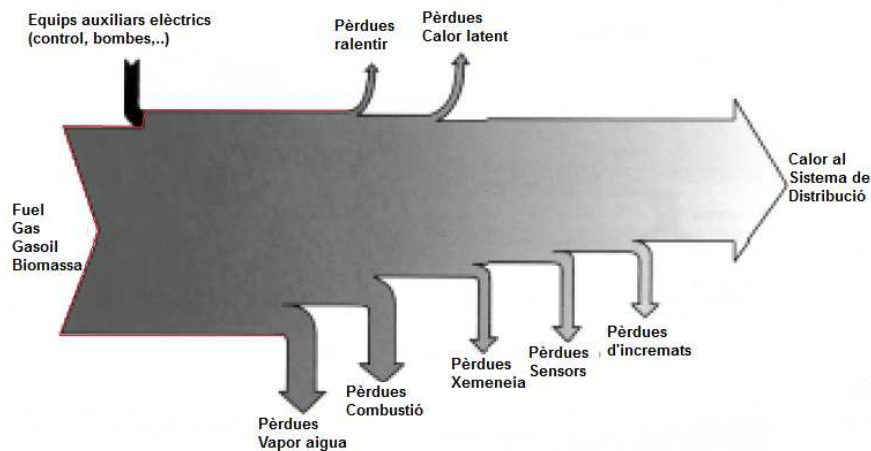


Figura 1.3.1 Diagrames de Sankey de diferents processos energètics. Font; CRES 2000.

A part de la descripció de cada una de les tipologies d'arquitectura dels processos, s'ha d'aprofundir en la incidència que tenen en el cicle de vida i en la gamma de productes i processos de la qual eventualment formen part.

1.3.5.1 Tipologies de processos de gestió i producció energètica en equipaments turístics.

El fet que s'escullin en determinades tipologies de processos energètics s'ha de fer en funció de l'estratègia marcada per la direcció de l'empresa ja que té una repercussió molt forta en la resta dels departaments i per aquesta raó s'ha de considerar l'establiment del disseny de la instal·lació com una de les etapes més decisives per a l'èxit del procés i del confort. La diagnosi haurà d'incloure les tecnologies més avançades que existeixen a nivell comercial de producció i gestió energètica, encara que s'utilitzin en altres sectors econòmics. Es tractarà en cada apartat l'estat de l'art de cada tecnologia.

Font d'Energia	Electricitat	Gas-LPG	Gasoil	Total
Màxim (kWh/estada)	45,44	31,80	15,52	71,72
Mínim(kWh/estada)	1,52	0,00	0,00	7,08
Consum Mig unitari (kWh/estada)	8,28	1,55	6,21	15,39
Cost energètic (€/estada)	0,80	0,05	0,17	1,02
Consum de Energia (%)	54 %	10 %	36 %	100 %

Taula 1.1 . Resum d'Auditories energètiques en hotels de Balears. Font; Mojà, A. et alt. 2005. (ICREP'05)

1.3.5.2 Caracterització del consum energètic en funció de la climatologia, ocupació i serveis.

En aquesta etapa s'identificaran els trets que caracteritzen cada una de les tipologies d'equipaments, de manera que aquesta caracterització permeti diferenciar clarament una arquitectura de la resta.

De fet, aquesta caracterització és el conjunt de regles que els enginyers responsables del producte (anomenat també arquitecte del producte) presenta a l'equip de projectistes quan aborden un disseny de manera conjunta. La mostra s'obtindrà fonamentalment a partir de projectes i estudis de diagnosi i disseny desenvolupats la Direcció General d'Energia i col·laboracions fetes des de la Universitat amb empreses i dissenyadors locals.

1.3.5.3 Fonts d'Energia

En aquesta etapa s'identificarà la procedència de l'energia en cada un dels processos, les pèrdues termodinàmiques produïdes en la transformació i transport i el seu impacte, fent una perspectiva de futur de cada una d'elles.

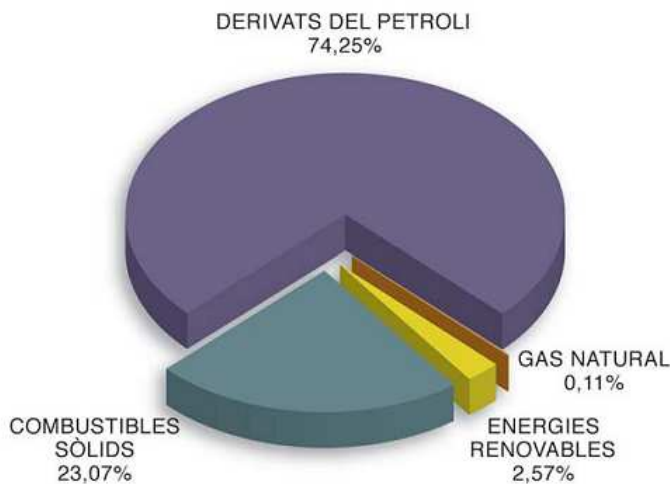


Figura 1.3.2 Consum d'energia per fonts de combustible. Font; DGE 2007

1.3.5.4 Nous sistemes de producció d'energia. Energies Alternatives.

Un cop analitzades les classificacions existents, els processos i els seus consums, s'elegiran energies alternatives que semblin més adients, la qual servirà de base per a la confrontació amb una mostra de processos innovadors existents.

Els criteris per a l'elecció inicial són:

- que pugui cobrir de la manera més complerta possible tota la demanda de cada un dels processos innovadors que es considerin amb un costos competitiu.
- que, per a cada tipologia d'equipament turístic, permeti explicar la seva incidència en el Cicle de Vida del Producte i el tipus d'equipament al qual pertanyi.

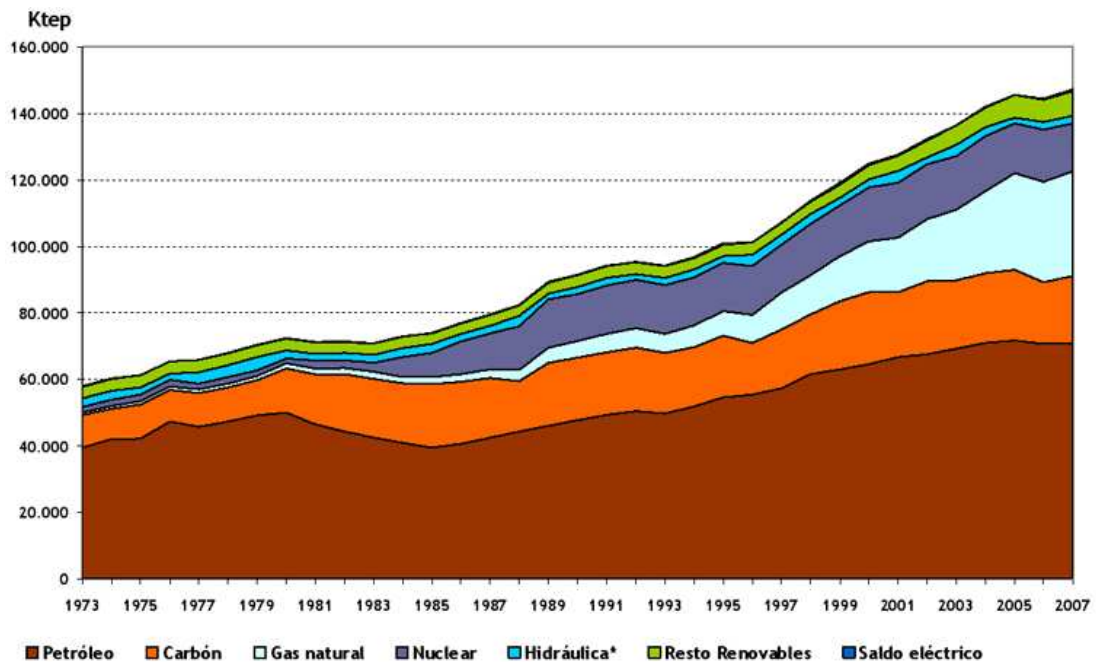


Figura 1.3.3 Consum d'Energia primària a Espanya. Font; IDAE 2007.

1.3.5.5 Estalvi Energètic.

Un cop establerta la caracterització intrínseca i extrínseca i, elegides les alternatives i innovacions correspon establir una mostra de processos innovadors que permetin contrastar la validesa i limitacions del model i les seves caracteritzacions. Validant també el compliment de la normativa vigent, sobretot al RITE i al CTE, el qual en el seu apartat HE, estalvi energètic estableix les següents normes;

- HE 1 Limitació de demanda energètica
- HE 2 Rendiment de les instal·lacions tèrmiques
- HE 3 Eficiència energètica de les instal·lacions d'il·luminació
- HE 4 Aportació solar mínima d'aigua calenta sanitària
- HE 5 Aportació fotovoltaica mínima d'energia elèctrica

Sempre cercant sistemes d'Estalvi i Eficiència energètica i contrastant amb un ús racional de l'Energia (URE) i la sostenibilitat.

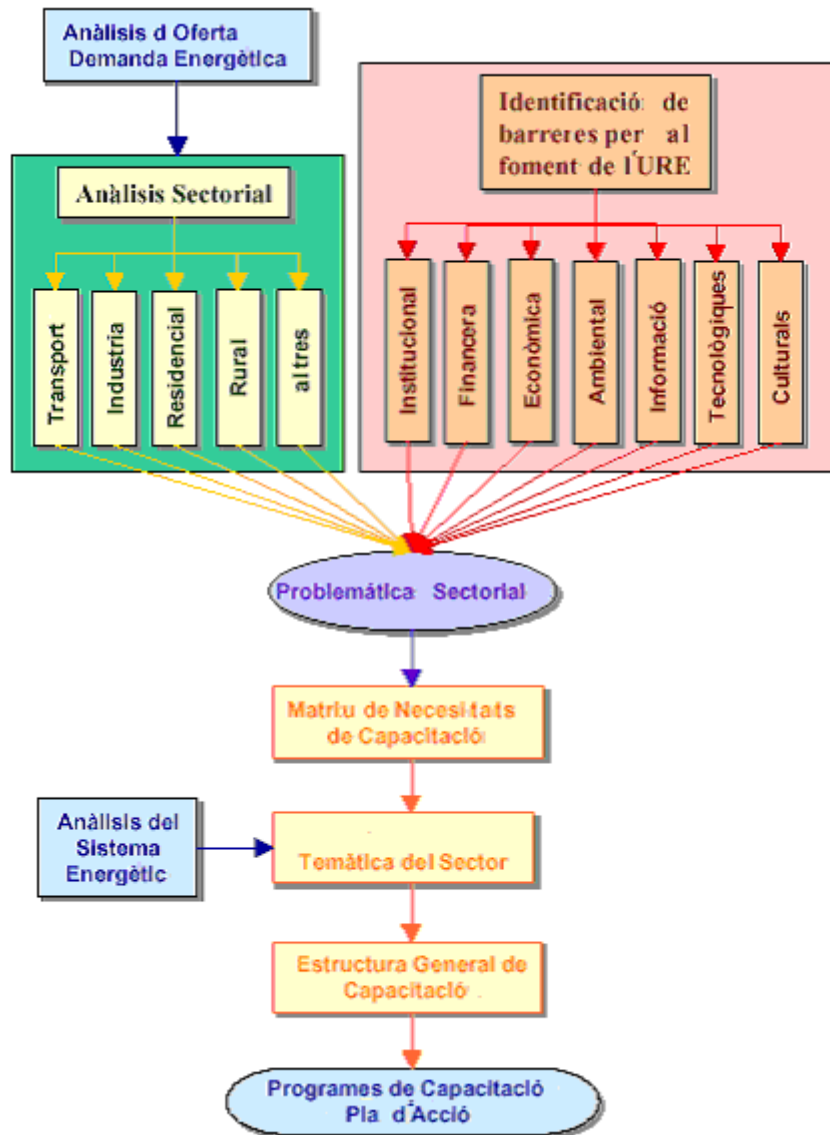


Figura 1.3.4. Esquema d'anàlisi del sistema energètic. Font; Moia et al. 2004 (CIUREE'04)

1.3.6 Anàlisi d'incidència amb l'entorn. Confrontació de la mostra de processos amb les tipologies d'equipaments Turístics. CET

Aquesta etapa consisteix en interpretar l'arquitectura de cada un dels processos de la mostra a la llum del catàleg de tipologies d'arquitectura d'equipaments turístics escollits inicialment.

La confrontació de model i realitat té dos passos:

a) Identificar els trets distintius de la tipologia de cada establiment (caracterització intrínseca) i establir les correspondències amb una o més tipologies d'arquitectura que conformen el catàleg inicial.

b) Comparar la caracterització extrínseca de la tipologia (o tipologies) corresponents amb les implicacions que realment ha tingut el disseny del producte real en les etapes del cicle de vida i en el confort i fiabilitat que l'acompanyen.

1.3.7 Model Energètic d'Equipaments Turístics. MEET.

Es farà ús de diferents eines informàtica, amb els models trobats que permeti parametritzar els equipaments turístics en funció dels seus processos, la tecnologia que utilitzen, la seva situació geogràfica i la seva categoria. Es disposaran tant de dades climàtiques, dades de fabricants més habituals de components que formen part de les instal·lacions. La Tesi vol aportar la solució més eficient i amb menys emissions per a cada tipologia. S'avaluaran els costos de recursos del cicle de vida (des de la fabricació, la instal·lació, manteniment i posterior reciclatge), comptant aspectes econòmics i ambientals.

1.3.8 Comprovació de la validesa del model. C-MEET

A partir d'aquest procés, es detectaran tipologies d'arquitectura no contemplades en el model i també es comprovarà si la caracterització de les tipologies del model inicial és adequada, es validarà amb una mostra significativa d'establiments turístics. Es faran simulacions dinàmiques amb programes informàtics existents (TRNSYS, Calener, HAP,...) per trobar i comparar els potencials de reducció energètica.

Aquesta és una etapa fonamental i laboriosa de la tesi, que probablement posarà de manifest les necessitats de millorar el model. En el treball de recerca esmentat ja s'ha posat de manifest alguna d'aquestes mancances. Per a la realització d'aquesta etapa s'hauran de desenvolupar formes de representació i eines adequades.

1.3.9 Innovació en els Processos Energètics d'Equipaments Turístics.

A partir de l'anàlisi anterior s'analitzen cada una de les tecnologies en cada un dels processos (Calefacció, Aigua Calenta, Refrigeració, Il·luminació, Serveis,...), especialment les que amb el seu cicle de vida siguin més sostenibles i tinguin un impacte menys negatiu sobre el Medi Ambient.

1.3.10 Innovació en el MEET.

A partir de l'anàlisi anterior es construeix un nou model energètic que inclogui totes les de tipologies d'arquitectura de productes i processos.

Les mesures a innovar se faran a diferents nivells, en funció de la dificultat tècnico-econòmica i de l'estalvi energètic;

- Nivell elemental; Formació, gestió, regulació i control
- Nivell bàsic; Manteniment preventiu i operació d'equips.
- Nivell mig; Substitució d'equips i fonts d'energia (NH₃, GN, RES,...)
- Nivell alt; Reconversió tecnològica, canvis de processos (cogeneració, trigeneració, piles de combustible(H₂),...)
- Nivell màxim; Reconversió total dels equipaments, redisseny de l'edifici,..

1.3.11 Confrontació del model elaborat amb dissenyadors de productes en actiu

Arribats a un model energètic que es considera satisfactori segons la metodologia explicada, se provarà el model amb les dades i dissenys que fan servir els consultors, gestors i experts del nostre entorn.

Es faran confrontacions de dos tipus:

1. Interpretar els processos amb el model energètic, és a dir, establir una diagnosi entre les correspondències entre les diferents tipologies que conformen el model proposat. Posteriorment comparar la caracterització extrínseca de les tipologies corresponents amb les implicacions que ha tingut l'arquitectura del producte real en les etapes del cicle de vida i en la gamma de productes que l'acompanyen, si és el cas.
2. Aplicació del model energètic enunciat de producte nou, i analitzar els resultats - especialment les coincidències i dispersions - que s'obtenen.

Aquesta confrontació pot donar lloc a nous ajustos del model energètic i/o d'alguna de les caracteritzacions d'equipaments turístics.

1.3.12 Resultats Esperats i Limitacions.

Arribats a un model energètic satisfactori de tipologies d'equipaments turístics, que pugui simular els establiments més usuals al nostre territori i que pugui preveure amb una precisió acceptable els consums energètics en funció dels serveis i climatologia. S'haurà de formular d'una manera ordenada i intel·ligible, i proporcionar les metodologies i eines necessàries per a la seva utilització. En principi s'ha de pensar en metodologies i eines fàcilment utilitzables (amigables) en un context operatiu de desenvolupament de processos energètics innovadors, amb criteris ambientals i sostenibles, amb consonància amb la normativa actual. Els sistemes elegits s'acostaran el més possible a la realitat, utilitzant dins les millores tècniques disponibles, els equips comercials més habituals, amb una solvència provada i contrastada. El model no vol arribar a dissenyar un programari molt complicat, sinó que s'intentarà fer-lo amb un llenguatge senzill, o fins i tot aprofitar llibreries o macros de programes comercials. Un cop se tengui una primera versió se podrà optar per dividir-lo en diferents aplicacions per facilitar-ne l'ús, ja que hi haurà parts que impliquen més al disseny i altres a la gestió i manteniment.

La part de constructiva, només es pretenen donar uns criteris bàsics d'aïllaments i bioclimàtics, tal i com estableix el nou codi tècnic de l'edificació. La part del disseny energètic, no se vol arribar a dissenys complicats, ni a aprofundir amb el disseny interior de cada un dels punts de consum, només vol innovar en la producció i transformació energètica de sistemes centralitzats, donant una orientació de com ha de ser el transport i amb una distribució orientativa de les

línies principals per minimitzar el consum. En els casos en que sigui necessari, se faran simulacions dinàmiques dels equipaments.

2. Usos de l'energia en hotels: estat de l'art

2.1 Estudis previs

Tal com s'ha enunciat en la introducció, un dels aspectes més determinants en el disseny d'un establiment és l'abastament de les necessitats de confort de l'edifici i el compliment de la normativa. S'han fet molts d'estudis sobre el sector residencial (CADDET) i el terciari [Hernández Chávez], estudiant a fons les necessitats de confort d'edificis residencials i administratius, en quan els Hotels són els edificis que més energia consumeixen del sector terciari [Dascalaki E ,Balaras C. 2004].

A nivell de la Unió Europea s'han intentat fer diversos estudis per analitzar i millorar l'eficiència energètica d'aquest i d'altres sectors (ADAPT, XENIOS, INVESTIMMO) un dels més significatius ha estat el Xenios [Dascalaki E ,Balaras C. 2004]., on es va desenvolupar una eina de diagnosi amb un programari propi. Aquesta permet avaluar superficialment patologies comuns d'un hotel, així com els consums energètics i d'aigua, donant unes solucions genèriques i trivials, sense aprofundir en el procés energètic, ni distingir quina de les solucions s'adapta més a cada tipologia. No permetia modificar aspectes econòmics o ambientals propis de cada zona. El programari resultant no és lliure i a més no permet modificar la part de costos d'edificació, energètics i d'instal·lacions, essent vàlida per a Grècia per l'any 2003, ja que era la regió que liderava el projecte (National Observatory of Athens, cap de projecte, C. A. Balaras). A més es basa un mostreig de només 4 hotels.

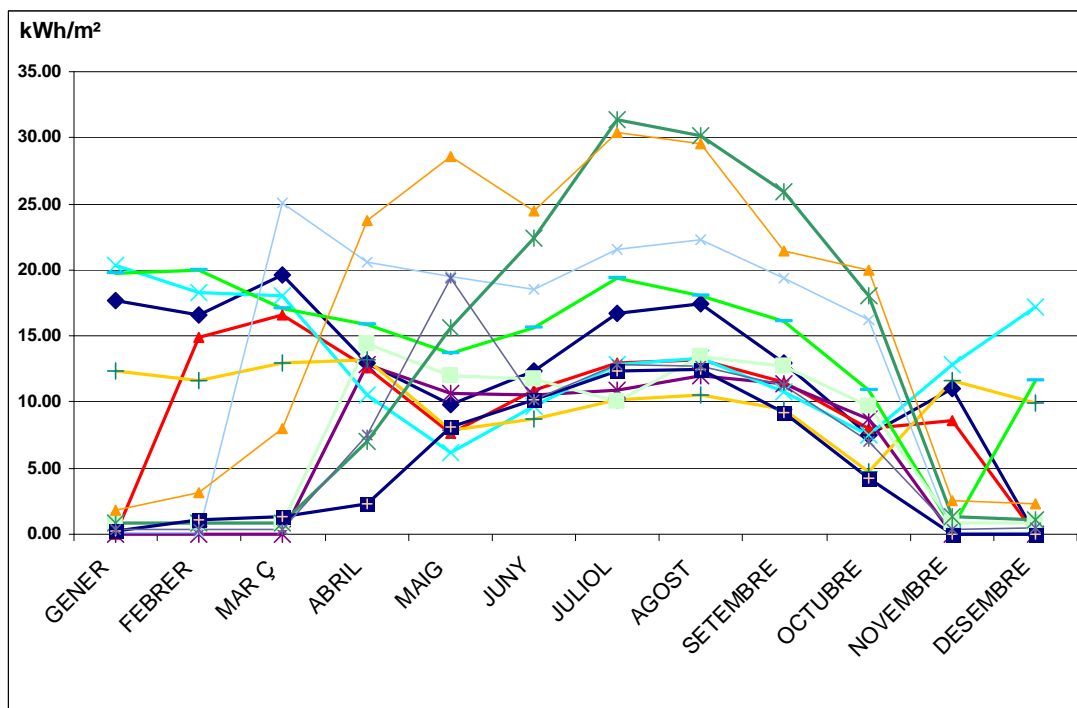


Figura 2.1.1 Consums de varis hotels per mesos i per kWh/m².

Font; Conselleria de Comerç, Indústria i Energia CAIB i Elaboració pròpia. 2003-2006

Arrel de diversos projectes europeus d'auditories i estudis energètics s'ha determinat que el sector de l'habitatge i els serveis, compostat en la seva major part per edificis, absorbeix més del 40% del consum final d'energia en la Comunitat Econòmica Europea i se troba en fase d'expansió, tendència que previsiblement farà augmentar el consum d'energia i, també les emissions de diòxid de carboni (Dir. 2002/91/CE). Per la qual cosa el sector serveis és un del que més impacte té en el consum energètic. És per això que se vol disposar de major informació i establir una eina àgil, desenvolupant una modelització amb diferents tipus de programari de lliure distribució, que inclogui totes les mancances d'altres projectes, i aporti solucions o propostes més detallades i adients per a cada tipologia, i a més pugui ser utilitzada independentment del país on estigui situat l'edifici. En el model, s'inclouran també indicadors, en funció de la tipologia de l'equipament turístic. Hi ha dues tendències en els estudis energètics analitzats per a comparar edificis i fer les diagnosis, Argiriou et al.(1991), Sharp(1996) i Dascalaki E. et al (2003), Certificació Energètica d'Edificis (2007) es basa en l'indicador utilitzat per processos de benchmarking que relaciona el consum i la superfície de l'edifici kWh/m²·any (ó MJ/m²·a), és vàlid per a comparar edificis residencials i administratius, en canvi en Karagiorgias(2003) i altres autors, al igual que fan els gestors turístics utilitzen l'indicador kWh/estada, més semblat al que s'ha utilitzat habitualment en processos productius de la indústria, el qual ens indica la intensitat energètica utilitzada per persona, és a dir, la quantitat d'energia per client i dia.

Aquest indicador és força vàlid per als consums elèctrics, els quals, en diversos estudis fets s'ha demostrat que tenen una relació molt directa, arribant en alguns hotels a índex de correlació estades-consum elèctric del 0,99. En canvi el consum de gas o gasoil, que estan més relacionats amb les condicions climàtiques exteriors o amb el tipus d'eficiència dels aparells de cocció, no guarden una relació tan directa en la majoria dels casos analitzats, tot i que en certs casos sí que tenen una proporcionalitat força elevada, arribant a índex de correlació del 0,77.

També és habitual emprar l'indicador kWh/plaça, o kWh/habitació, però en funció de l'ocupació anual o la mida de les habitacions i el nombre que hi hagi pot emmascarar la informació i no se vàlid per a diferents edificis amb molta variació del nombre de persones.

2.1.1 Dades d'auditories al continent americà. Carib

Als Estats Units i Mèxic la mitjana dels costos d'energia en la indústria hotelera esta sobre els 16 dòlars per peu² aproximadament \$175 / m² anualment, essent a la meitat als hotels de les Illes Balears. Els hotels al Carib gasten uns 500 dòlars per habitació per any en productes petrolífers (gasoil/fuel/gas) i electricitat (Loper 2003), en front dels 315 de les Illes Balears. En hotels mexicans de luxe solen arribar a pagar fins \$4000/ peu² anualment en costos energètics (uns 43750 \$/ m²).

En el cas de Cuba, en estudis fets per altres investigadors són partidaris d'utilitzar solen utilitzar més l'indicador kWh/habitació ocupada.

2.1.1.1 Consum físic d'energètic /habitació ocupada. kWh/HDO

En el sector hotelier del Carib, existeix una tendència d'expressar l'índex en kilowatt hora per Habitació i dia ocupada (KWh/HDO). En el cas de Cuba el consideren de la mateixa manera, no obstant existeixen grans diferències en magnituds.

Les marques de qualitat en el consum d'electricitat no estan normalitzades ni legislades en la major part de països, ni tampoc en Cuba.

Com se mostra en la Taula 2.1.1, no existeix uniformitat en les cadenes hoteleres, cadascuna d'elles té els seus propis paràmetres de consum, només en el cas de l'aigua existeix un consens degut a que hi ha una normativa que regula el subministrament d'aigua als establiments turístics, en la resta s'han establert sobre fonaments empírics, considerant criteris de funcionament eficient dels serveis tècnics i enginyeries de varis hotels. Moltes cadenes estan funcionant amb paràmetres fixos sense que prèviament s'hagin realitzat estudis minuciosos de la planta física actual de cada hotel.

Cadena Hotelera	KWh/habitació dia	M ³ /habitació	Diesel L/habitació dia	GLP L/habitació dia
Gran Caribe S.A.	14-30	0.8-1	0.65-0.7	1.9
Horizontes S. A	35-40	0.8-1	2.5	1.9-2
Gaviota S.A.	35-40	0.8-1	2-3.5	1.9-2
Cubanacan S.A.	30-60	0.8-1	--	1.5-2
Islazul S.A.	27-60	0.8-1	2-2.5	1.5-2

Taula 2.1.1: Indicadors energètics utilitzats per les diferents cadenes hoteleres cubanes.

En tots els estudis realitzats a Cuba se relacionen per ordre d'importància la següent estructura de costos de energètics: Electricitat (65- 75%), gasoil/dièsel (10-15%), Gas líquat (8- 12 %), aquests consums energètics suposen fins a un 5 % del costos totals d'explotació. Les instal·lacions que tenen major importància i presència en tots els establiments per aplicar millores i reducció de costos energètics són les que utilitzen l'electricitat.

Els sistemes que consumeixen més energia elèctrica a Cuba son: Climatització (42%) i enllumenat (36%), mentre que els motors, ascensors, refrigeració i serveis de bugaderia suposen entre un 5-7% d'energia cadascun. Per altres hotels del Carib el consum de climatització es major, de l'ordre del (55%- 65), degut fonamentalment a les altes temperatures ambientals, mentre que la part de refrigeració consumeixen un 14%, l'enllumenat un 11%, ventiladors i bombes el 12% i la producció d'ACS un 7%.

Hotels Estudiats	R ² Coeficient de correlació del model Lineal
Ancon S.A.	0.050
ZAZA Banco 1	0.146
Laureles S.A.	0.147
Iberostar S.A.	0.053
Costa Sur S.A.	0.123
Las Tunas S.A.	0.144
Union. S.A	0.012

Taula:2.1.2 Comportament dels índexs de regressió en diferents Hotels entre el consum d'energia elèctrica enfront les HDO.

S'han realitzat estudis d'avaluació de millores energètiques però en quasi tots ells s'han trobat la dificultat de no tindre un indicador capaç d'avaluar adequadament estes millores. Exemple d'això és la taula 2.1.2 en la qual es relacionen els coeficients de regressió dels gràfics de dispersió de l'indicador KWh/HDO Vs HDO de diferents instal·lacions hoteleres cubanes.

Els resultats anteriors ens fan pensar que altres factors a més de les HDO tenen influència en el consum d'energia elèctrica de les instal·lacions hoteleres i per tant l'indicador utilitzat fins a la data de Kwh-HDO no mostra la variabilitat del consum elèctric de la instal·lació, per la qual cosa qualsevol anàlisi que es realitzi utilitzant aquest indicador no ofereix una correcta valoració de la seva eficiència energètica.

2.1.2 Variables que influeixen en el consum d'Energia elèctrica dels Hotels

És important conèixer les variables que influeixen en el consum d'energia, tant tèrmica com elèctrica dels hotels per a saber la forma tractar d'abraçar l'impacta d'elles sobre el consum total. En els països del carib on les temperatures exteriors són elevades i els nivells de confort són els mateixos per a totes les persones una de les variables de major incidència en el consum són:

El clima: Aquesta variable és la més important en el consum d'energia elèctrica, ja que en els països del tròpic de vegades es pot consumir en una mateixa habitació fins a 10 vegades més energia a l'estiu (Ramos, 1999), comparant-ho amb el consum d'hivern. Per exemple a Cuba els mesos de juliol i agost són els de major calor del país, i mesos com a maig, juny, setembre, octubre les temperatures mitjanes són inferiors a causa de l'efecte de l'increment de la pluja la qual comporta un refredament de les temperatures exteriors.

Categoria de l'Hotel: En funció de la categoria de la instal·lació turística són diferents els estàndards de qualitat i oferta que ha de rebre el client. El nivell d'equipament tecnològic no és el mateix, per exemple, en hotels fins a 3 estrelles, o bé no es disposa d'aire condicionat a les habitacions o bé s'utilitzen equips climatitzadors de finestra de menor eficiència que els equips centralitzats utilitzats en hotels 4 i 5 estrelles. Si es té en compte que la càrrega tèrmica que més pes té en els hotels és la climatització això implicarà una diferència substancial a l'analitzar els indicadors dels diferents hotels.

Les normes de consum per a ells són molt diferents quan en hotels normals s'usa 16 \$/peu², en hotels de luxe pot arribar a ser de \$ 4000/ peu² (Loper) . Per a construccions petites, els costos d'energia de les habitacions tendeixen a ser majors, perquè ells generalment no presten serveis de salons de conferències o àrees comunes. Els hotels grans tendeixen a prestar aquests serveis a més de salons de ball, restaurant, entre altres els quals consumeixen també energia.

Tipus de Turisme: El màxim consum d'energia d'una habitació ho representa la climatització, seguit per la il·luminació i en ambdós casos el consum de l'energia elèctrica depèn del règim d'explotació a què és sotmesa, la quantitat de turistes i el temps d'estada en ella, costums i hàbits de consum de cada turista (Betanzos, 2000).

Coneixent aquests punts en molts hotels s'ha implementat l'estratègia de traslladar l'animació a l'horari de major demanda i pic del sistema elèctric energètic nacional on el preu de l'energia quasi es duplica al doble amb l'objectiu de tractar d'allunyar als clients dels llocs major de consum (Habitació) i desplaçar el consum de forma general.

Estudis preliminars realitzats per Campos (1994) i Monteagudo (2002), confirmen la importància d'aquests indicadors i la necessitat d'obtenir models que relacionen el consum d'energia elèctrica de les instal·lacions hoteleres amb indicadors de les variables anteriorment analitzades.

2.1.2.1 Conclusions en Hotels del Carib-Cuba.

- L'activitat turística va en ascens a Cuba i un dels majors costos ho representa el consum energètic de la seva pròpia activitat.
- L'electricitat és l'indicador de major incidència en els costos i tota l'acció encaminada en la reducció del seu consum incrementaria les utilitats de les instal·lacions turístiques.
- Els indicadors utilitzats en l'actualitat per les diferents cadenes no són capaços d'avaluar l'eficiència energètica en els hotels i presenten dificultat a l'hora de usar-los com a instruments de control.
- Hi ha variables que poden influir en el consum d'electricitat dels hotels les quals han de ser estudiades amb profunditat mitjançant la recerca d'instruments de control adequat en l'ús d'electricitat en els hotels.

Aquestes conclusions també són aplicables a hotels analitzats a les Illes Balears, com podem veure a la següent figura. Tot i que l'electricitat té un pes lleugerament inferior que els hotels del carib, ja que sobretot la calefacció amb combustibles fòssils fa que hi hagi un major consum tèrmic que elèctric.

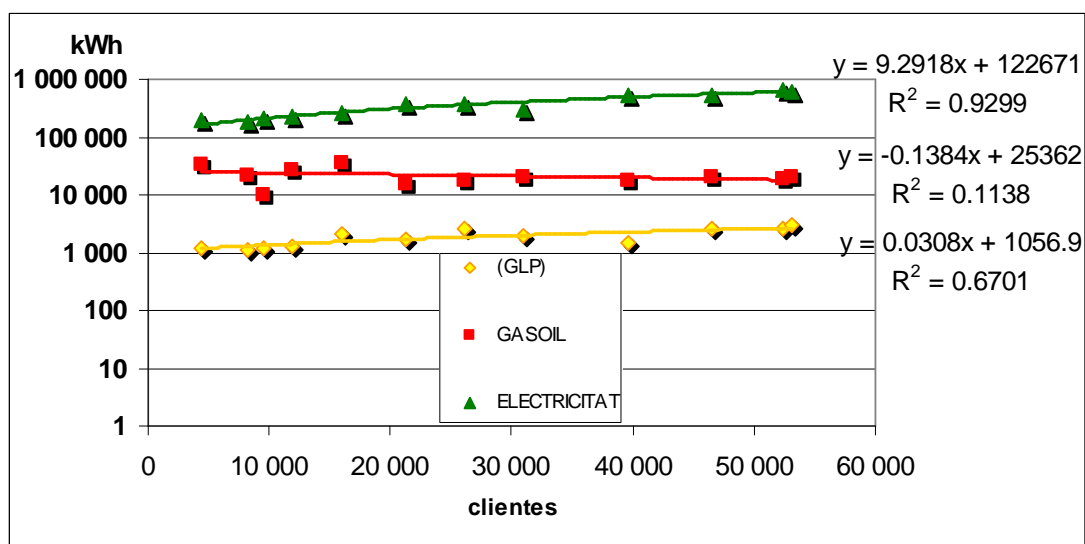


Figura 2.1.2 Consums Energètics d'un hotel en funció de les pernoctacions .

Font; Elaboració pròpia.2006

En Velasquez i Janna Chejne(2004), en canvi, en les auditories realitzades del sector industrial de Colòmbia fa un anàlisi més exhaustiu, aprofundint en aspectes termodinàmics i en la degradació de l'energia, coincidint amb altres autors europeus i físics que han estudiat fins i tot l'entropia de tots els recursos utilitzats per l'home.

Es volen estudiar a fons els d'indicadors energètics per Establiments Turístics i s'adoptaran el que millor s'adapti en cada cas, tal com es va presentar a l'ICREP'05 ambdós són útils en funció de la tipologia, ocupació i serveis de l'edifici.

2.1.3 Auditories energètiques a Grècia

Dins un àmbit més proper també s'ha cercat informació d'estudis realitzats en zones amb climatologia i tipologia de clients semblants a les Illes Balears. A nivell de resum podem destacar resultats fets en diferents auditories energètiques a Grècia;

1. Els consums energètics variaven des dels 10 fins els 90 kWh/estada
2. La categoria més habitual és la B (semblant al 3 estrelles espanyol) que varia des de les 5 fins als 25 kWh/ estada.
3. La font de combustible més utilitzada és gasoil (34% per calefacció i un 35% per Aigua Calenta Sanitària)
4. El major ús energètic en Hotels de classe B hotels es per climatització HVAC (22% per calefacció i el 15% per refrigeració).

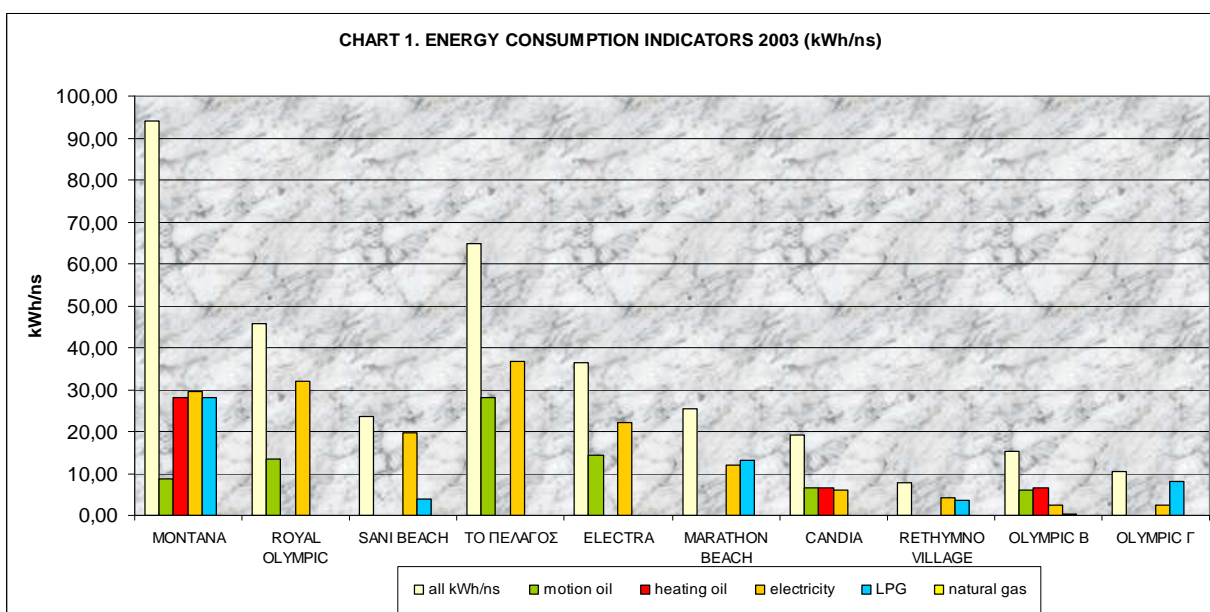


Figura 2.1.3.1 Consums Energètics d'un hotel en funció de les pernoctacions. Font; CRES, Karagiorgias et alt.. 2004

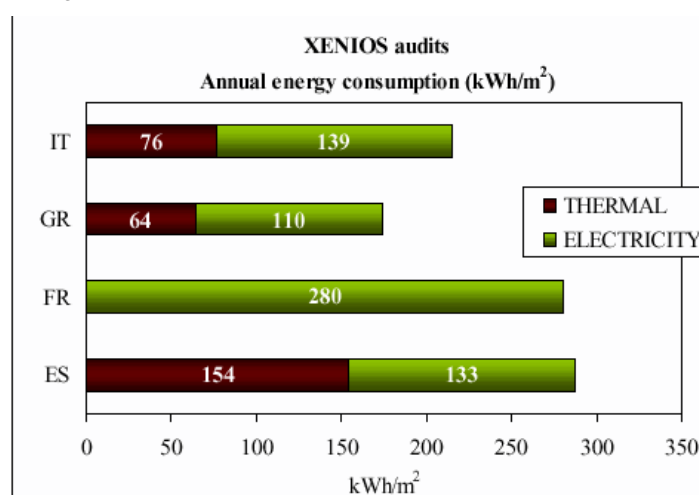


Figura 2.1.3.2 Consums energètics d'una mostra d'equipaments turístics d'Europa.

Font; Dascalaki E., Balaras C.A. XENIOS. 2002

REGIÓ	Luxe-Class & A Class	Class B	Class C	TOTAL
1. Grècia Central	12	13	19	44
2. Peloponesi	5	6	9	20
3. Ipiros-Thessalia	3	5	6	14
4. Macedònia-Thace	7	11	13	31
5. Illes de l'Egeu	27	17	24	68
6. Illes Iòniques	8	8	10	26
7. Creta	20	11	17	48
TOTAL	82	71	98	251

Taula 2.1.3: Distribució regional d'hotels a Grècia per categoria Enquesta de tipologies. Font; Karagiorgias et alt 2004.

Un altra estudi interessant que hem comentat abans era el projecte europeu Xenios, en el que participaven diverses euro-regions d'Itàlia, França, Espanya i que liderava Grècia. En aquest estudi podem extreure que els consum tèrmics del mostreig del programa Xenios, englobava només 4 hotels, per la qual cosa els seus resultats no eren significatius, però si permetien veure divergències entre països, ja que la tipologia d'hotels i les condicions climàtiques eren molt diferents.

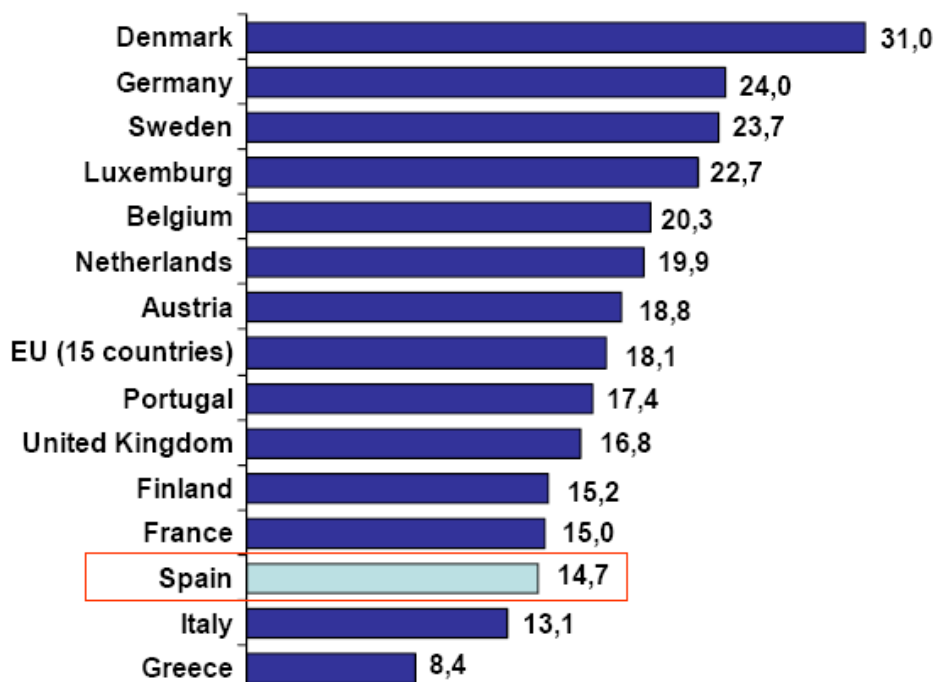


Figura 2.1.3.3 Costos mitjans de l'electricitat a Europa. Font; Union Fenosa, EnergyForum Barcelona. 2008

També influeixen les condicions socioeconòmiques de l'entorn, ja que el preu de l'energia no és el mateix, especialment l'electricitat que és la que fins ara es trobava més polititzada. El preu influeix bastant en certes decisions tècniques de l'usuari des de canviar o diversificar fonts d'energia més econòmiques a fer un ús més racional de l'energia.

2.1.4 Resultats per d'auditories energètiques a Barcelona

En un estudi fet a diversos equipaments del sector serveis, per Gas Natural. Es varen analitzar consums energètics de restaurants, oficines, poliesportius i hotels, i el potencial d'aplicació de tecnologies de cogeneració. En aquest estudi es va analitzar el consum tèrmic i elèctric dels equipaments i establir quins d'ells tenien una massa crítica mínima per fer rendible una instal·lació de cogeneració.

Es va utilitzar l'indicador kWh/m², que és el més utilitzat per edificis del sector terciari. El fet de que els edificis estigui ubicats a Barcelona, ja li dona a l'edifici una corba de consum energètica mensual molt característica dels països mediterranis, ja que tenen uns hiverns suaus i un estiu bastant sever.

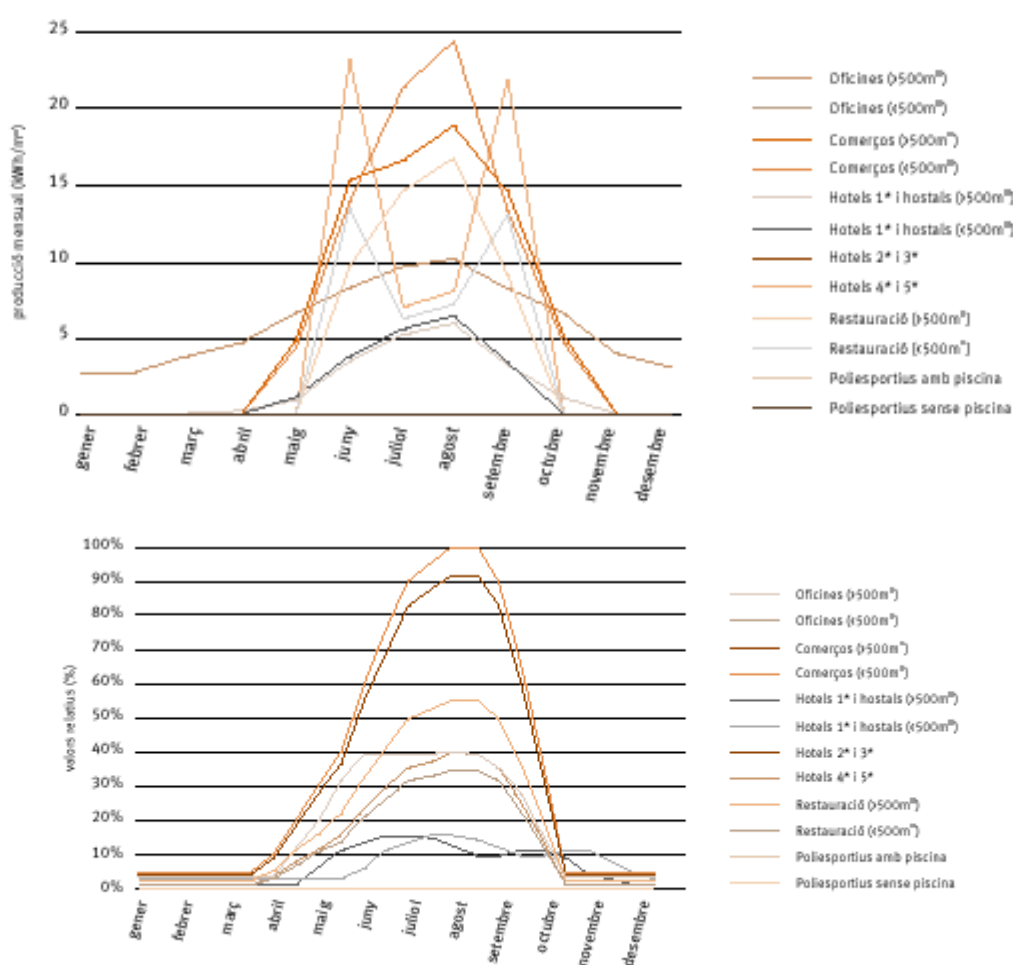


Figura 2.1.4 Consums energètics en kWh/m² d'una mostra del sector Serveis a Barcelona. Font; Gas Natural 2005

Les conclusions de l'estudi foren pel sector serveis i comercial foren que les tecnologies més interessants eren per energies renovables;

- Sistemes fotovoltaics per grans comerços i altres serveis de més de 3500 m².

- Sistemes de captació Solar per ACS a poliesportius.
- Sistemes solars de mitjana temperatura per calefacció i refrigeració en superfícies comercials.

Per a Cogeneració eren interessant;

- Poliesportius
- Edificis comercials de més de 3500 m².
- Grans hotels, hospitals i clíniques.

2.1.5 Resultats per d'auditories energètiques a la Comunitat Valenciana

En una guia feta per la comunitat Valenciana a l'any 2003, es va analitzar tot el sector hotelier fent una diagnosi dels consums energètics i els seus usos. La comunitat valenciana és una de les destinacions turístiques a destacar ja que representa el 8,2% de la oferta hotelera estatal, amb un total de 85.670 places, amb unes condicions climàtiques molt semblants a les Illes Balears, no obstant tenen més turisme nacional que estranger.

Els hotels es varen classificar per ;

- Tipologia d'hotel, o activitat principal que s'hi desenvolupa. Litoral, interior i urbans.
- Per situació geogràfica. Se varen classificar en funció de la província.
- Per categoria o classe, en funció de les estrelles.
- Per mida, en funció del nombre d'habitacions.

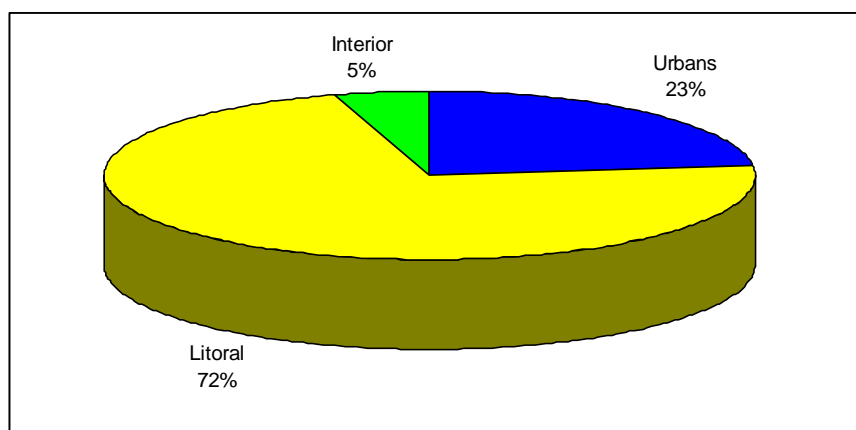


Figura 2.1.5 Distribució de tipus d'hotels a la C. Valenciana. Font;AVEN Any 2003

Els hotels a la Comunitat valenciana son petits, on el 25% te menys de 25 habitacions, i el 50% te menys de 50 habitacions. En canvi, el número d'hotels amb més de 200 habitacions només representava el 10% dels hotels. Per altra banda la categoria dominant són els hotels de 3 estrelles, ja que és el més demandat degut a la relació qualitat preu que ofereixen al client. Veuem més endavant que a les Illes Balears també se dona una majoria d'hotels d'aquesta categoria.

	n. hotels	n. places	% de places	Mida mitjana	Consum mig (kWh)
1 estrella	116	5.821	7%	50	230.700
2 estrelles	157	14.577	17%	93	470.000
3 estrelles	173	40.141	47%	232	1.276.700
4 estrelles	71	22.662	27%	319	1.914.500
5 estrelles	7	2.042	2%	292	2.460.900
TOTAL	524	85.243		163	

Taula:2.1.5. Resultats d'hotels a la C. Valenciana. Font; AVEN 2003

Els consums energètics de la C. Valenciana eren majoritàriament elèctrics, els 55%, enfront d'un 45% d'usos tèrmics. La ocupació mitjana que no baixa del 50%, semblant al que hi ha a les Illes Balears, tot i que la mida mitja dels hotels és inferior al de les Illes, que gairebé duplica els hotels de la Comunitat Valenciana.

2.1.6 Resultats del sector Hoteler Andalús.

El turisme tradicional es una de les àrees de major incidència en el consum energètic d'Andalusia, amb un 13,3% del total. Les despeses energètiques en una instal·lació hotelera suposen, un dels costos més importants després de les despeses de personal. Segons dades del 2008 Andalusia té uns 1.490 hotels (el 16% del conjunt nacional), la major part d'ells a Màlaga, Cadis i Granada. El 29% dels hotels són de tres estrelles, tot i que si se considera el nombre de places el 54% són de quatre estrelles. Consumeixen un 53% d'energia elèctrica i un 47% d'energia tèrmica, la qual és generada en la major part per Gasoil. El 90% disposen d'unitats centralitzades, i la major part tenen fan-coils com unitats terminals, un 60%.

En l'estudi fet a Andalusia, es distingeixen dues categories d'hotels, els de litoral i els d'interior, ja que hi ha diferències de consum energètics i d'ocupació. En els hotels de litoral l'ocupació mitja està prop del 51%, enfront als de interior que és només del 28%. En quan a energia els hotels d'interior tenen un major consum energètic, degut sobretot a que tenen temperatures més extremes.

Categoria	Costa kWh/estada	Interior kWh/estada
3***	17	34
4****	26	44
5*****	35	54

Taula:2.1.6. Resultats d'hotels a la Andalusia. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008

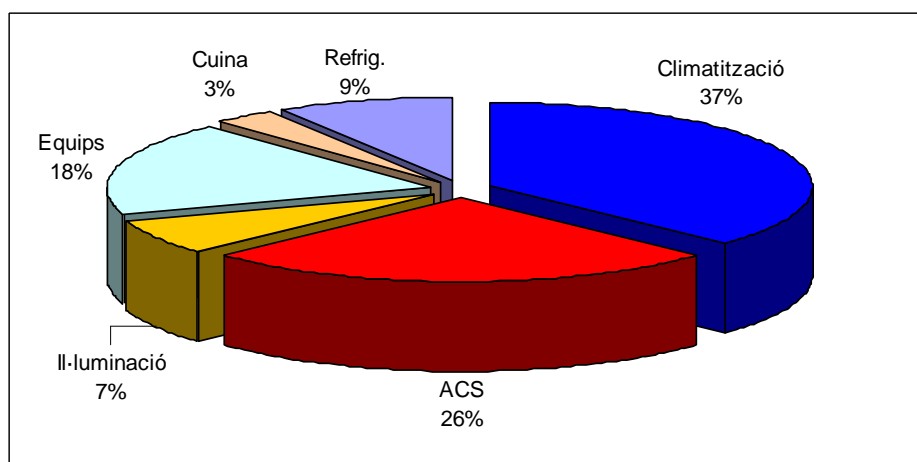


Figura 2.1.6a Consums energètics hotel de litoral. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008

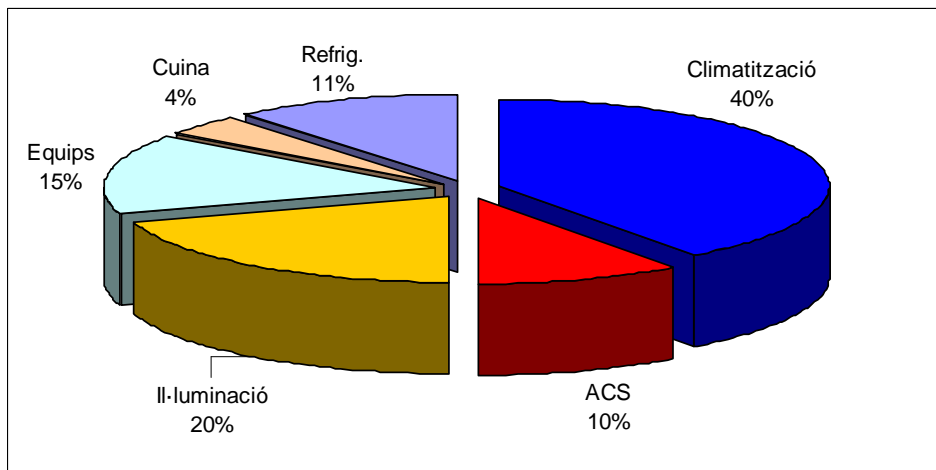


Figura 2.1.6b Consums energètics hotel de ciutat. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008

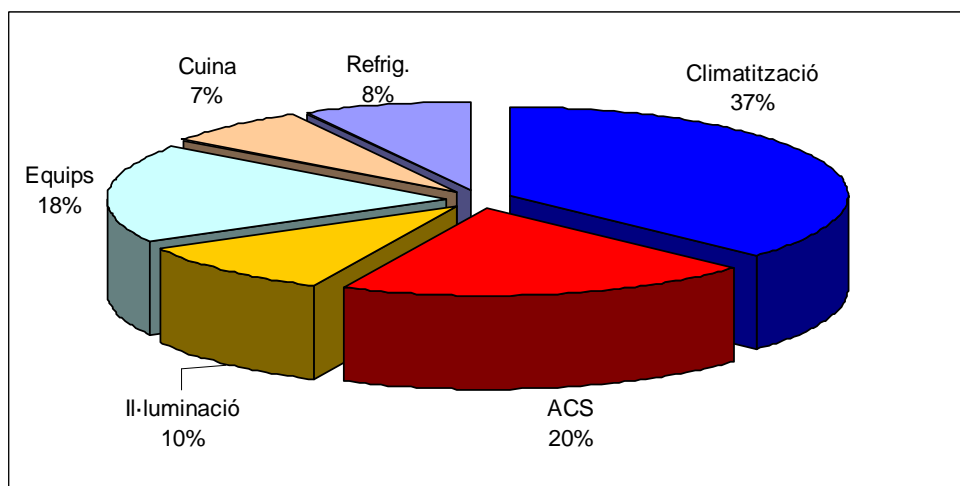


Figura 2.1.6c Consums energètics hotel de muntanya. Font; Guia Sector hoteler "Andaluz" 2008

2.1.7 Altres estudis.

En estudis publicats a revistes específiques, com l'"Energy and Buildings", s'ha demostrat el pes específic que té el sector Hoteler en el consum global del país i les diferències entre països.

El consum d'energia en el període 1973-2004 ha crescut per sobre el creixement de població i per sobre el creixement econòmic. Una part d'aquest creixement s'ha produït en el sector Terciari, sobretot en l'energia final que suposen un 14% del Total als Estats Units, un 30% a Espanya i un 16% al Regne Unit. Només als Hotels dels Estats Units el consum és de 316 kWh/m² any. Entre el 20-40% de l'energia final consumida correspon als Edificis, de la qual gairebé el 50% correspon als sistemes de climatització [Luis Pérez-Lombard 2008].

L'agència Internacional de l'Energia també ha fet diversos estudis en l'ús de l'energia als Hotels.

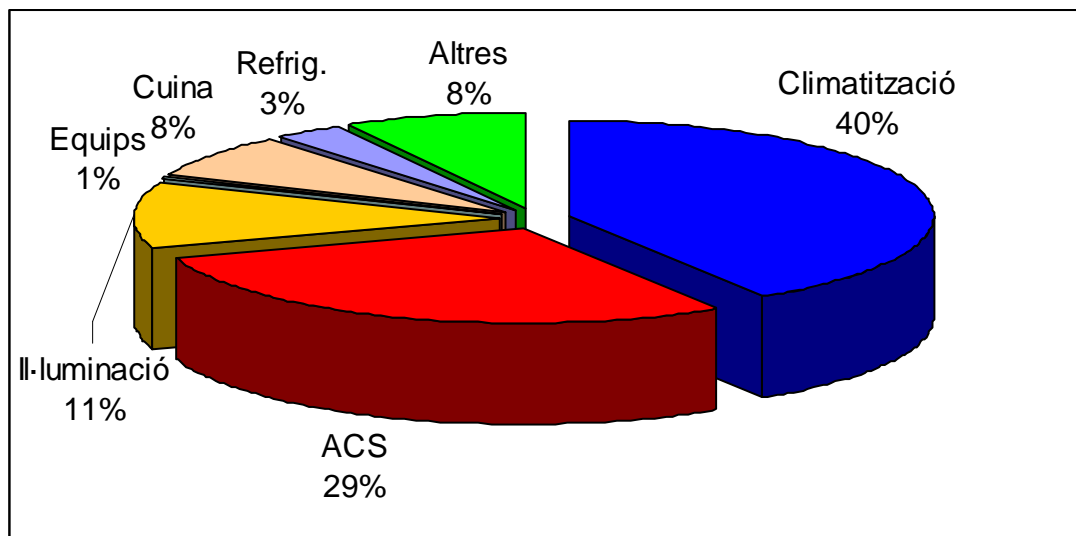


Figura 2.1.9 Consums energètics dels Hotels. Font; EIA 2006

2.2 Anàlisi de les tipologies i legislació d'equipaments turístics

S'ha fet un estudi de les diferents instal·lacions industrials que componen el equipaments turístics, els serveis que ofereixen, les demandes a cobrir, les perspectives d'innovació, les directrius europees i la seva normativa aplicable. Una de les dificultats més grans per a fer un anàlisi d'aquests equipaments és les divergències que hi ha de classificació en funció de la normativa estatal de cada país i a la manca en la literatura d'una caracterització de les tipologies d'equipaments turístics que permeti avaluar i comparar la seva eficiència, qualitat i sostenibilitat.

El contingut de l'anàlisi de tipologies d'equipaments turístics es farà primer de tot des de l'aspecte normatiu, a l'Estat Espanyol es poden distingir quatre modalitats; Hotels, Hotel-Apartament, Motels i Agroturisme, cada una d'elles amb diferents categories basades en les estrelles, en altres països es classifiquen per Turista, Turista Superior i Gran Luxe, o per lletres Economy / Standard (E/D), Comfort (C), First Class (B). La qualificació en funció del país pot variar i ser més o menys exigent.

	Age of building			Size of building m ²			Building height Storeys			Catering		Category Stars			Occupancy profile Operating:		
	< 1960	1960-90	> 1990	< 2000	2-5000	> 5000	< 3	3-6	> 6	Yes	No	**	***	> ***	All year	Winter	Summer
FR		✓				✓			✓	✓			✓		✓		
GR		✓				✓		✓		✓				✓			✓
IT	✓				✓			✓						✓	✓		
ES			✓			✓		✓		✓			✓		✓		

Taula 2.2.1. Enquesta de tipologies. Font; Dascalaki E., Balaras C.A. XENIOS. 2002

Per fer un anàlisi de tipologies d'equipaments turístics s'ha de tenir primer en compte la normativa que afecta als establiments turístics, la qual condiciona en gran part els serveis de l'hotel, temperatures dels serveis i per tant el consum d'energia. Però també hi ha altres aspectes a avaluar, com són la seva antiguitat, la grandària, l'alçada i el període d'obertura.

Segons el Reial decret 1634/1983 del 15 de juny per l'ordenació dels establiments hotelers (Ministeri de transports, turisme i comunicacions) com establiment hotelier entenem empreses i establiments dedicats de manera professional i habitual a l'allotjament de persones mitjançant un preu.

Podem distingir quatre modalitats; Hotels, Hotel-Apartament, Motels i Agroturisme.

Hotels; Aquells establiments que ofereixen allotjament amb o sense serveis complementaris, diferents a qualsevol de les altres dues modalitats.

Hotel-Apartament; Establiments que per la seva estructura i serveis disposen de les instal·lacions adequades per a la conservació, elaboració i consum d'aliments a l'interior de la unitat d'allotjament.

Motels; Aquells establiments situats a les proximitats de carreteres que faciliten l'allotjament en departaments amb garatge i entrada independent per estances de curta duració.

Hotel Rural-Agroturisme; S'entén per activitat complementària, la prestació de serveis turístics en el medi rural, d'acord amb alguna de les següents modalitats :

- a) Agroturisme.
- b) Hotels rurals.
- c) Altres ofertes complementàries.

El desenvolupament de totes elles necessàriament va lligat al manteniment de l'activitat agrícola, ramadera o forestal dels terrenys on s'ubiqui l'activitat.

La normativa diu que els Hotels podran obtenir de l'administració el reconeixement de la seva especialització en determinats serveis, com per exemple: Platja, muntanya, balneari, convencions, mèdics de grup, familiars, esportius, així com qualsevol altre que l'empresari hotelier consideri d'interès.

Els hotels i Hotels–Apartament es classifiquen en cinc categories, identificades per estrelles. Aquesta classificació és atorgada per l'administració turística i es manté mentre siguin complertes unes condicions mínimes, que es podran revisar d'ofici o amb una petició de la part interessada.

Les condicions mínimes venen regulades per l'annex 2 del mateix Reial decret i classifiquen aquestes en les grups:

- a) Instal·lacions
- b) Comunicacions.
- c) Zones de clients
- d) Serveis generals
- e) Zona de personal

En relació a les condicions mínimes relacionades amb el consum d'energia tenim segons grup:

a) Instal·lacions

	Estrelles				
	5	4	3	2	1
Climatització	Si	Si	Només a zones nobles	No	No

Calefacció	Si	Si	Si	Si	Si
Aigua calenta	Si	Si	Si	Si	Si

c) Zona de clients

	Estrelles Hotels				
	5	4	3	2	1
Habitacions individuals	Si	Si	Si	Si	Si
	10 m ²	9 m ²	8 m ²	7 m ²	6 m ²
Habitacions dobles	Si	Si	Si	No	No
	17 m ²	16 m ²	15 m ²	14 m ²	12 m ²
Habitacions dobles + saló	Si	Si	No	No	No
Habitació doble	15 m ²	14 m ²	13 m ²	12 m ²	11 m ²
Saló	12 m ²	10 m ²	10 m ²	9 m ²	8 m ²
Suites	Si	No	No	No	No
Bany en habitacions	Si	Si	Si	Si	Si
Salons socials	Si	Si	Si	Si	Si
Bar	Si	Si	No	No	No

d) Serveis generals

	Estrelles Hotels				
	5	4	3	2	1
Serveis sanitaris generals independents homes i dones	Si	Si	Si	Si	Si
Dotació de escurador en cada ofici de planta	Si	Si	Si	No	No

e) Zona personal

	Estrelles Hotels				
	5	4	3	2	1
Serveis sanitaris generals independents per homes i dones	Si	Si	Si	Si	Si
Excusat pel personal masculí i femení	Si	Si	Si	Si	Si
Menjador de personal	Si	Si	Si	No	No

Les activitats turístiques es desenvolupen en determinats espais físics que, en funció de les seves peculiaritats, donen lloc a diferents tipus de turisme; així podem parlar, a grans trets, de turisme de costa o de litoral (anomenat turisme de sol i platja); turisme urbà o de ciutat; turisme de neu o d'alta muntanya i turisme en l'espai rural (malgrat les nombroses i variades tipologies que hi ha avui en dia). Per tant els hotels a part de les estrelles també es podrien classificar per la seva ubicació geogràfica (Hotels de Platja, costa o Litoral, Hotels de Ciutat o urbà, Hotels de Muntanya, Hotels d'interior o rurals.), ja que condiciona unes ocupacions mitges, unes condicions climàtiques lleugerament diferents i una tipologia de client.



Figura 2.2.2 Diferents tipologies d'hotels.

Una factor a tenir en compte en la classificació és l'arquitectura de l'hotel i la seva distribució, es podrien classificar hotels d'estructura vertical, hotels d'estructura horitzontal.

Es podrien classificar per la mida, si tenen menys de 25 habitacions, entre 25 i 100 i més de 100 habitacions. També es podrien classificar per l'ocupació, si és elevada o és baixa, o els mesos que estan oberts, de temporada o oberts tot l'any.

Els Hotels de ciutat, amb una construcció molt vertical amb poca superfície exterior, poc consum de territori, tenen ocupació elevada tot l'any i un perfil de client que passa molt poques hores dins l'hotel.

Els hotels de Platja, poden ser d'estructura horitzontal o vertical, però solen ser complexos hotelers, construcció més bé horitzontal, amb més superfície exterior, alt consum de territori, ocupació molt estacionaria, en el cas de les Illes Balears, centrada els mesos d'estiu.

A part de la legislació turística hi ha altres normatives d'àmbit estatal que afecten al consum energètic i al disseny de les instal·lacions, les quals han anat variant al llarg del temps.

A continuació farem un resum de les més destacades.

- "Orden del 9 de Marzo de 1971 (Ministerio de Trabajo) sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo." Ens obliga a tenir unes condicions mínimes sanitàries, dotació de serveis, aigua calenta, ventilació, il·luminació mínima, .., que actualment ha quedat derogada per el Codi Tècnic de l'Edificació.

- Reial Decret 140/2003, del 7 de febrer, pel que s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà.

- Hi un reglament que ens condiciona molt les instal·lacions de climatització i producció d'aigua calenta sanitària, sobretot amb el que fa referència a la temperatura d'emmagatzemat de l'aigua calenta i el seu manteniment, amb la finalitat de prevenir la Legionel·la, és el RD 909/2001 Criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·la i el que es va aprovar posteriorment més exigent el "REAL DECRETO 865/2003, de 4 de juliol, pel que s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losis. BOE núm. 171 del 18 de juliol, això va suposar un canvi tecnològic en la producció i emmagatzemament dels hotels i un increment en el consum energètic, ja que fins a les hores hi havia hotels que produïen i emmagatzemaven l'aigua calenta a 40-45°C, per la qual cosa s'ha hagut de passar a com a mínim 60 °C, amb pasteuritzats periòdics de 70 °C.

- Reglament Electrotècnic de baixa tensió, aprovat per Decret el 9-09-2002, i les seves instruccions complementàries i fulls d'interpretació. Ens obliga a fer unes revisions periòdiques de les instal·lacions, a complir unes condicions de seguretat en les instal·lacions elèctriques i en l'enllumenat d'emergència, i que el cablejat de zones de pública concurrència sigui lliure d'halogenurs.

- Norma Bàsica de l'Edificació NBE-CPI-96 sobre condicions de protecció contra incendi dels edificis (Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre), que actualment ha quedat derogada per el Codi Tècnic de l'Edificació, obliga a que els establiments tinguin unes instal·lacions d'extinció i detecció mínimes i que es disposi d'una adequada sectorització, amplades de portes, passadissos i escales, a més de disposar de sortides d'emergència amb amplades i distàncies mínimes.

- Hi ha reglaments que fan referència al consum de combustibles, com és el Decret 2204/75 de 23 d'agost, que fixa les característiques, qualitats i condicions d'ús de carburants, combustibles líquids i sòlids (19.09.75). i les seves posteriors modificacions com el R.D. 2482/86 de 25 de setembre. La part del gas hi ha reglaments específics de disseny i manteniment con són el Reglament sobre instal·lacions d'emmagatzemat de gasos líquids del petroli (G.L.P.), en depòsits fixos B.O.E. nº 46 del 22 de febrer de 1986, i la seva correcció d'errors BOE. n. 138 de 10 de juny de 1986.

- Reglament d'instal·lacions de calefacció, climatització i aigua calenta sanitària, i Instruccions Tècniques complementàries I.T.I.C.,(RITE) amb la finalitat de racionalitzar el seu consum energètic, hi ha RD antics "Real Decreto 1618/1980 de 4 de Julio (BOE. nº 188, de fecha 6 de Agosto de 1.998)" i "Orden Ministerial de 16 de Julio de 1.981 (B.O.E. nº 193, de fecha 13 de Agosto de 1.981)" i el "REAL DECRETO 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de Calefacción y Climatización y Agua caliente sanitaria con el fin de racionalizar su consumo". La més recent que deroga part de les anteriors és el . R.D. 1218/2002, de 22 de novembre, por el que se modifica el RD 1751/1998, i se crea la Comissió Assessora per a les Instal·lacions Tèrmiques en Edificis (03.12.2002), aquest reglament ha quedat derogat per l'entrada en vigor del nou RITE, al febrer del 2007. Aquest es possiblement el reglament que més afecta tant als rendiments mínims dels equips, disseny de les instal·lacions i manteniment.

- En les instal·lacions frigorífiques s'han de tenir en compte els reglaments per a la seguretat de les plantes i les seves instal·lacions com són el R.D. 3099/77 de 8 de setembre de 1977, i totes les seves modificacions, com l'Ordre de 29 de novembre de 2001, la CTE/3190//2002, de 5 de desembre, pel que se modifiquen les ITC MI-IF002, MI-IF004 i MI-IF009 (17.12.02). També hi ha reglaments Tècnico-Sanitaris que se refereixen a l'emmagatzemat frigorífic d'aliments i productes alimentaris, com són el R.D. 168/1985 de 6 de febrer, aprovat el 14 de febrer de 1985.

- Altres normes que afecten als consums energètics són les diferents normatives sobre l'edificació, com són "Norma Tecnológica de la Edificación NTE-1973, IFC.", la posterior NBE-CT-79, que establia unes restriccions d'aïllament enfocades a minimitzar el consum en calefacció. Actualment ha quedat derogada per el Codi Tècnic de l'Edificació, que ha suposat un gran avanç la sostenibilitat de les edificacions, passant a tenir uns aïllaments més restrictius, a tenir en compte el consum de l'edifici durant tot l'any, estiu i hivern una contribució mínima d'energia solar, una eficiència lumínica mínima, una contribució mínima d'energia fotovoltaica ...

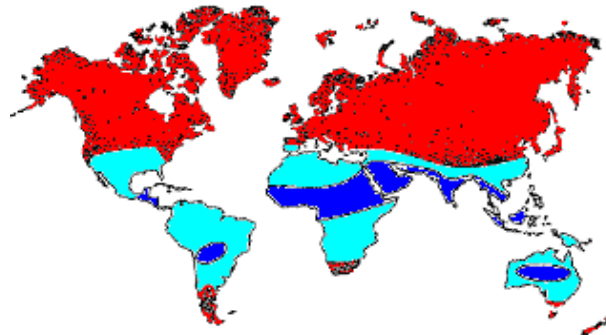
Any	Resum de Normativa Energètica	
1979	NBE-CT-79	
1980	R.D. 1613/80- Regl.de Inst. de Calefacció i ACS. Afecta a Equips, i al Rendiment	
1993	Directiva SAVE 76/93	
1994		
1995	Primer borrador de la "Calificación Viviendas"	Software gratuït CEV
1996		
1997		
1998	RITE 98 (Revisió de ITIC de 1980)	
1999	Primer borrador de qualificació energètica d' Edificis	Software gratuït CALENER i Actualització NBE
2000	Primer borrador de prevenció de legionel·losi	
2001	Código Técnico de la Edificación. RD909/2001 Criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losi	
2002	Borrador Directiva 2002/91/CE	
2003	Aprovació de la Directiva d'Eficiència Energètica d'Edificis RD 865/2003, de 4 de juliol, criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losis.	Rev. NBE/CALENER
2004	Primer borrador del nou RITE	Revisión RITE
2005		LIDER (beta)
2006	Entrada en vigor de CTE a partir de la DEEE 2002/91/CE	LIDERv1.0 CALENER BETA
2007	Entrada en vigor de Certificació Energètica d'Edificis (CEE) RITE 07(Revisió de ITIC de 1998)	CALENER VYP i GT
2010	Directiva Comunitaria 31/2010 (pendent de transposició)	

Taula 2.2.3. Resum de normativa energètica que afecta als Edificis.

Una vegada vista la normativa que afecta al disseny dels establiments i les tipologies normatives podem entrar més en detall a l'anàlisi dels consums energètics dels establiments turístics, tenint en compte que la categoria obliga a tenir uns serveis i una superfície que influirà en el consum energètic global.

La directiva 31/2010 encara no està transposada a la legislació espanyola, però suposarà que els edificis al 2020 hauran de ser amb balanç quasi zero d'emissions de CO₂. Això suposa que les energies renovables hauran de tenir un alt grau d'implantació. Per tant serà motiu d'anàlisi exhaustiu la implantació d'aquestes fonts renovables de cara a la futura legislació.

En quant als criteris de disseny normatius s'adoptaran els més restrictius, que generalment són el que marquen les institucions europees. S'haurà de tenir en compte no només aspectes constructius com els materials, les dimensions de l'edifici, l'antiguitat sinó també aspectes operatius com la capacitat, l'ocupació anual i la climatologia.



■ Calefacció necessari a tots els edificis
■ Aire Condicionat necessari per no-natius

Figura 2.2.4. Necessitats energètiques de Climatització mundials. Font; CADDET 1996.

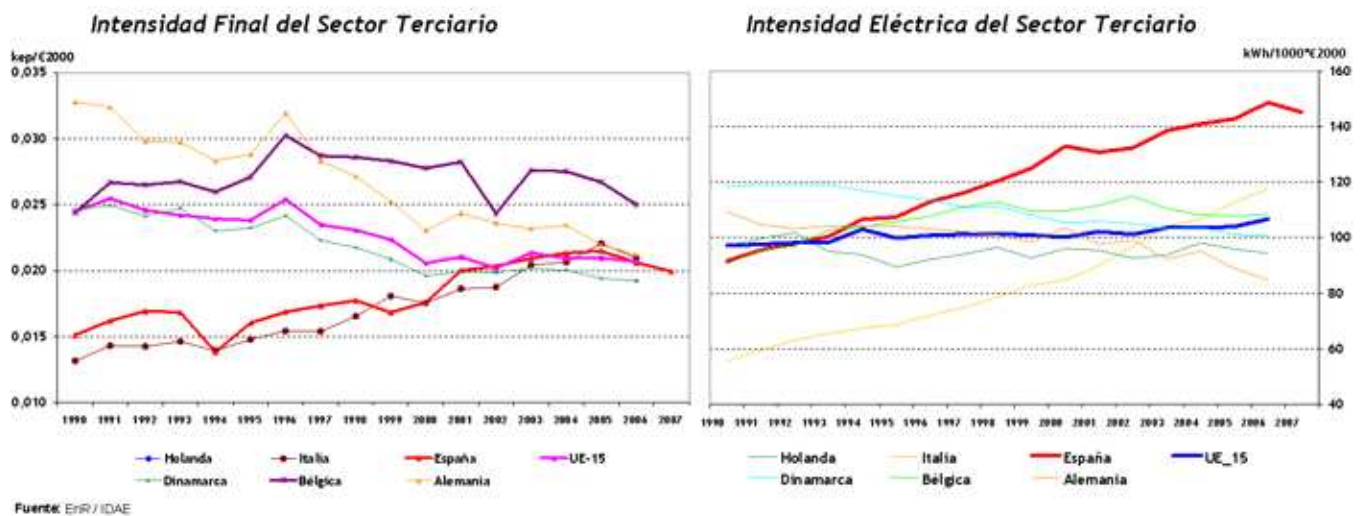


Figura 2.2.3. Intensitat energètica del sector terciari. Font; IDAE/EnR

El sector Terciari Espanyol és del que més creixement ha tingut els darrers anys, condicionat també pel creixement econòmic que ha experimentat, amb l'augment del confort i equipaments. Sobretot el consum elèctric és allà on hi ha hagut més creixement i no sempre ha coincidit amb el increment de l'activitat econòmica. Utilitzant l'indicador d'intensitat energètica podem veure com en nostre país ha incrementat molt el consum, sense incrementar amb la mateixa proporció el PIB.. En el cas del sector terciari te una certa lògica, ja que els anys de crisi i baixa ocupació els edificis són més ineficients, ja que com veurem més endavant en la part de treball de camp, un hotel amb baixa ocupació consumeix més energia per persona que amb una ocupació elevada, ja que hi ha molts d'espais i zones comuns que s'han de climatitzar, independentment de les habitacions que estiguin plenes .

2.3 Usos de l'energia en hotels

Les demandes energètiques en un hotel són bàsicament les següents:

- **Tèrmica:** per mantenir les condicions de confort –calefacció/refrigeració-, així com per cobrir la demanda d'aigua calenta sanitària de tot l'establiment, així com donar aport calorífic i de refrigeració per a l'activitat de la cuina i bugaderia.

- **Lumínica:** per satisfer les condicions de visibilitat adequades al desenvolupament normal de les activitats en cadascuna de les diferents zones de l'establiment hoteler i decorar i ornamentar determinades zones.

- **Mecànica i elèctrica:** per al funcionament de diferents aparells (ascensors, compressors, bombes d'aigua i de circulació, rentadores, televisions,...)

La major part de les demandes energètiques se cobreixen directa o indirectament amb el subministrament d'electricitat de la xarxa elèctrica, per la qual cosa l'eficiència del sistema elèctric és un factor a tenir en compte a l'hora d'avaluar la sostenibilitat del sector.

Les Illes Balears disposen de més de 2.600 establiments turístics, amb més de 422.000 places. La major part d'aquest establiments són hotels, més del 60% dels establiments turístics i gairebé el 70 % de les places es troben a l'illa de Mallorca.

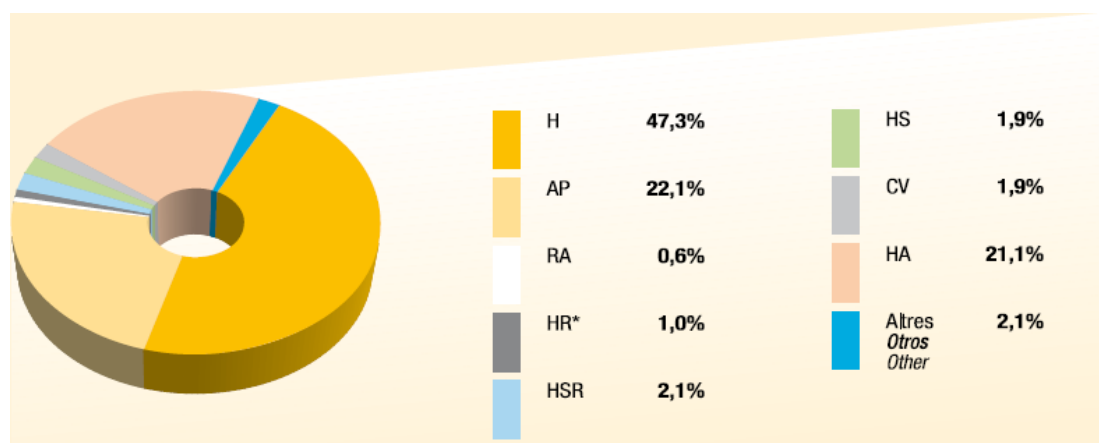


Figura 2.3.1 Distribució d'establiments turístics. Font; Conselleria de Turisme. CAIB Any 2008

Tipus d'establiment	Nre. d'establ.	Nre. places	Nre. Unitats	% places
H 1*	47	3.971	1.609	2,0%
H 2*	89	16.840	5.237	8,4%
H 3*	372	118.774	46.307	59,3%
H 4*	173	54.616	23.398	27,3%
H 5*	26	5.927	2.651	3,0%
Total H	707	200.128	79.202	100,00

Taula 2.3.1 Tipus d'hotels a les Illes Balears. Anys 2008. Font; Conselleria de Turisme. CAIB

D'aquests hi ha més de 700 hotels, on gairebé el 60% tenen una categoria de 3 estrelles. La quantitat d'hotels s'ha estabilitzat des de fa més de 10 anys, ja que hi ha una moratòria força restrictiva a l'hora de concedir noves llicències al nostre territori, per evitar l'excés de demanda en determinades zones i categories. Autoritzant només els de 4 i 5 estrelles, per la qual cosa en uns anys hi haurà una tendència a l'increment d'aquestes categories.

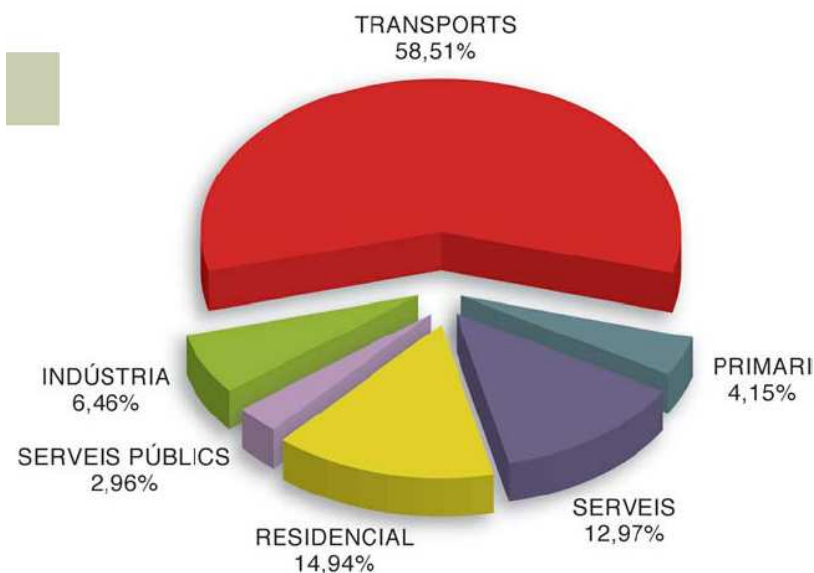


Figura 2.3.2 Distribució de consums energètics per sectors. Font; DGE Any 2007

En referència als tipus d'energia que s'empren als hotels, els establiments turístics consumeixen més d'un terç del consum del sector serveis, el 4,3% de l'energia final de les Illes Balears, i suposen un 10% del consum elèctric. A la següent taula podem veure un resum a partir de les auditories energètiques pròpies i les facilitades per la Direcció General d'Energia de les Illes Balears, la distribució de consums:

Tipus d'Energia	Electricitat	Gas - LPG	Gasoil - Fuel	Total
Cost (€/est.)	0,80	0,05	0,17	1,02
Cost (%)	78%	5%	17%	100%
Consum Energètic (%)	54 %	10 %	36 %	100 %
Màxim (kWh/est.)	45,44	31,80	15,52	71,72
Mínim (kWh/est.)	0,65	-	-	7,08
Mitjana del Consum Energètic (kWh/est.)	8,28	1,55	6,21	15,39

Taula 2.3.2 Consum energètic d'hotels. Anys 2000-2003. Font DG. Energia. CAIB.

La forma d'energia utilitzada en qualsevol establiment turístic, sigui quina sigui la seva categoria és l'electricitat, ja que la xarxa elèctrica arriba a la totalitat de les zones turístiques, dels 154 hotels enquestats tots disposaven d'energia elèctrica. La segona forma d'energia més present estava després de l'electricitat, era el Gasoil, que s'utilitza majoritàriament per a la calefacció i producció d'ACS, històricament s'havia utilitzat molt, ja que les Illes Balears només disposaven fins a finals de segle XX de gas canalitzat a la zona de Palma i la seva badia, i era una font econòmica, fiable i que disposava d'una àmplia xarxa de distribució, tot i cada vegada

està més en desús, degut al seu encariment progressiu i a la menor eficiència de les calderes, dels 154 hotels 145 disposaven de Gasoil. La tercera font d'energia és el Gas, que pot ser canalitzat o en dipòsits (en forma de Gas Natural, Aire Propanat, Propà, Butà), ja que una immensa majoria disposa serveis de restauració (és necessari en cuines i forns) i l'utilitza per a la producció d'ACS i en menor mesura per a la calefacció. Tot i que cada vegada està més present als hotels, i a mesura que la xarxa de gas arriba a les diferents zones turístiques, es produeixen en molts de casos una substitució d'aparells de Gasoil per Gas, ja que disminueix els costos de manteniment, millora l'eficiència i redueix les emissions de CO₂. Com exemple podem veure que dels 154 hotels auditats entre el 2000 i 2003 per la DG d'Energia, 143 disposaven de Gas.

Categoria	Mitjana		Màxim		Mínim	
	kWh/est	kWh/m ²	kWh/est	kWh/m ²	kWh/est	kWh/m ²
1	18.3	166.2	35.4	355.0	6.9	73.6
2	10.2	77.1	27.8	198.0	3.8	18.5
3	14.4	134.3	34.6	339.2	3.6	13.4
4-5	23.7	179.4	61.7	413.7	10.4	17.5

Taula 2.3.3 Indicadors energètic d'hotels per cat.. Anys 2000-2003. Font DG. Energia. CAIB.

En quan al cost de l'energia pot variar en funció del tipus d'energia que s'utilitzi i de les condicions tarifàries que es tenguin amb l'empresa subministradora, el preu del combustible, ..., però generalment no suposen més del 8% de les despeses totals que té un hotel. A les Illes Balears solen ocupar el tercer lloc, després dels costos de personal i manutenció. Generalment hi ha una proporcionalitat entre els costos energètics i la categoria de l'hotel, ja que a més categoria, més serveis i més consum energètic. Les grans cadenes hoteleres són les que més cura tenen dels costos energètics i generalment aquests són inferiors al 4% dels costos totals, tot i que en l'augment progressiu que han experimentat les fonts d'energia convencionals, aquests costos cada vegada tenen més importància dins la facturació total de l'establiment.

Els resultats obtinguts en el cas de les Illes Balears, són semblants a Hotels de la mateixa tipologia Barcelona, C. Valenciana i Grècia, dels quals s'han obtingut dades per tal de comparar resultats. A nivell global les diferències més importants són degudes sobretot a diferències en l'ocupació i el tipus d'hotel, en quan a l'indicador kWh/m². En canvi si comparem els percentatges d'usos energètics, són molt semblants, per la qual cosa podem dir que la tipologia dels clients i necessitats dels hotels per usos és bastant semblant, independent de la zona climàtica.

	ACS	Calefacció	Refrigeració	Altres usos elèctrics	Total
	KWh/m ²	KWh/m ²	KWh/m ²	KWh/m ²	KWh/m ²
Hotels Barcelona					
Hotels 1*, hostals i motels(>500 m ²)	30	50	20	40	140
Hotels 1*, hostals i motels(<500 m ²)	25	40	20	40	125
Hotels 2* i 3*	45	60	50	60	215
Hotels 4* i 5*	50	65	75	150	340

Taula 2.3.4 Indicadors energètic d'hotels per cat.. Any 2005. Font Gas Natural BCN.

PARAMETROS DE EFICIENCIA EN HOTELES				
RELACION DE EFICACIA	Excelente	Buena	Pobre	Deficiente
A) Hoteles grandes (más de 150 hab) con aire acondicionado, lavandería y piscina cubierta.				
Electricidad (kWh/m ² .año)	<165	165-200	200-250	>250
Combustibles (kWh/m ² .año)	<200	200-240	240-300	>300
TOTAL (kWh/m ² .año)	<365	365-440	440-550	>550
Agua (m ³ /huésped.año)	<220	220-280	280-320	>320
B) Hoteles de tamaño medio (50-150 hab) sin lavandería, con calefacción y aire acondicionado en algunas dependencias				
Electricidad (kWh/m ² .año)	<70	70-90	90-120	>120
Combustibles (kWh/m ² .año)	<190	190-230	230-260	>260
TOTAL (kWh/m ² .año)	<260	260-320	320-380	>380
Agua (m ³ /huésped.año)	<160	160-185	185-220	>220
C) Hoteles de tamaño pequeño (<50 hab) sin lavandería, con calefacción y aire acondicionado en algunas dependencias				
Electricidad (kWh/m ² .año)	<60	60-80	80-100	>100
Combustibles (kWh/m ² .año)	<180	180-210	210-240	>240
TOTAL (kWh/m ² .año)	<240	240-290	290-340	>340
Agua (m ³ /huésped.año)	<120	120-140	140-160	>160

Taula 2.3.5 Eficiència en Hotels de València. Font:AVEN Any 2003

En comparació amb altres formes d'energia, el consum elèctric és la dada més fàcil de quantificar i fiable perquè generalment es disposa d'un comptador de la companyia elèctrica, revisat periòdicament, que ens dona detallat el consum per mesos i en funció de la tarifa, el consum per franges horàries, puntes de consum (maxímetre). L'anàlisi d'aquestes factures ens pot suposar estalvis econòmics importants, únicament canviant les condicions contractuals amb l'empresa subministradora.

CATEGORIA de l'Hotel	No. d'establiments	No. de places	Consum específic (KWh/plaça any)	Consum específic (KWh/estada)	Consum total (MWh/any)
4* - 5*	305	101.161	2.220	10,09	224.577
3*	499	171.122	1.398	6,35	239.229
2*	127	26.341	949	4,31	24.998
Apartaments	933	93.499	650	2,95	60.774
Altres establim.	678	29.366	350	1,59	10.278
TOTAL	2.542	421.489	1.328		559.856
Hotel Tipus	3*	343	1.637		561

Taula 2.3.6. Estimació del consum elèctric dels Hotels de les Illes Balears. Elaboració pròpia i DG Energia. Any 2008

Generalitzant podem dir que l'energia elèctrica que consumeix un hotel tipus dels auditats son uns 8 kWh per estada, la qual s'empra principalment per a la climatització dels ambients, es a dir donar calefacció a l'hivern, si es disposa d'una bomba de calor, i d'aire condicionat. En

menor mesura per a la il·luminació i l'alimentació d'aparells elèctrics (bombes de circulació d'aigua, cambres frigorífiques, grups de pressió, televisors, rentadores, ascensors,..).

Exemple de consums d'un Hotel Tipus	CATEGORIA de l'Hotel	No. de places	Consum elèctric (KWh/plaça i any)	Consum elèctric (KWh/estada)	Consum elèctric total (MWh/any)	Consum elèctric total (kWh/m ² any)
	Categoria 3*	343	1.845	8,28	673	85

Taula 2.3.7 Exemple de consum elèctric d'un hotel típic. Font; Elaboració pròpia i DGE. Any 2008

Tenint en compte la totalitat dels consums energètics, podem dir que l'energia final que s'empra per climatitzar suposa entre el 25% i el 50% dels consums, per escalfar l'aigua sanitària (ACS) entre el 5% i el 25%, pel que fa als consums de cuina i hostalera els consums són principalment en refrigeració i cocció d'aliments suposa entre el 10% i el 20%, la part d'il·luminació dels espais comuns i de les habitacions suposa entre el 5% al 15% de l'energia final, tot i que en alguns establiments amb molta superfície enjardinada i espais comuns pot arribar a ser de més del 30%. Hi ha molta variabilitat en funció de la categoria, els mesos d'obertura, ..., també hi ha diferències de si en les dades es vol incorporar l'eficiència del procés o només es compta el consum d'energia final.

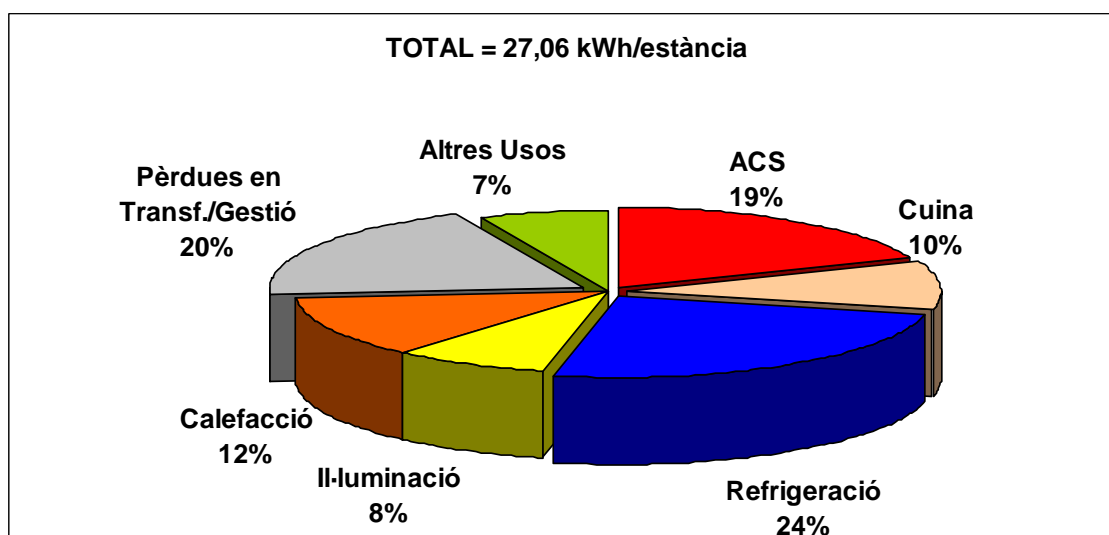


Figura 2.3.6 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any. Font; Elaboració pròpia i DGE

En altres estudis en els que s'ha participat en auditors d'hotels, els usos són semblants als de les Illes Balears, variant lleugerament degut a les condicions climatològiques. Hi ha estudis que detallen altres consums, com bombes, compressors de refrigeració de cuines, ascensors, bugaderia, ... Molts d'aquests consums són extrapol·lacions dels consums estimats alguns dies significatius, en funció a les hores de funcionament i potències, per la qual cosa, tot i que són interessants, a nivell de fer un anàlisi ràpid és millor donar la informació amb ACS, Calefacció, Refrigeració, il·luminació, cuina i la resta englobar-ho en una categoria d'altres usos. D'aquesta manera es te diferenciat els principals usos tèrmics i elèctrics de la resta.

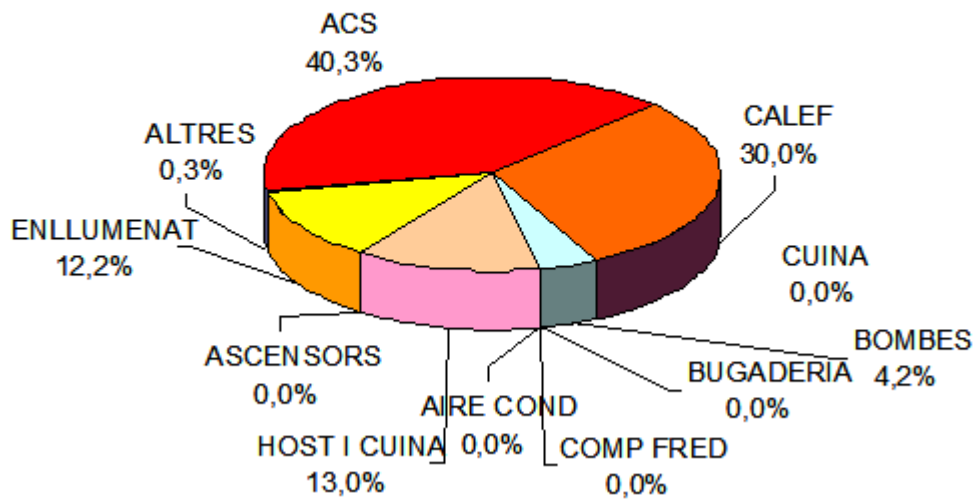


Figura 2.3.7 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any de 2 estrelles. Font; DGE

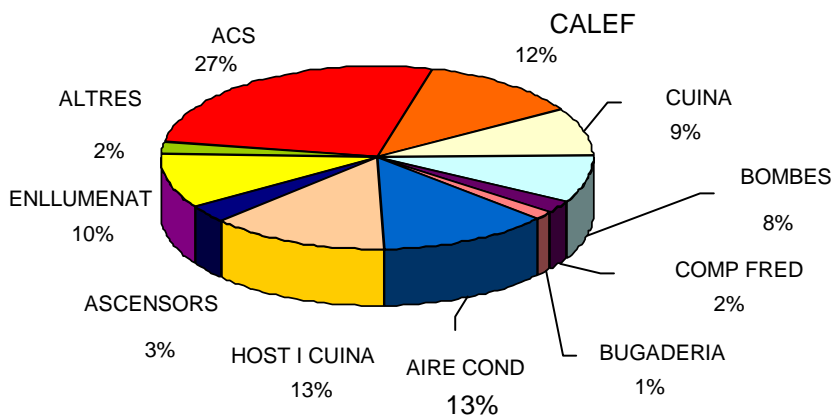


Figura 2.3.8 Consum energètic per usos d'un hotel obert quasi tot l'any de 3 estrelles. Font; DGE

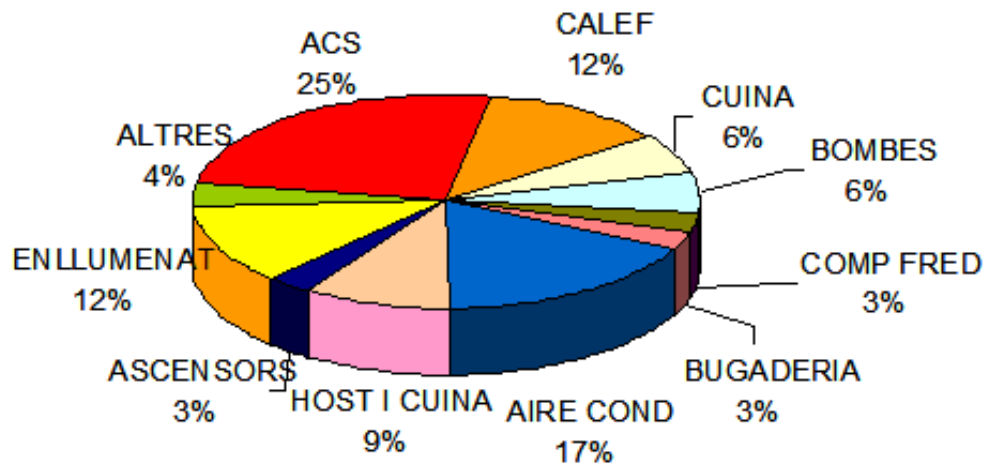


Figura 2.3.9 Consum energètic per usos d'un hotel obert 8 mesos de 4 estrelles. Font; DGE

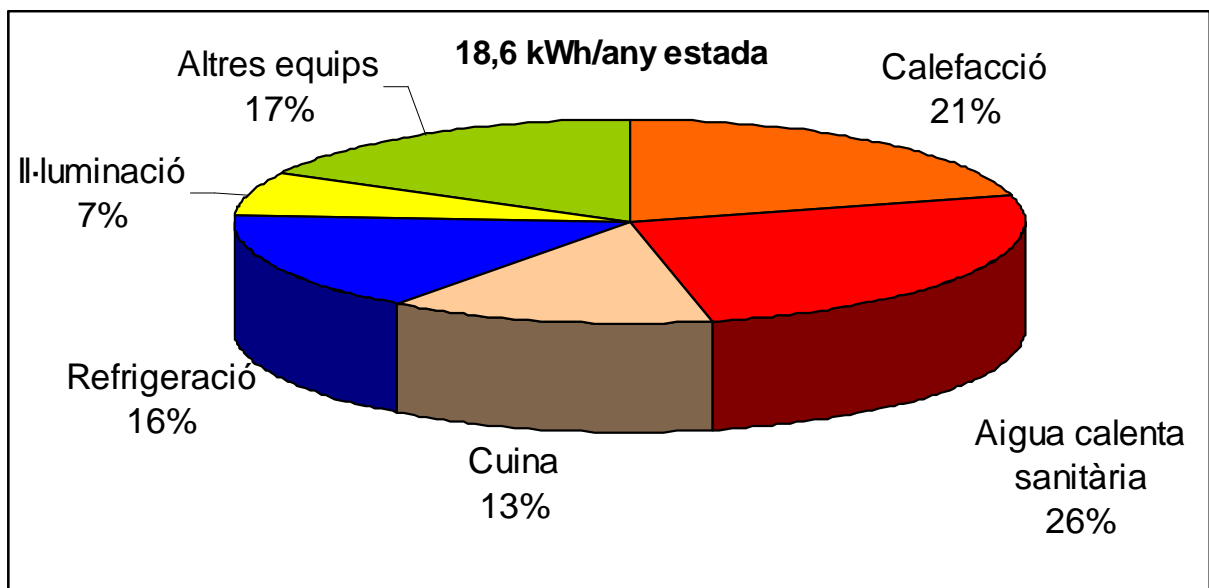


Figura 2.3.10 Consum energètic per usos d'hotels de Plata de Palma. Font; Elaboració pròpia i DGE

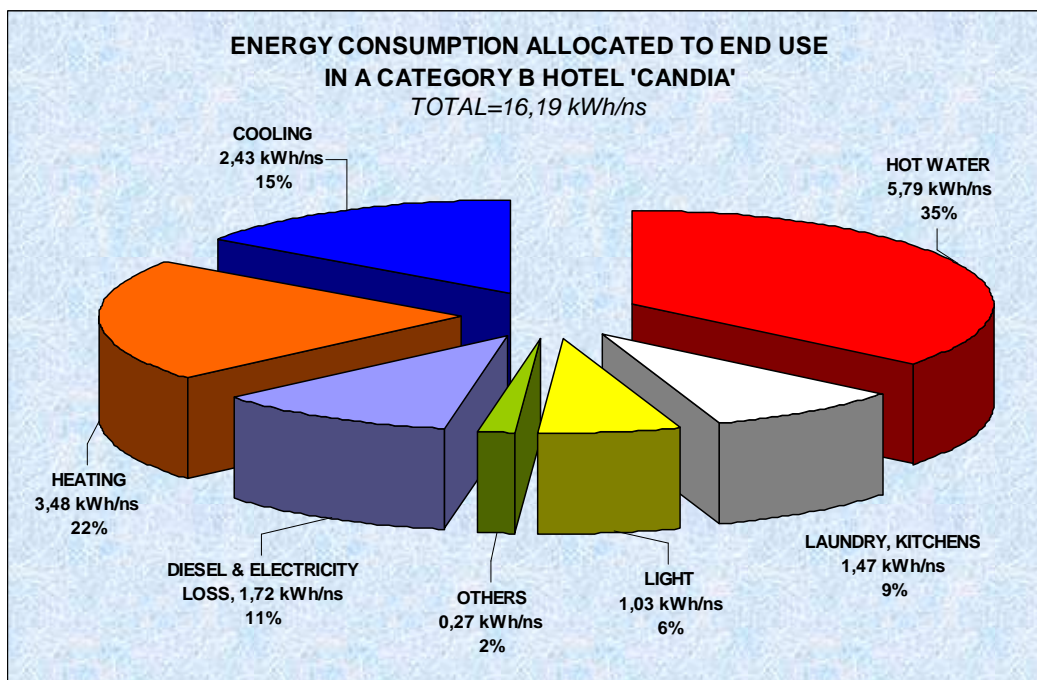


Figura 2.3.11 M. Karagiorgas, V. Drosou, Th. Tsoutsos. «Solar Energy and RES for the Tourism Sector», International Conference “RES for Island: RES and RUE for Islands, Sustainable Energy Solutions”, 30-31 August 2004, Larnaka (Cyprus).

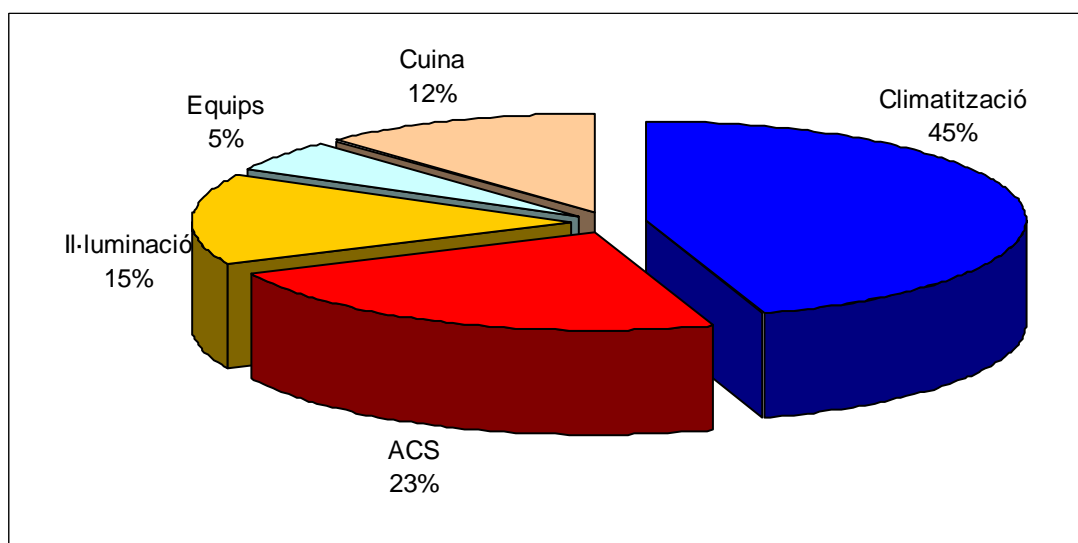


Figura 2.3.12 Consums energètics per usos i tipus. Font; AVEN Any 2003

Hotels Barcelona	ACS	Calefacció	Refrigeració	Altres usos elèctrics
Hotels 1*, hostals i motels (>500 m ²)	21%	36%	14%	29%
Hotels 1*, hostals i motels (<500 m ²)	20%	32%	16%	32%
Hotels 2* i 3*	21%	28%	23%	28%
Hotels 4* i 5*	15%	19%	22%	44%

Taula 2.3.8 Usos d'energia final d'hotels per categoria. Any 2005. Font; Gas Natural BCN.

Com hem dit abans aquests percentatges poden variar molt en funció de la tipologia d'hotel i també dels equips i eficiència dels processos, per la qual cosa s'hauria fer un anàlisi més a fons de l'establiment per tal de conèixer si es fa una bona gestió de l'energia i si estam dins la mitjana.

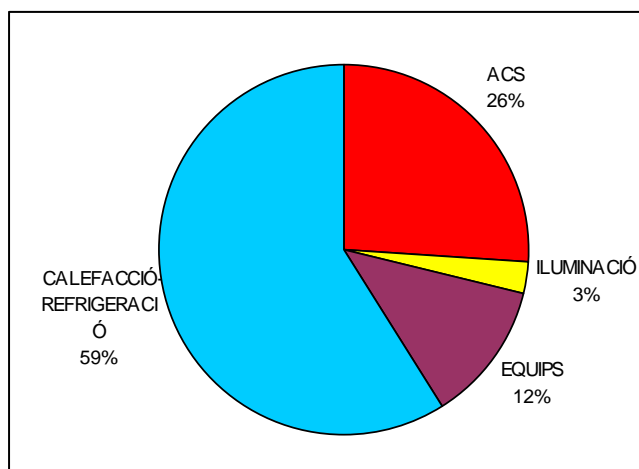


Figura 2.3.13 Usos d'energia fina la sector residencial. Any 2005. Font; IDAE.

Respecte als d'indicadors, com s'ha dit abans, hi ha dues tendències entre els experts, els que veuen un hotel com un edifici residencial utilitzat tot l'any opten per utilitzar l'indicador que avalua el consum energètic per unitat de superfície, kWh/m² any, en canvi els experts que veuen als hotels com una indústria que te unes variacions a llarg del temps en la seva producció, utilitzen un indicador semblat als dels processos productius, en aquest cas el producte són les pernотacions o estades, kWh/estada. El consum unitari d'energia com s'ha comentat al principi depèn de molts de factors; els servis que disposi l'hotel, la seva categoria, l'ocupació, la situació geogràfica, els condicions climàtiques, els hàbits de consum i nacionalitats de la clientela, l'arquitectura de l'edifici, el disseny i control de les instal·lacions, etc..

Servei	Percentatge
Calefacció en zones comuns	85,70%
Calefacció a les habitacions	83,30%
Aire condicionat en zones comuns	92,90%
Aire condicionat a les habitacions	61,90%
Serveis Generals de Bugaderia	59,50%
Serveis de bugaderia a les habitacions	9,50%
Piscina climatitzada	52,40%
Serveis de Mitja Pensió	52,40%
Serveis de Pensió completa	42,90%
Serveis de Bar o Restaurant	52,40%
Spa i Sauna	19,23%

Taula 2.3.9 Resum dels serveis extres dels hotels a les Illes Balears. Font Pròpia i DGE. Any 2003

Podem tenir una idea dels serveis extra que disposen els hotels a partir de les auditories energètiques fetes el 2002-2003, on podem veure el percentatge dels hotels que oferien serveis extres al client. Cada vegada els hotels han de fer un esforç més elevat en oferir serveis fora del que està estrictament estipulat, per poder front davant la forta competència que hi ha i

satisfer la major demanda del client. Fa uns anys serveis que eren exclusius per hotels de luxe, ara són més comuns amb hotels de 4 i fins i tot de 3 estrelles, com el de piscina climatitzada, "Spa", gimnàs,....

Segons un estudi de l'INESTUR al 2008 hi ha haver uns 400.000 turistes que utilitzaren els serveis d'SPA, el que suposa prop del 3% dels turistes que arribaren a les Illes Balears varen utilitzar aquests serveis. Analitzant per mesos, a partir dels consums d'uns quan hotels podem extrapolar i veure el que suposa al llarg dels mesos els SPA a les Illes Balears.

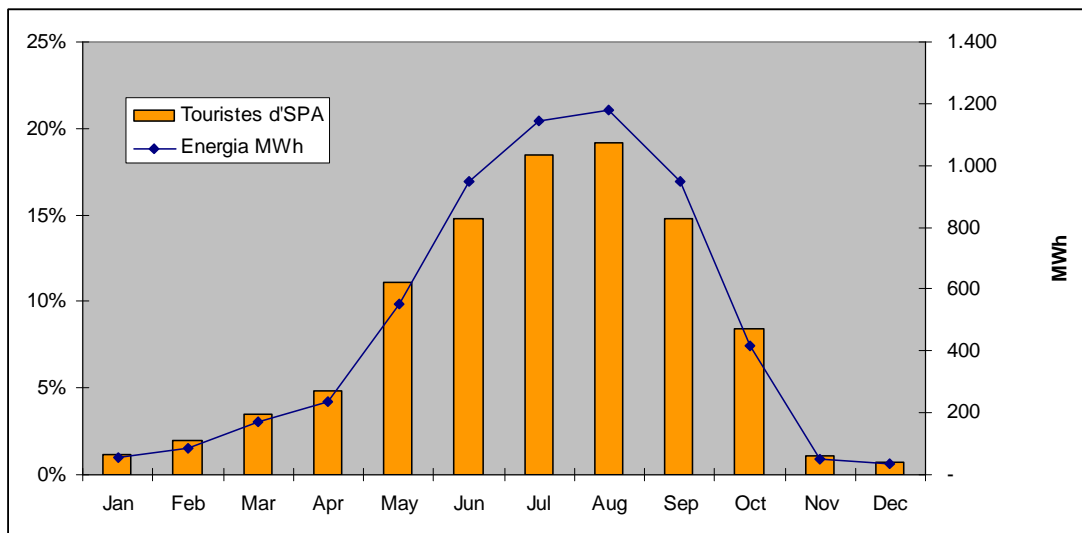


Figura 2.3.11. Estimació dels turistes que utilitzen els SPA's i el seu consum energètic. Any 2008.

L'apartat que més energia consumeix i que generalment te més potencial de millora, és la part tèrmica, per tant és la part que estam desaprofitant més els recursos. Si sumem el consum d'aigua calenta sanitària, calefacció i refrigeració, suposa més del 50% del consum energètic de qualsevol establiment turístic que disposi de climatització a tot l'edifici. Paradoxalment la mediterrània és una de les zones d'Europa on la radiació solar és més elevada, per la qual cosa hi ha un potencial d'aplicació d'energies renovables, especialment la solar tèrmica.

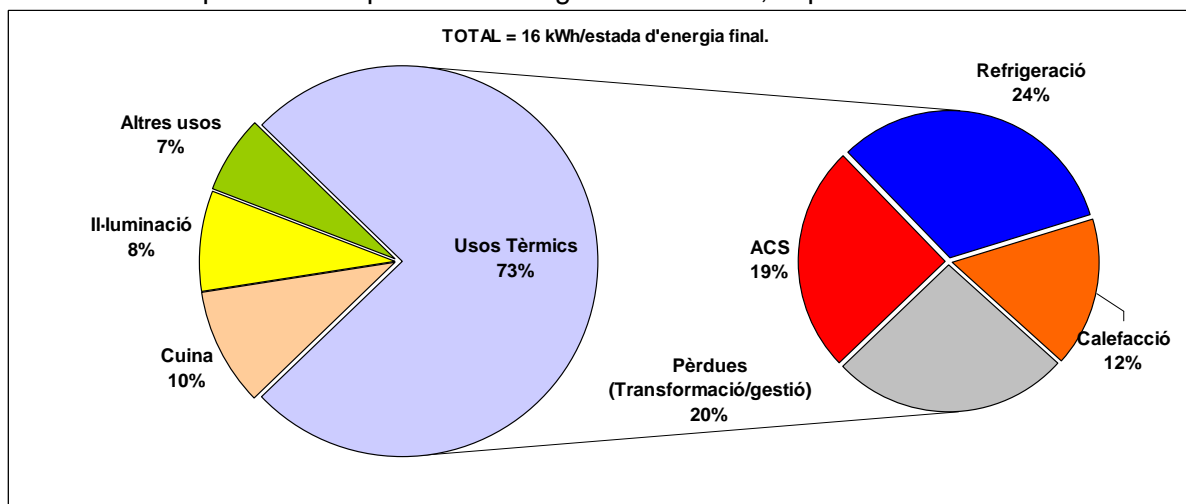


Figura 2.3.12 Consum d'energia final per usos d'un hotel tipus de 330 places.

En un mostreig elaborat a partir de la informació extreta de diverses auditories fetes a les Illes Balears, les diferències entre consum tèrmic i elèctric eren molt elevades entre establiments. La majoria d'establiments tenien un consum energètic total (tèrmic i elèctric) que oscil·lava entre

els 100 i 200 kWh/m² any, en funció dels mesos que estaven oberts, la categoria i els tipus d'instal·lacions. S'ha de fer un anàlisi més exhaustiu per conèixer el perquè de les diferències tèrmiques i elèctriques entre establiments, sobretot analitzant primerament les diferències de consum per mesos, la qual cosa ens donarà una major aproximació de com se gestiona l'energia en front a l'ocupació i variacions climàtiques.

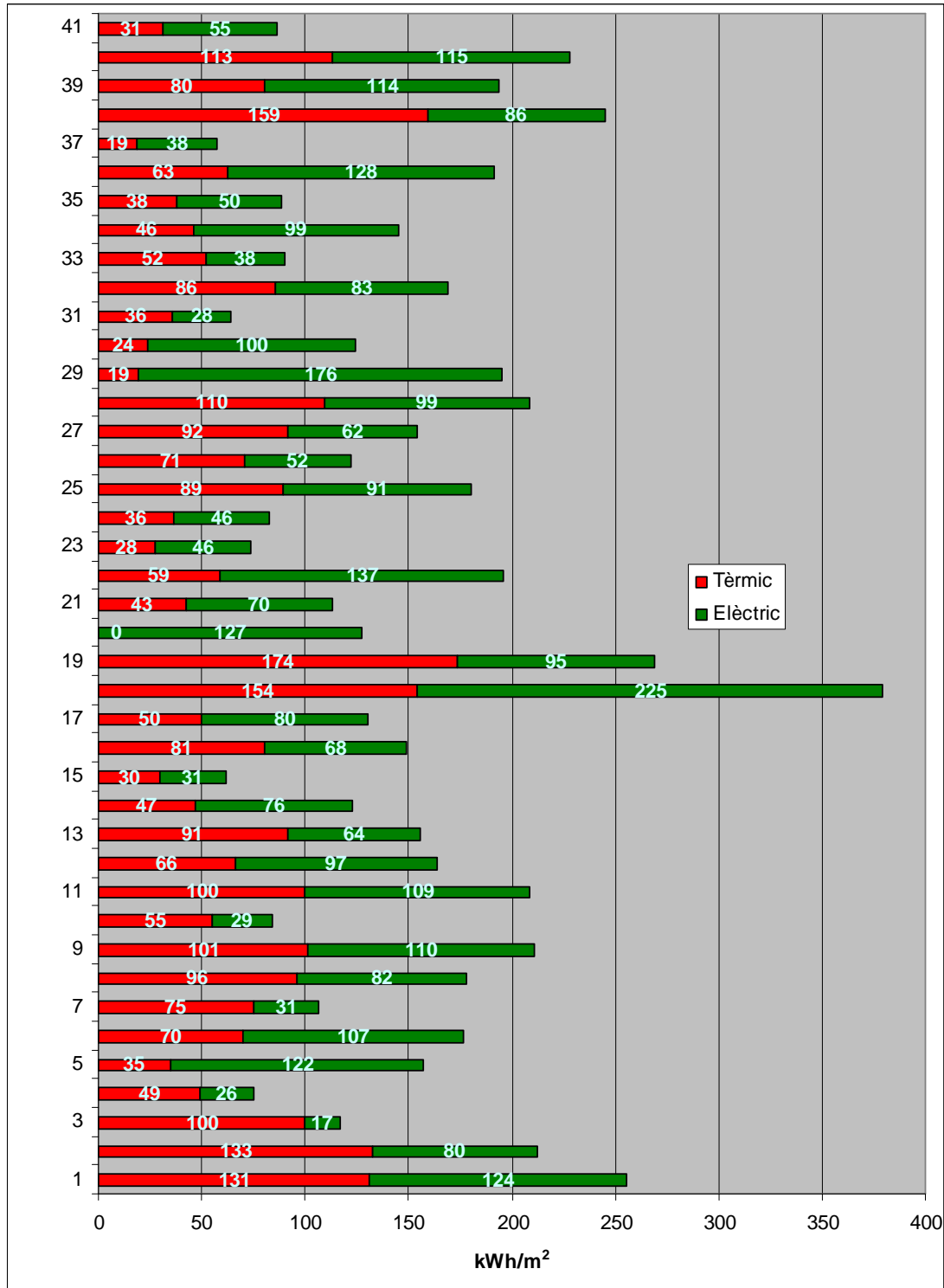


Figura 2.3.13 Consums tèrmics i elèctrics en kWh/m² d'una mostra d'equipaments turístics de les Illes Balears. Font; Elaboració pròpia. Anys 2002-2008

Un factor molt important a tenir en compte és l'ocupació, un hotel amb un 100% d'ocupació és molt més eficient que al 50%, ja que s'han de mantenir molts de serveis i zones comuns tant si l'ocupació és gran com petita, a més s'han de mantenir màquines i bombes enceses, i no sempre els establiments disposen de regulació en funció de la demanda. La ocupació influeix enormement en èpoques extremes, on s'ha de climatitzar l'edifici (estiu-hivern) L'avaluació del consum es pot fer tant en termes globals d'energia com per serveis (els usos) o tipus de combustible utilitzat. El consum energètic per usos ens dona una major aproximació dels dispositius i serveis que dona l'establiment, per tant fent una representació gràfica podem veure amb un sol cop d'ull la quin pes te cada servei i les variacions mensuals. A les següents gràfiques es mostren els consums de dos establiments hotelers per mesos. A la mateixa gràfica es donen els indicadors mitjans de cada un dels establiments i damunt cada columna de consum, l'indicador de consum per estada corresponent a cada mes.

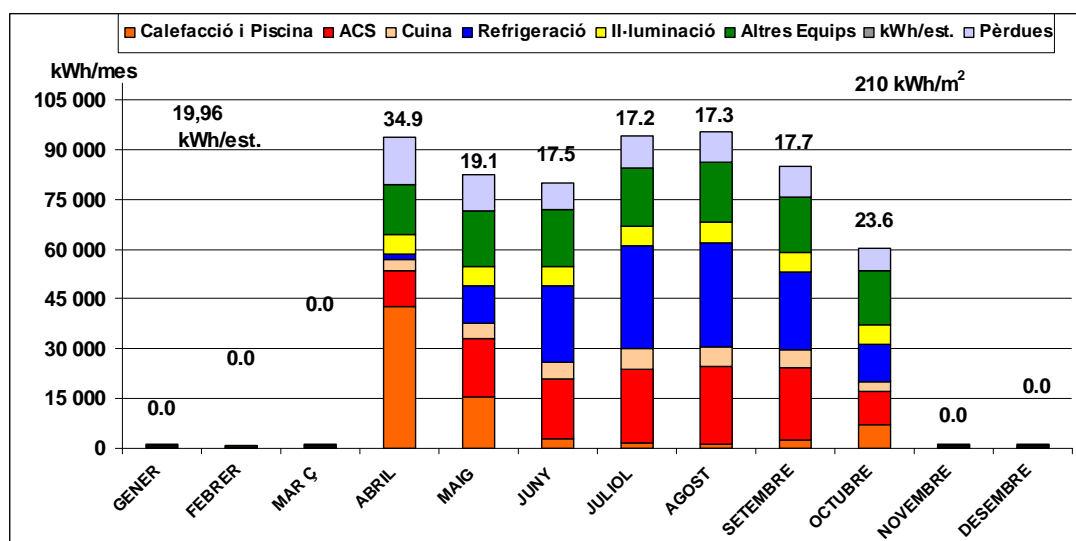


Figura 2.3.14 Consum energètic per mesos d'un hotel obert vuit mesos.

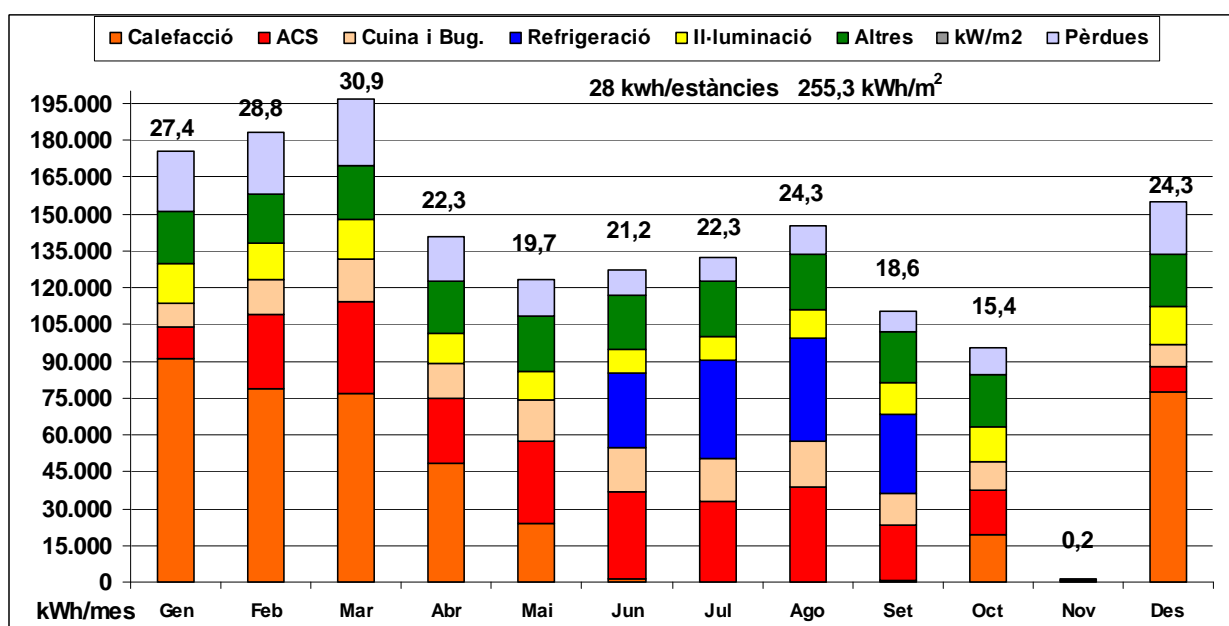


Figura 2.3.15 Consum energètic per mesos d'un hotel obert quasi tot l'any.

Si comparem les gràfiques anteriors amb l'evolució de les temperatures mitjanes a Balears es veu que bona part de les variacions es poden explicar simplement per aquest fet (necessitats de calefacció o aire condicionat). S'ha de tenir en compte que les necessitats de calefacció en un domicili particular solen ser superiors a les de refredament, perquè es considera que s'engega la calefacció sempre que la temperatura estigui per davall de 15°C mentre que l'aire condicionat només se posarà en marxa quan la temperatura pugi per damunt de 25°C, la qual cosa es dona amb menys freqüència. En canvi a un establiment hotelier, té més pes la refrigeració degut a les zones nobles (recepció, menjador, bar,...). En aquestes zones hi ha altes càrregues internes, l'orientació de les habitacions i a que els clients exigeixen un major confort, l'aire condicionat s'engega quan les temperatures superen els 18°C a la zona de menjador i els 21°C a les zones nobles o zones orientades a Sud.

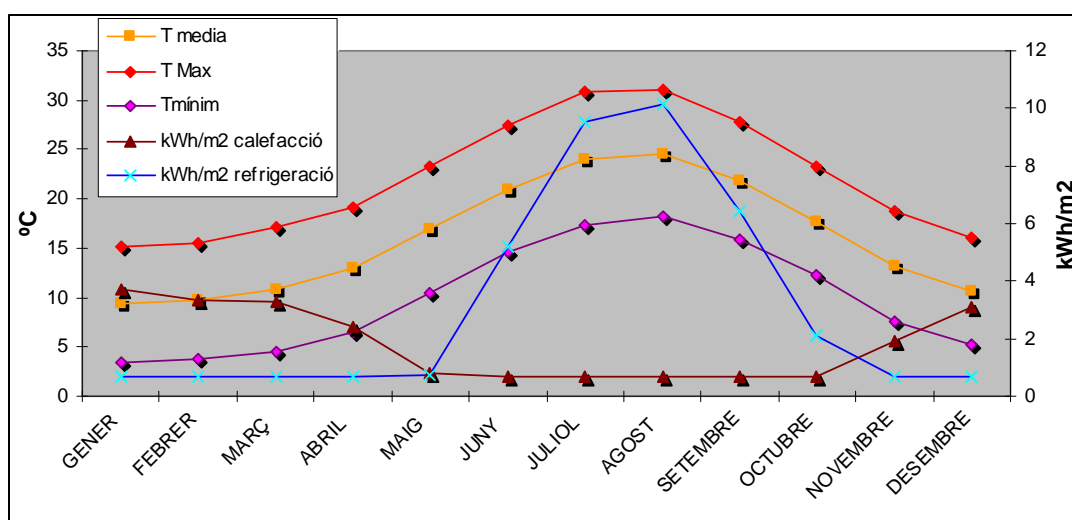


Figura 2.3.16 Mitjana de variació de les temperatures per mesos a l'Aeroport de Palma vs consum energètic per m². Anys 1972-2000. Font IME i elaboració pròpia

Un altre de les principals fonts de variació dels consums en hotels són les condicions climàtiques: temperatura, radiació solar, velocitat de l'aire, hores de sol corresponents a l'època de l'any i la latitud en que es troba. A més s'ha de tenir en compte els mesos de l'any en que està obert l'establiment, on molts d'ells estan oberts a l'estiu. Això fa que la refrigeració tenguin més pes que la calefacció.

En el congrés CIUREE'04, es va fer una primera distinció entre hotels oberts tot l'any, als quals es considerava que era vàlid tant utilitzar l'indicador kWh/estada com el de kWh/m², i hotels oberts només els mitja temporada, on l'indicador més adequat es considerava que era el de kWh/estada. Ambdós classificacions d'hotels tenien percentatges diferents en els consums energètics.

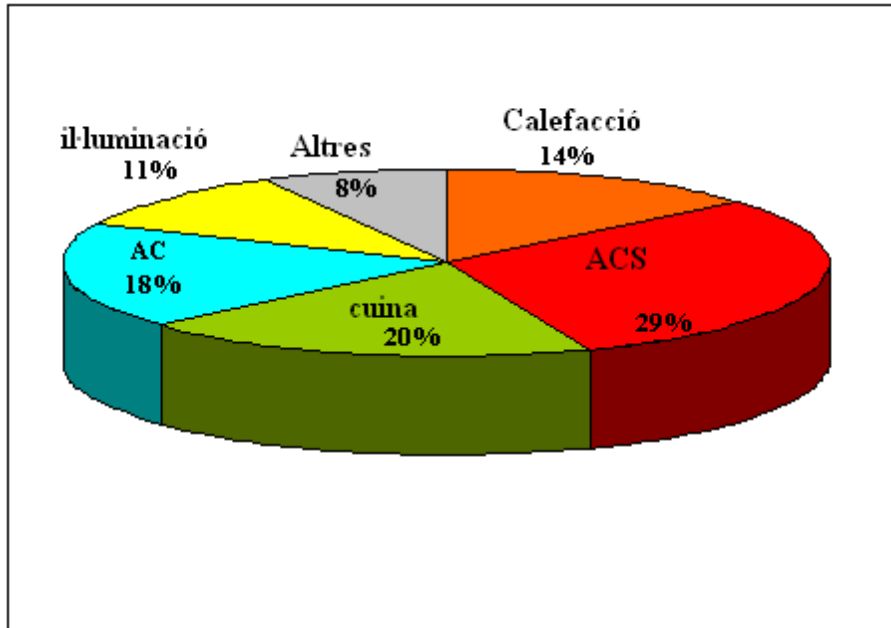


Figura 2.3.17 Usos energètics en hotels oberts mig any.

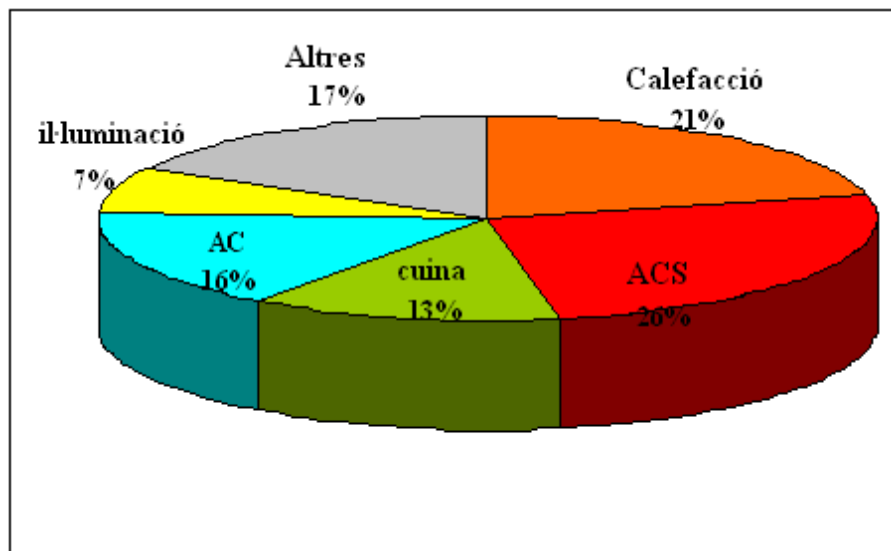


Figura 2.3.18 Usos energètics en hotels oberts més de 10 mesos.

<i>Tipo de energía</i>	<i>Energía final</i>	<i>Energía primaria</i>	<i>Emisiones</i>
Electricidad	1 kWh	2.603 kWh	0.649 kg CO ₂
Gas natural	1 kWh	1.011 kWh	0.204 kg CO ₂
Carbón	1 kWh	1 kWh	0.347 kg CO ₂
GLP	1 kWh	1.081 kWh	0.244 kg CO ₂
Gasóleo	1 kWh	1.081 kWh	0.287 kg CO ₂
Fueloil	1 kWh	1.081 kWh	0.28 kg CO ₂
Biocombustibles	1 kWh	1 kWh	0 kg CO ₂
Renovables	¿1 kWh?	¿1 kWh?	0 kg CO ₂

Figura 2.3.19 Emissions de CO₂ en funció del la font d'energia segons la certificació energètica dels edificis. Font. Servando Álvarez Domínguez. Universitat de Sevilla. Curs de Certificació Energètica

Un dels factors que cada vegada te mes pes en els estudis energètics, i especialment en l'edificació, son les emissions de CO₂, les quals afecten com ja es sabut al canvi climàtic. En el cas de l'estat espanyol també li afecten a les penalitzacions imposades pel protocol de Kioto, que a la vegada les distribueix dins entre les empreses més contaminants que han de pagar una penalització en funció de les emissions. Tot i que els establiments turístics no estan directament de moment dins aquestes empreses, indirectament la quota que han de pagar les Empreses Elèctriques, li afecten a les tarifes.

Font d'energia	Total kg CO ₂ /any	Nº hotels	T. mitjà kg CO ₂ /any
Electricitat	14.663.504	27	543.093
Aire propanat	2.199.285	18	12.218
GLP	274.618	9	30.513
Gas-oil C	862.131	9	95.792
Fuel BIA	1.300.793	5	260.159

Taula 2.3.10 Emissions de CO₂ en funció del la font d'energia d'auditories energètiques de la Platja de Palma. Font; DGE, any 2003.

Actualment per a la certificació energètica, les emissions de CO₂, és un dels indicadors que te més importància per a mesurar l'eficiència energètica d'un edifici, ja que no només ens estableix una relació directa en el consum energètic, si no que ens permet veure el grau de contaminació de l'energia, per tant és un indicador molt vàlid a l'hora de prendre decisions. A més de la normativa actual, RITE i CTE, en les quals les emissions de CO₂ són necessàries per establir el bon disseny d'un equipament, els principals "Tour-operadors", la majoria són de països del nord d'Europa on el grau de sensibilització és més elevat, exigeixen als establiments

reduccions importants en les emissions, per establir destinacions més o menys sostenibles als seus clients i millorar la imatge turística.

Un hotel tipus de Balears, a partir de les dades turístiques de que es disposa, es podria resumir en que te una categoria de 3 estrelles, disposa d'unes entre 330 places, amb servei de mitja pensió, està obert durant uns 8 mesos amb una ocupació mitja del 60%. Disposa de sistema de climatització en totes les habitacions amb fan-coils, amb una instal·lació centralitzada amb refredadores d'aigua, que distribueixen l'energia mitjançant bombes recirculadores.

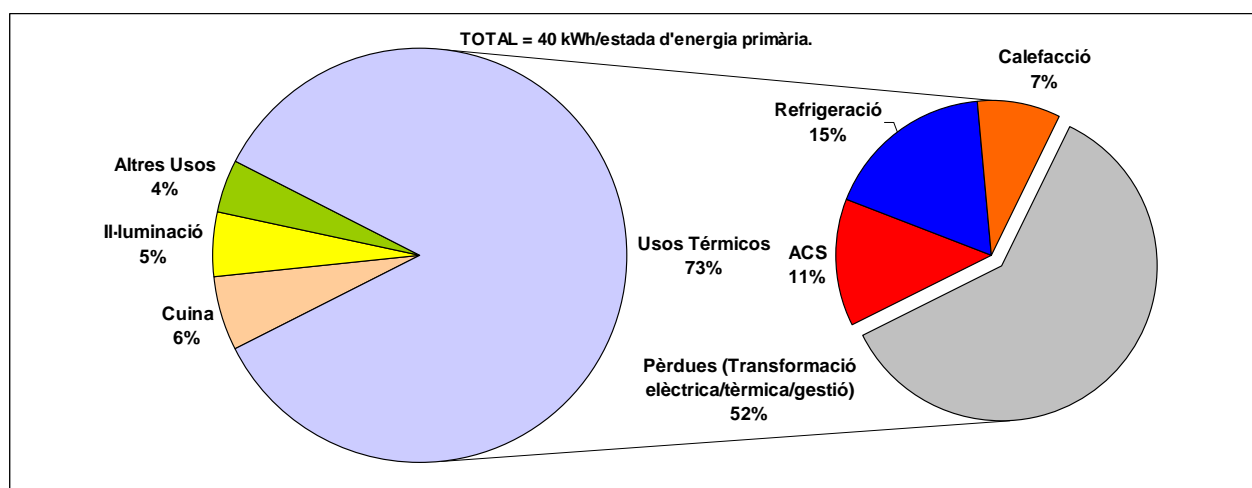


Figura 2.3.20 Consum d'energia primària per usos d'un hotel tipus de 300 places. Elaboració pròpia

La producció d'A.C.S. i calefacció es fa mitjançant calderes de Gas o de Gasoil, amb unes sales de calderes centralitzades i amb dipòsits d'acumulació. Utilitza el gas principalment per a la cuina i per la maquinària de la bugaderia si en disposa. Te d'una superfície construïda d'uns 7.500 m², consumeix anualment 1134.45 MWh d'energia total. A nivell d'indicadors uns 16 kWh per estada. Uns 3412 kWh/plaça any i uns 135 kWh/m² any, i emet més de 700 tones de CO₂ a l'any, que és l'equivalent a 350 vehicles que facin una mitjana de 12.000 km a l'any.

En la transformació i gestió de l'energia final es perd més del 20% de l'energia final. Però com s'ha comentat abans, el sistema elèctric de les Illes i el seu rendiment son un factor importat que no s'ha d'externalitzar. Si s'inclou el rendiment del sistema elèctric (figura 2.3.20) de les Illes Balears en la transformació, transport i gestió de l'energia primària i li sumam les pèrdues de l'energia final, el resultat es que es perd més del 52% de l'energia primària. Aquest fet es te en compte en la normativa actual de certificació energètica d'edificis, per mesurar l'eficiència i ús d'energies netes dels edificis del sector residencial i terciari. Serà objecte d'un anàlisi més exhaustiu la producció elèctrica i les seves pèrdues tèrmiques.

3. Anàlisi d'auditories energètiques en hotels de Balears

Com a punt de partida, se van visitar diferents hotels per a fer una caracterització del tipus d'instal·lacions, les tipologies, les característiques principals i les necessitats energètiques. Una de les fonts d'informació primeres va ser estudiar i analitzar en detall un mostreig de 153 hotels de les diferents auditories energètiques que va fer la Direcció General d'Energia, els anys 2000, 2001 i 2002, que suposa el 10% de la planta hotelera de les Illes Balears (Mallorca, Menorca i Eivissa).

Una auditoria energètica es una anàlisi de la situació energètica, en un moment donat, d'una determinada empresa, amb la finalitat de conèixer com i a on s'utilitza l'energia en les seves diverses formes (combustibles, electricitat, etc.)

En general tota activitat empresarial que es vulgui fer una bona gestió, coneix més o menys be quanta energia consumeix en un any o en un mes. Però en molts de casos no es coneix de forma precisa com es gasta l'energia en els diferents processos productius i on es produeixen les majors despeses innecessàries.

El coneixement del com i a on es fonamental per a la implantació d'un programa d'estalvi energètic, per la qual cosa abans d'escometre tal programa es necessari efectuar l'anàlisi o auditoria corresponent. Així mateix, la realització d'una auditoria es una condició prèvia per a la concessió d'ajudes o subvencions per part de l'Administració. A una auditoria es posen de manifest, en primer lloc, els errors de mesura i comptatge la qual cosa permet la introducció de forma immediata de mesures correctores. Així mateix, en fer les mesures i comprovacions es posen de manifest les pèrdues d'energia. S'ha de tenir en compte que inclòs en les situacions més perfectes poden trobar-se petits defectes la millora dels quals justifica l'esforç de l'anàlisi.

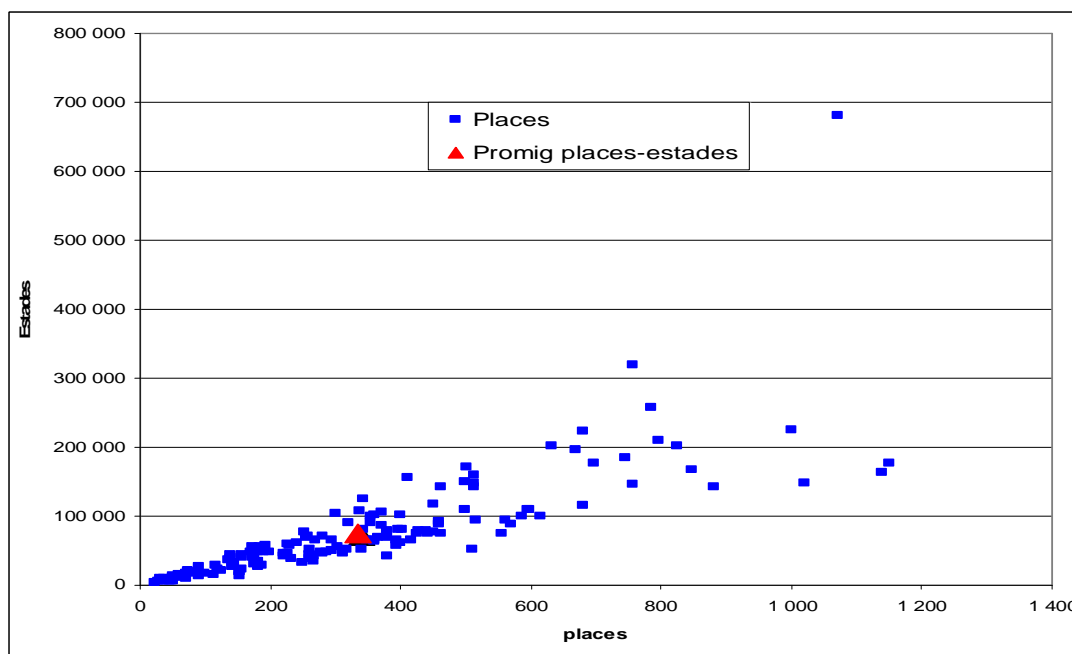


Figura 3.1 Distribució dels hotels per estades i places a les Illes Balears. Font. Elaboració pròpia. Any 2000-2002

Arrel de la informació extreta i resumida de les auditories externes i pròpies, es va sintetitzar en una base de dades per poder-ne extreure millor les dades estadístiques i tenir una base de dades en la qual poder fonamentar el model.

La majoria d'hotels analitzats tenen una proporció entre la capacitat i les estades durant l'any, com s'ha comentat al principi, les Illes Balears tenen una forta afluència turística, i tot i que a l'hivern molta part de la planta hotelera està tancada, els mesos que tenen obert, solent tenir ocupacions superiors al 40%. En l'estudi estadístic de la primera mostra el model s'acostava a un hotel promig de 330 places amb unes 75.000 estades o pernотacions a l'any, que fan que tengui una ocupació mitjana del 70% amb uns 11 mesos d'obertura. Tot i que aquest perfil és el que s'acosta més a la zona de Platja de Palma i Calvià, d'on provenen bona part de les auditories fetes tant per la Direcció General d'Energia com les pròpies.

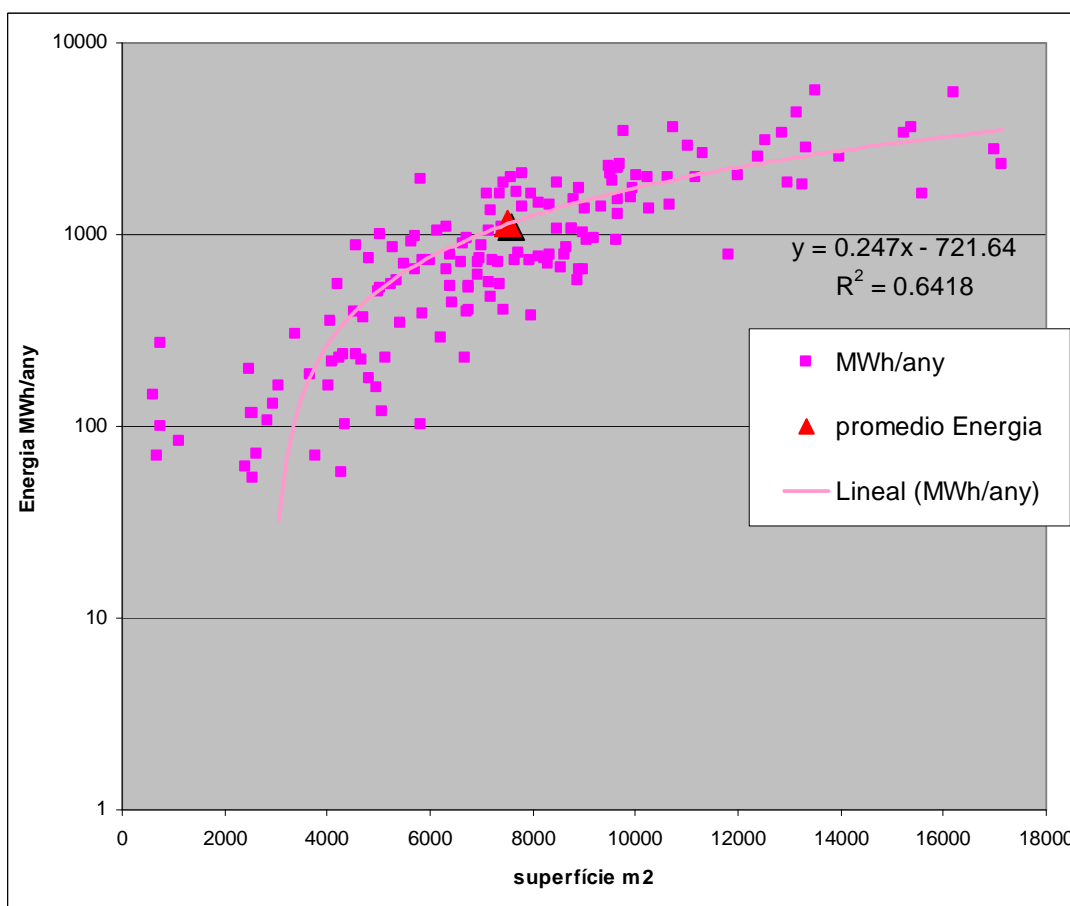


Figura 3.2 Distribució dels hotels per superfície i energia consumida a les Illes Balears. Font. Elaboració pròpia. Any 2000-2002

La majoria d'hotels analitzats tenen una proporció entre el consum energètic i la superfície útil construïda, la mitjana es troba en uns 7.500 m² i un consum d'energia final d'uns 1160 MWh. Es pot establir una relació lineal entre la superfície i l'energia consumida.

Com és evident, un edifici té un consum energètic proporcional a la superfície construïda, ja que per mantenir les condicions de confort, seguretat e higiene, a més superfície, més perímetre, és a dir més l'edifici té més evolvent o epidermis i per tant més pèrdues energètiques i més necessitats d'il·luminació i manteniment. Els hotels que més se surten de la mostra estadística són per diverses causes, les dues més significatives són que estan tancats durant els mesos d'hivern, per la qual cosa es perd la proporcionalitat, o bé disposen de serveis que consumeixen molta quantitat d'energia en poca superfície (piscines climatitzades, Spa, serveis propis de bugaderia, ...). Hi podria haver altres causes, com són disposar de sistemes

poc eficients, que es faci una mala gestió dels recursos energètics o que les dades aportades no siguin correctes, però són casos molt puntuals.

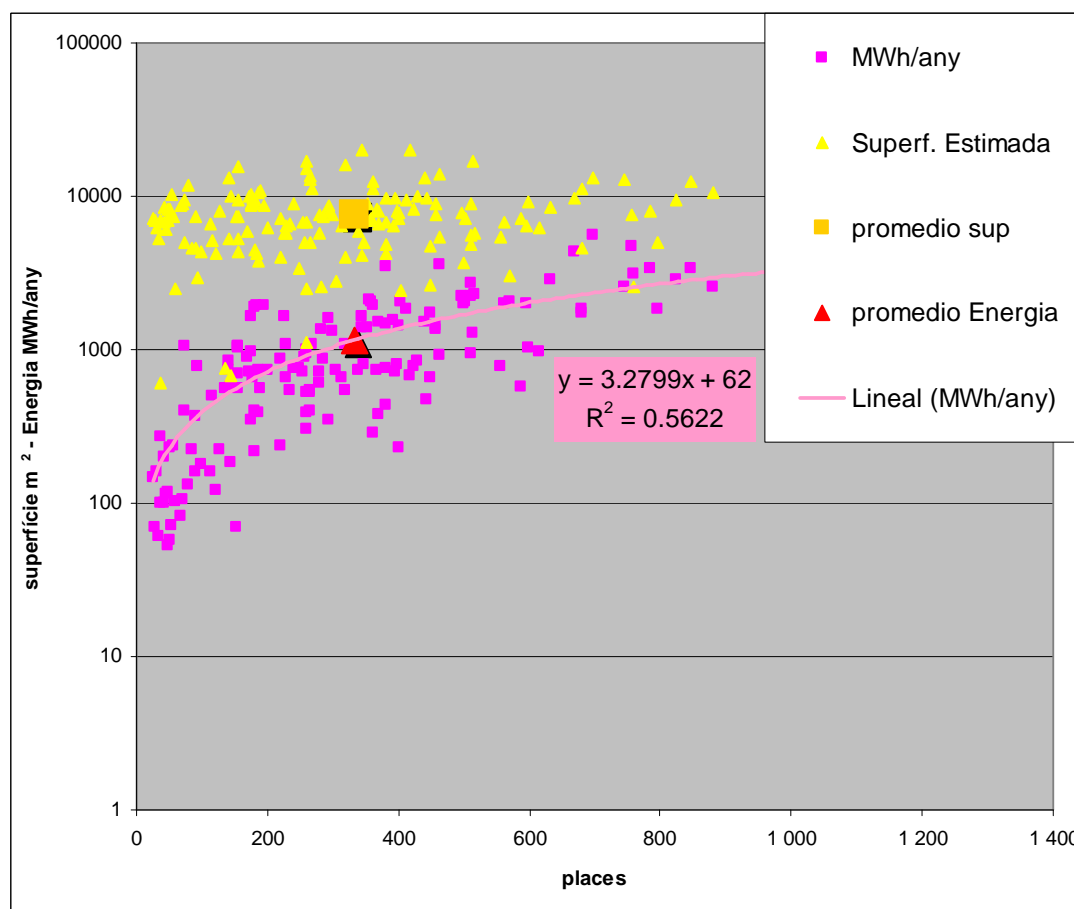


Figura 3.3 Distribució dels hotels per superfície i energia consumida a les Illes Balears enfront a les places. Font. Elaboració pròpia. Any 2000-2002

La majoria d'hotels analitzats tenen una proporció directa entre les places i el consum energètic, s'acosta a una equació lineal. Com s'ha vist a la part normativa, a més places, més superfície d'habitacions i zones comuns. La qual cosa redunda en que el nombre de places generalment provoca una major superfície, i una major superfície es tradueix amb un major consum energètic. Tot i que en aquest cas hi ha una menor linealitat, ja que en la major part dels hotels estudiats, la relació entre places i superfície no era directa, ja que en funció del tipus de construcció, categoria i situació geogràfica hi pot haver grans diferències. Els hotels intenten sempre optimitzar l'espai, tenint el major nombre de places amb la menor superfície, la qual cosa fa que en les zones turístiques més madures, on el preu per metre quadrat és molt elevat, la superfície de les zones comuns sigui mínima, en canvi en zones emergents, on es vol donar un producte diferenciat i es disposa d'espai, tant la tipologia de construcció com la disposició de l'edifici tenen una major ocupació de l'espai.

En el cas de les Illes Balears hi ha les zones d'Eivissa, Maó, Ciutadella, Palma i Calvià, on els hotels tenen una estructura molt vertical, fets als anys 60 i 70, en canvi, a zones on els hotels són més recents (Sa Coma, Cala Millor, Cala'n Bosch, Platja de Muro, ..), l'estructura és més horitzontal, construïdes entre els 80 i 90.

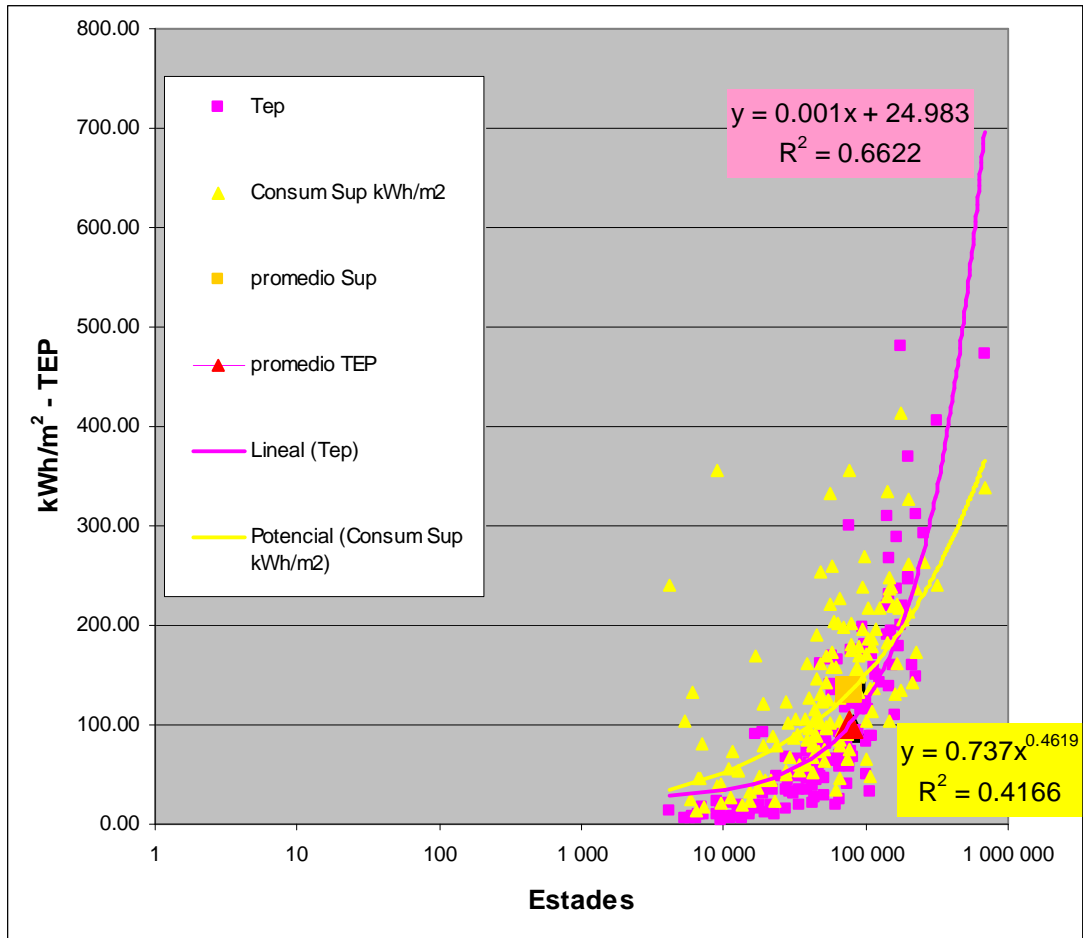


Figura 3.4 Distribució dels hotels per energia consumida en front a estades a les Illes Balears. Font. Elaboració pròpia. Any 2000-2002

Si analitzam els consum energètic anual i les estades, podem veure que hi ha una proporció directa, la dispersió de punts és bastant homogènia i s'acosta a una equació lineal, amb un índex de correlació força alt. En canvi si intentam aplicar la mateix linealitat amb l'indicador de kWh/m², l'error augmenta, i ens trobem que la funció que més s'acosta és una relació exponencial.

En el cas d'estudiar els hotels amb més detall, podem veure que hi ha una linealitat entre els diferents consums energètics i l'ocupació hotelera.

La majoria d'hotels estudiats, el consum de combustibles depèn molt de les condicions climatològiques i menys de l'ocupació. En canvi el consum elèctric és el que té una major proporcionalitat amb l'ocupació, ja que la majoria d'hotels tot i disposar de climatització, aquesta té el màxim consum quan l'ocupació és màxima, això fa que la resta de consums elèctrics (il·luminació, ascensors, bombeig, ..) segueixen bastant la linealitat amb l'ocupació. Tenim en la majoria d'hotels analitzats índex de correlació superiors al 0,9, el que ens demostra la linealitat del consum elèctric en front de la posició.

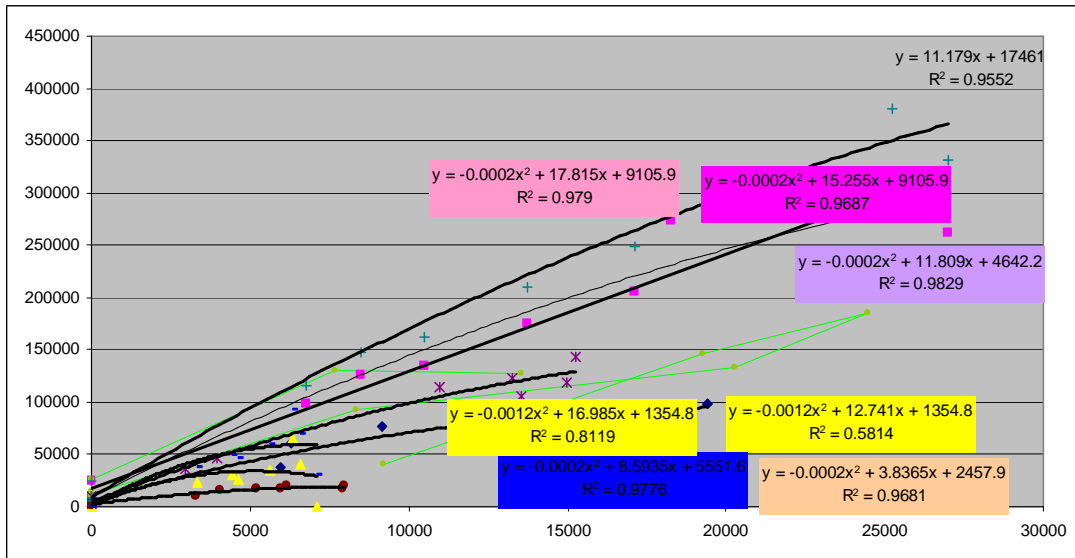


Figura 3.5 Distribució dels hotels per energia elèctrica consumida a les Illes Balears en front a les estades.

Font. Elaboració pròpia. Any 2004

Després de fer aquest primer estudi, se va ampliar amb altres 26 auditories fetes a l'any 2003 la Direcció General d'Energia a la Platja de Palma i després amb 16 hotels més de l'illa de Formentera.

Seguidament es va ampliar amb auditories pròpies, i se van estudiar en més detall els establiments, que suposen un total de 41 hotels més, els quals les dates de construcció varien des del 1953 fins al 2000, que suposa el 5% dels hotels de Mallorca i Menorca.

A partir de la superfície mínima que estableix la normativa, la majoria d'hotels intenten aprofitar el màxim la superfície construïda i optimitzen les zones comuns. En alguns casos, en hotels antics o en llocs on el terreny és barat, la superfície ocupada no es directament proporcional a les places o a la categoria. A partir de la informació més fiable d'un mostreig de 30 hotels se va estudiar la relació entre la superfície de l'hotel i el nombre de places i la categoria. En el primer cas hi ha una relació lineal força correcta, en el segon cas la relació no és tan directa, tot i que si influeix, ja que com s'ha comentat abans depèn molt d'altres factors socioeconòmics de l'entorn i de l'època.

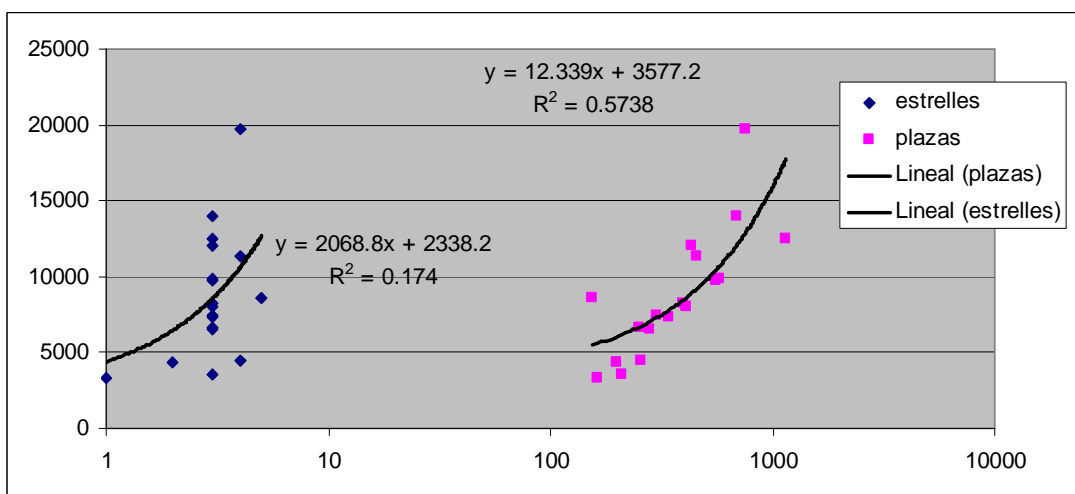


Figura 3.6 Distribució dels hotels per superfície en front a places i estrelles. Font. Elaboració pròpia. Any 2003

La superfície d'un hotel a les Illes Balears segueix una relació proporcional a les places i a la categoria. Des del 2000 la llei autonòmica que exigeix que per construir un hotel es necessitin 60 m² de solar per plaça hotelera, i molts de municipis limiten a 3 o 4 alçades els hotels, la qual cosa fa que urbanísticament els hotels construïts la darrera dècada segueixin un patró molt semblant, sobretot dins cada municipi. Si aplicam aquesta legislació, la superfície mínima estaria entre 6000 i 24000 m² de jardins i edificacions. Per a la superfície construïda s'ha de tenir en compte el RD 1634/1983. En base a la informació de les auditories es pot modelitzar en base a les places i a la categoria, el coeficient de correlació quadràtic per separat és de R²=0.57 i 0.17 respectivament, tot i que si es fa una matriu, ens dona que un índex de correlació de R²=0.60, amb una gran divergència, aquesta inexactitud es deguda a que els hotels només estan obligats a tenir una superfície mínima a les habitacions, menjadors i els recorreguts d'evacuació, no hi ha cap criteri establert per a les zones nobles i de serveis (recepció, bar, piscines, terrasses, cuines, menjador de personal, magatzems, jardins, ...), que són les que fan que cada hotel sigui diferent, a més si li afegim que la majoria d'hotels construïts a les Illes Balears es van fer quan no hi havia una política urbanística molt clara, fa que hi hagi tantes divergències. Tot i això es pot establir una fórmula que s'aproxima amb bastant exactitud amb hotels de 3 i 4 estrelles.

$$\text{Superfície Hotel} = 12.6 * n + 2287.12 * c - 3653.86$$

On: S = superfície en m²
n = nombre de places
c = Categoria de l'hotel

La majoria dels establiments foren construïts entre les dècades dels 60 i 70, coincidint amb el que els historiadors han anomenat el "boom" turístic. Prova d'això fou que al 1962, s'aprovà el Decret 2298/1962 on es creava la Subsecretaria de Turisme dins del Ministeri d'Informació i Turisme.

A les Illes Balears a més a finals del 90 va entrar una llei que va establir un creixement limitat de l'oferta hotelera, per evitar sobretot, l'excés d'oferta i una caiguda dels preus i de la qualitat del mercat. Això va fer que es frenàs el creixement constant de les places i establiments, especialment a les zones més madures on hi havia molts d'establiments. Aquesta moratòria implicava també que la categoria dels nous establiments augmentàs i que els hotels s'haguessin de reformar en major o menor mesura per continuar oberts.

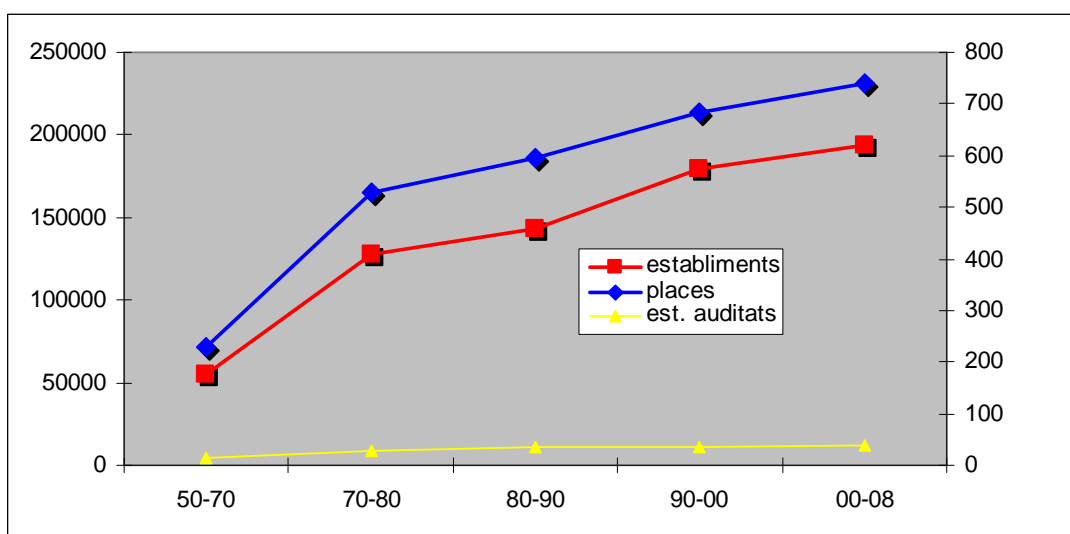


Figura 3.7 Places hoteleres i establiments per any de construcció a les Illes Balears. Font. Conselleria de Turisme. Any 2008

Les reformes fetes als hotels influeixen en el nombre de places i al consum energètic, ja que moltes vegades es fan per augmentar de categoria, i obliga a l'establiment a reduir el nombre total de places, tot i que també suposen canvis als tancaments que milloren l'aïllament de l'edifici. Una de les reformes més significatives és també la instal·lació de sistemes d'aire condicionat, que en molts casos és una evolució necessària per ser més competitius, per augmentar de categoria i oferir més confort als clients. Les reformes més profundes no sempre venen donades per voluntat pròpia de l'empresari per millorar, si no que moltes vegades venen imposades per canvis legislatius o pels "touroperadors".

S'ha fet un estudi amb profunditat de l'anàlisi del cicle de vida dels hotels i del tipus de reformes més significatives que han sofert els establiments. La Conselleria de Turisme te comptabilitzats un 741 hotels que s'han reformat els darrers 18 anys. D'aquest se n'ha estudiat un mostreig de 40 i veure quins d'ells s'han reformat i han fet la instal·lació del sistema d'aire condicionat que és el que més afecta al consum energètic. La majoria d'hotels analitzats sofreix una reforma cada vint anys, i molts d'ells a rel de l'entrada del RD i de la millora de la competitivitat van instal·lar equips de climatització a la dècada dels 90. Per tant tot i que la planta hotelera te quasi mig segle de forta implantació al nostre territori, els sistemes de refrigeració als hotels estudiats tenen menys de 20 anys, per tant moltes d'elles encara no han sofert una reforma a fons. L'hotel tipus estudiat estaria construït a mitjans del 70 i instal·là l'aire condicionat a finals dels 90.

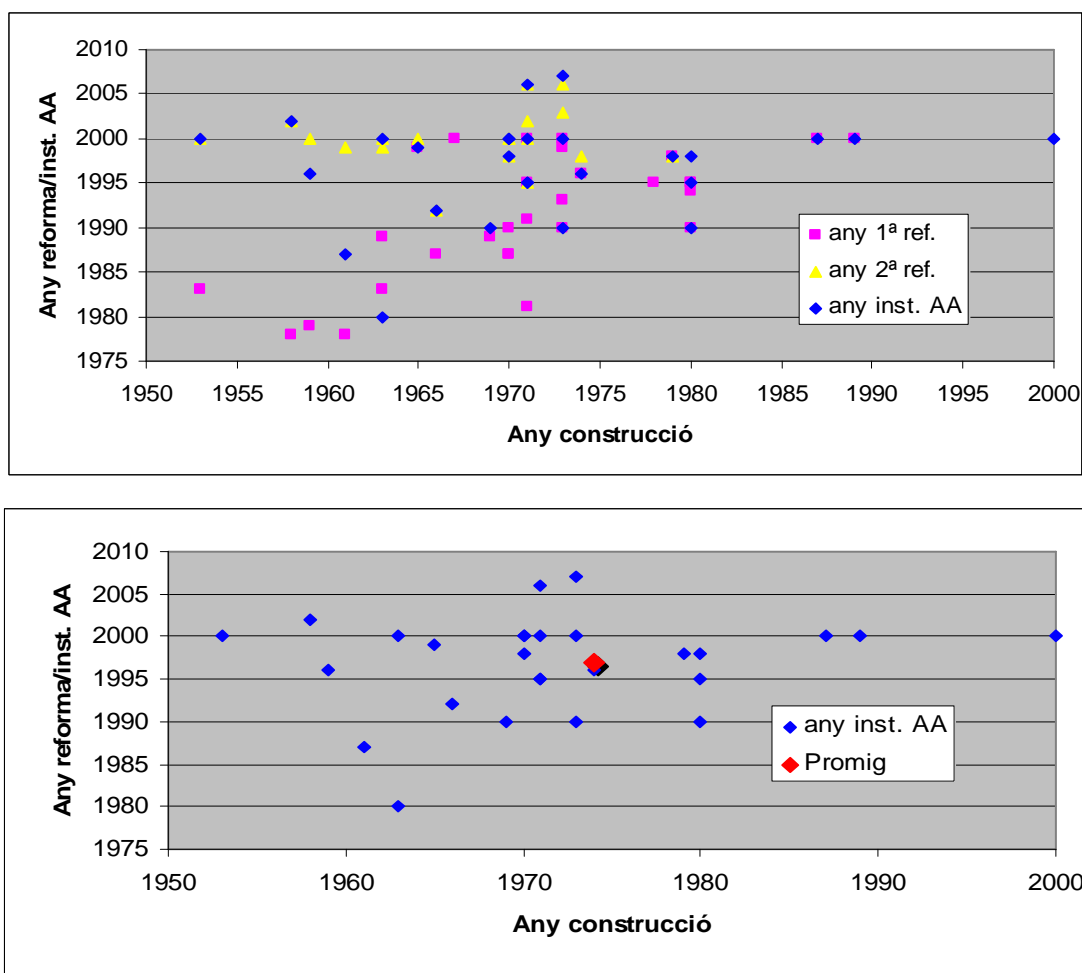


Figura 3.8 Distribució d'hotels per any de construcció, reformes i instal·lació d'Aire Condicionat a les Illes Balears. Font. Conselleria de Turisme i elaboració pròpia.

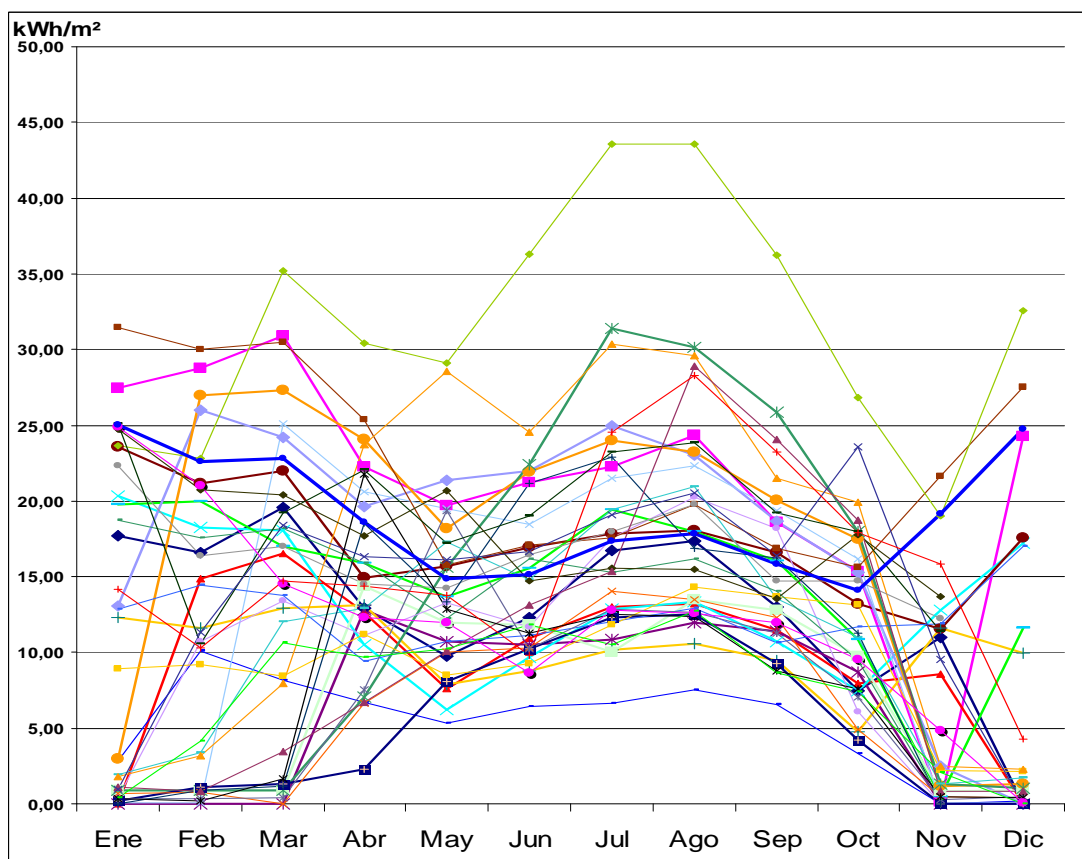


Figura 3.9. Consums de varis hotels per mesos i per kWh/m².

Els hotels estudiats tenen un perfil de consum proporcional a la superfície, ocupació, categoria i serveis i condicions climàtiques. Analitzant l'indicador kWh/m² eliminam el factor de la superfície. Si veim el consum mensual de diferents establiments turístics podem distingir en funció de les condicions climàtiques, la categoria i els serveis de que disposen que provoquen una estratificació, es pot veure que hotels de la mateixa categoria, ocupació i serveis tenen unes gràfiques bastant semblants, en canvi hotels amb més deficiències de tancaments, orientacions o més serveis energètics (Spa, piscines climatitzades,..), tenen un indicador de consum per metre quadrat més elevat.

Hi ha algunes excepcions d'hotels que es surten de la mitja, tant per baix com per alt, degut a una gestió molt eficient o deficient, o possiblement una errada de lectura de comptadors o d'equivocació amb la superfície real es diferent de la facilitada a l'hora de fer l'auditoria.

Podem veure que els mesos on l'ocupació està pròxima al 100%, juliol i agost, les línies de consum energètic per metre quadrat són gairebé idèntiques i és quan són més elevades, ja que la càrrega de refrigeració és un dels factors que més pes te en els establiments. Els mesos en que alguns establiments tenen baixa ocupació, és on hi ha més divergència de les gràfiques, ja que hotels amb alta ocupació sembla que consumeixen més energia per metre quadrat, i en canvi és degut a que te més clients i que per tant te més densitat de consum d'energia, degut a consum d'ACS, il·luminació, climatització de les habitacions ocupades,...

Si analitzam l'indicador més utilitzat per el gestors hotelers i els consultors i dissenyadors d'hotels que és l'ocupació, ens dona una imatge de l'eficiència de producció per persona que pernocta a l'establiment. Analitzant l'indicador kWh/pernoctació o estada, també podem veure una estratificació en funció de la categoria i serveis que ofereixi. També coincideix els paral·lelisme en les corbes els mesos de més ocupació. En aquest segon cas, degut que a les

Illes Balears coincideix la màxima ocupació amb el màxim consum energètic, la disposició dels punts te un sentit invertit.

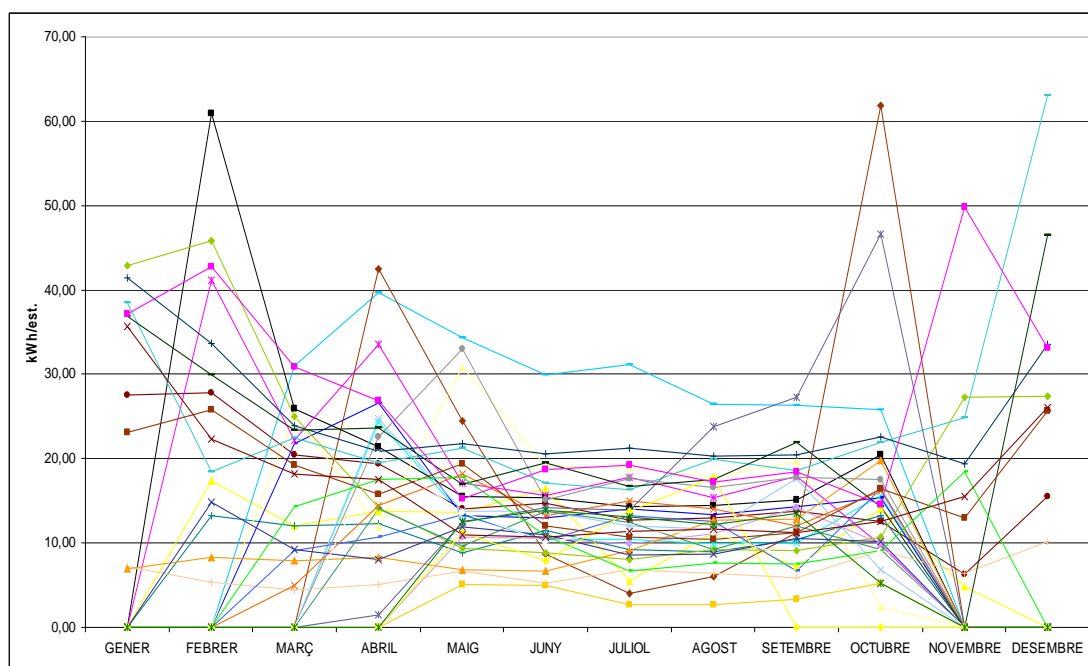


Figura 3.10. Consums de varis hotels per mesos i per kWh/estada o pernoctació

El problema en ve donat als mesos de baixes ocupacions, sembla que la gestió energètica és ineficient i és on hi ha més divergències en els indicadors, però segurament és degut a que han de mantenir zones climatitzades, que en funció del disseny de les instal·lacions, els hotels que disposen de sectorització i de control per zones, siguin més eficient que els hotels que no disposen d'aquests sistemes.

A partir d'aquests dos indicadors, se podria fer una estudi empíric dels factors que influeixen més en el consum energètic i que incloguin, tant l'ocupació com la superfície de l'hotel, fent servir paràmetres ja estudiats per a la part de calefacció i refrigeració com son els Graus Dia, en el cas de calefacció és un indicador molt utilitzat pels dissenyadors, ja que ens indica la severitat climàtica d'un emplaçament. Ens relaciona la temperatura mitjana amb la temperatura de confort. En el cas de calefacció s'utilitza molt el Graus Dia en base 15 °C, és a dir es considera que la calefacció es posa en marxa quan la temperatura exterior és inferior als 15°C, respecte a una temperatura de confort de 20°C. Els Graus Dia de refrigeració no són tan utilitzats, sobretot degut a que en aquest segon cas les càrregues interiors o la radiació són de vegades més importants que la part de transmissió. S'utilitzen dos indicadors els Graus dia en base 18°C i en base 21°C, en el cas d'oficines i locals amb molta càrrega interna s'utilitza el primer, i en el cas d'habitacions o zones amb poca càrrega interna és usual utilitzar el segon, en aquest segon cas la temperatura de confort es de 24°C.

Dels hotels estudiats que disposen d'aire condicionat i calefacció, la majoria segueix un perfil de consum energètic bastant previsible. En base al treball de camp i a altres estudis fets en auditories energètiques en edificis i processos industrials, on es cerca la relació entre consum i unitat de producció, podem fer una primera aproximació simplificar-lo amb una equació empírica, que relaciona les condicions climàtiques mitjanes i l'ocupació;

$$\text{Consum energètic} = A * GD_{21} + B * GD_{15} + C * CI + D$$

On:

C = consum energètic en kWh/mes

GD₂₁ = Graus dia per sobre de 21°C del mes

GD₁₅= Graus dia per sota de 15°C del mes

CI = Clients/mes (estades)

A, B, C, D coeficients propis de cada hotel i categoria.

D'un mostreig de 41 hotels estudiats més a fons, la mitjana del coeficient de correlació era superior 0.8, la qual cosa demostra que la majoria dels hotels gestionen l'energia d'acord amb l'ocupació i a les condicions climàtiques exteriors, d'aquesta manera podem fer un primer model, que podria definir un hotel energèticament ben gestionat, en el qual com més s'acosti el consum energètic a l'ocupació i a les condicions climàtiques exteriors.

Un hotel, si la seva ocupació es semblant i no es modifiquen les instal·lacions i serveis, te al llarg dels anys uns consums semblants, que poden variar lleugerament. Aquestes variacions poden ser degudes sobretot per les diferents condicions climàtiques anuals i sobretot per les divergències en la tipologia de clients i en l'ocupació.

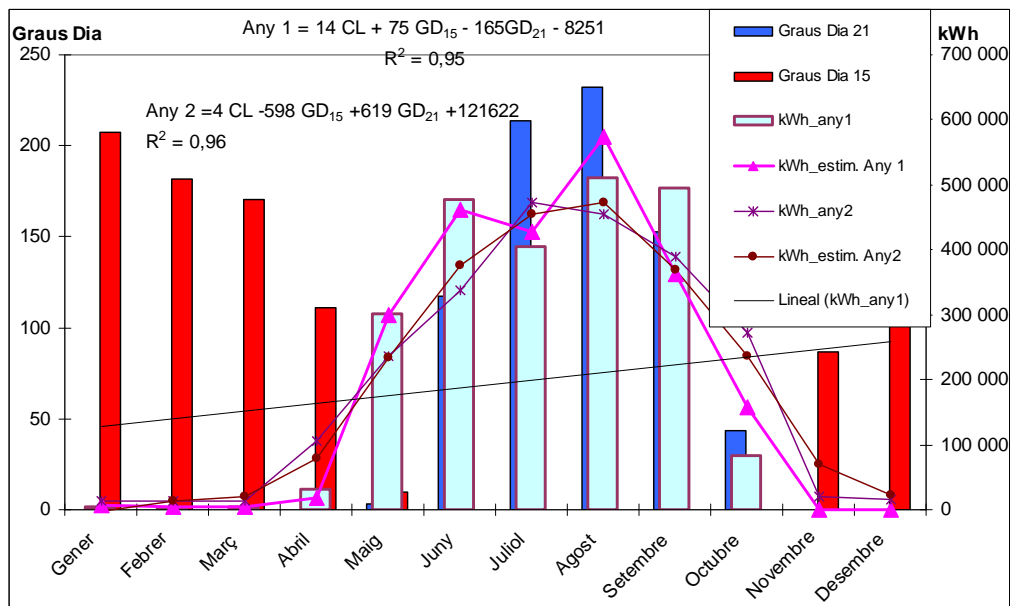


Figura 3.11. Modelització d'un Hotel amb Climatització. Font; Elaboració pròpia. 2005.

Podem veure a la gràfica següent un hotel, en el qual s'han analitzat els consums de diferents anys per metre quadrat i per estada. Podem veure que els mesos on l'ocupació està pròxima al 100%, és a dir els mesos de maig a setembre, les línies de consum energètic per estada són gairebé idèntiques a les modelitzades, mentre que els mesos de baixa ocupació, en els quals hi ha més divergència, ja que l'ocupació fluctua molt, sobretot els mesos d'octubre a maig, on els anys de crisi o en la millora de la competitivitat d'altres destinacions, fan que l'ocupació sigui més baixa. Aquesta ocupació influeix molt i fa que el consum energètic en aquests mesos divergeixi bastant en l'indicador kWh/estada. També s'ha de tenir en compte el que ja s'ha

comentat abans, que els mesos de baixa ocupació l'edifici és menys eficient, ja que ha de tenir encesos serveis i zones per poca quantitat de clients.

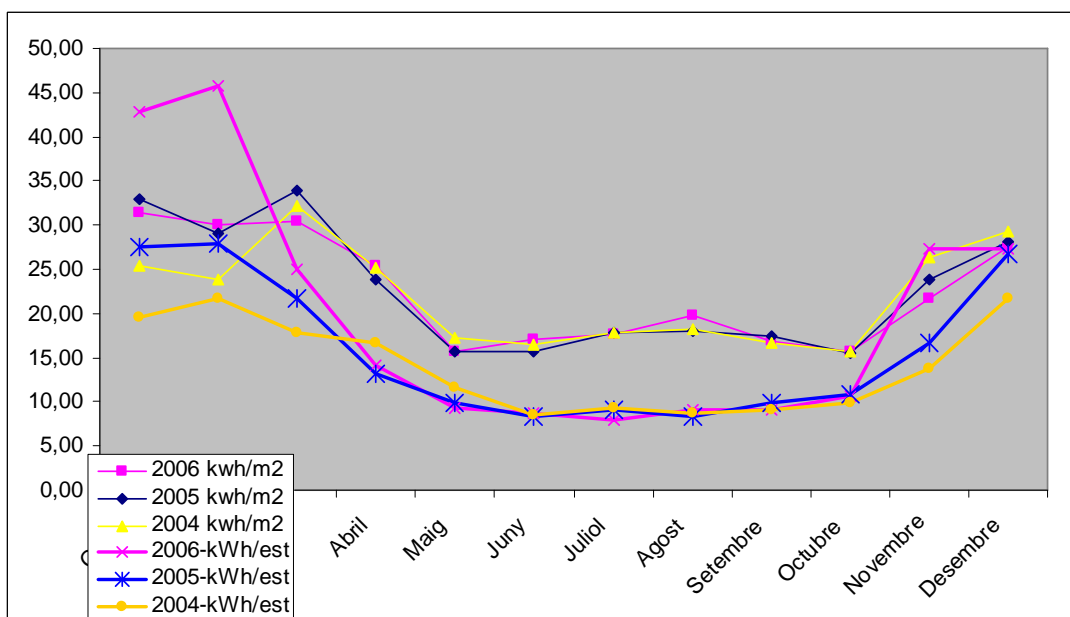


Figura 3.12. Consums unitaris d'un hotel per kWh/m² i estada. Font; Elaboració pròpia. 2004-2006

En canvi en l'indicador kWh per metre quadrat, les divergències són menors, tot que podem veure que els mesos d'hivern te més pes les condicions climàtiques i les pèrdues per transmissió degudes a la calefacció que altres consums, per tant una petita variació d'alguns graus, fan que hi hagi més fluctuació. El valor de les pendents hauria de ser positiu, i per contra algun any sembla que la refrigeració no influeix en el consum energètic, això és degut a que al tenir l'establiment la màxima ocupació el factor que te més pes és el consum per client.

Any	Calefacció G.D. ₁₅₋₁₅	Refrigeració G.D. ₂₁₋₂₁	Consum per Client kWh/estància	Constant de l'Edifici kWh	Coefficient de correlació R ²	Temp. Mitja Màx. °C	Temp. Mitja Mín. °C
2004	902,7	-253,4	10,8	282,1	0,91	25.4	10.3
2005	1203,1	86,9	3,1	129993,1	0,96	26.3	8.3
2006	1143,3	149,6	1,7	159305,9	0,99	26.4	8.7
Promig	1083,0	-5,7	5,2	96527,1	0,96		

Taula 3.1. Caracterització del consum energètic d'un hotel. Font; Elaboració pròpia. 2004-2006

Podem veure a la gràfica següent un altre hotel, en els qual s'han analitzat els consums de diferents anys per metre quadrat i per estada. Podem veure que també els mesos on l'ocupació està pròxima al 100%, és a dir els mesos de maig a setembre, les línies de consum energètic per estada són gairebé idèntiques, mentre que els mesos de baixa ocupació, igual com passava en l'exemple anterior hi ha més divergència.

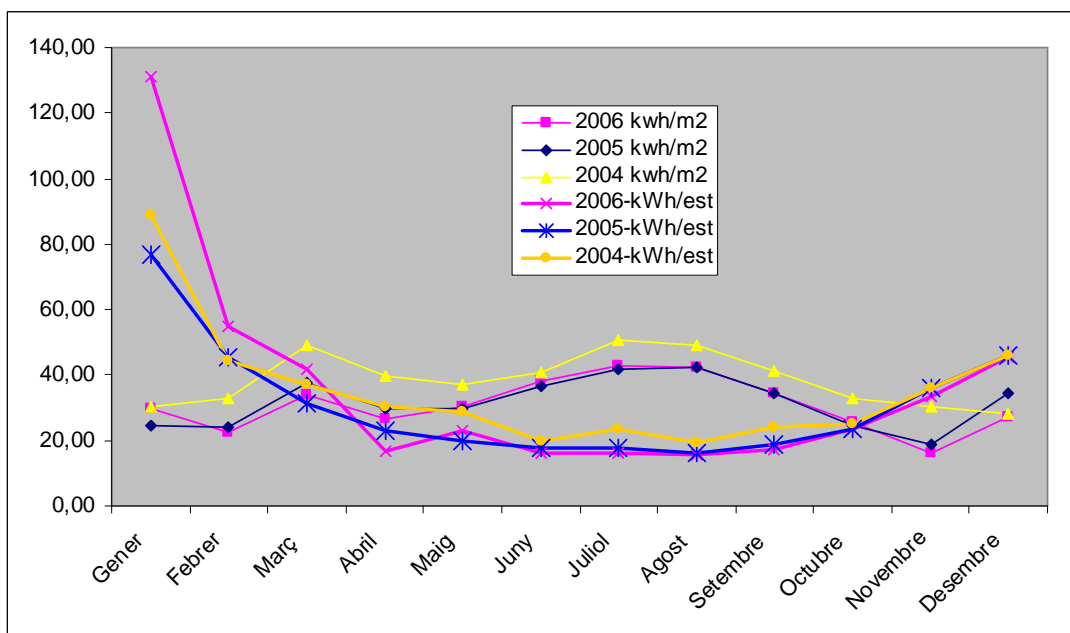


Figura 3.13. Consums unitaris d'un hotel per kWh/m² i estada. Font; Elaboració pròpia. 2004-2006

Any	Calefacció G.D. ₁₅₋₁₅	Refrigeració G.D. ₂₁₋₂₁	Consum per Client kWh/estancia	Constant de l'Edifici kWh	Coefficient de correlació R ²	Temp. Mitja Max °C	Temp. Mitja Mín °C
2004	1273,1	-288,6	14,1	351447,2	0,73	25.4	10.3
2005	1832,4	-665,2	14,4	202002,9	0,8	26.3	8.3
2006	872,7	604,1	7,4	362479,9	0,7	26.4	8.7
Promig	1326,1	-116,6	12,0	305310,0	0,74		

Taula 3.2. Caracterització del consum energètic d'un hotel. Font; Elaboració pròpia. 2004-06

En aquest segon cas estudiat, també es veu que la refrigeració te un valor negatiu en dos dels tres anys estudiats, al igual que l'altre exemple, al coincidir amb la màxima ocupació te més importància el consum per client que guanya més pes.

Podem veure a la gràfica següent un altre hotel, en aquest cas obert només 6 mesos, el que anomenam un hotel de temporada, en els qual s'han analitzat els consums de diferents anys per metre quadrat i per estada. Podem veure que també els mesos on l'ocupació està pròxima al 100%, és a dir els mesos de juny a setembre, les línies de consum energètic per estada són gairebé idèntiques, mentre que els mesos de baixa ocupació, igual com passava en els exemples anteriors hi ha més divergència en funció de l'any. En aquest cas és la calefacció que te un valor negatiu, això demostra que te més pes l'ocupació que les variacions climàtiques.

Per tant fer un model només basat en l'ocupació, tot i que ens baixa l'índex de correlació es el més significatiu dels tres. Analitzant el consum energètic enfront l'ocupació per fonts d'energia, el que te un índex de correlació més alt és l'electricitat, ja que excepte la climatització és la que menys influència te de les condicions climàtiques.

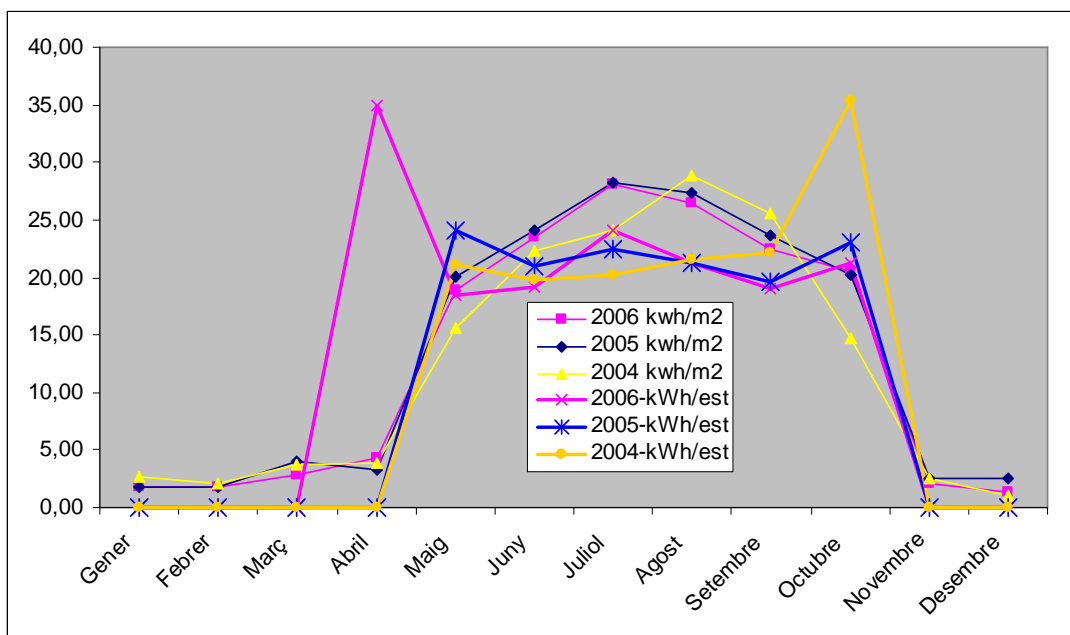


Figura 3.14. Consums unitaris d'un hotel de temporada per kWh/m² i estada. Font; Elaboració pròpia. 2004-2006

Any	Calefacció	Refrigeració	Consum per Client kWh/estancia	Constant de l'Edifici kWh	Coeficient de correlació R ²	Temp. Mitja Max	Temp. Mitja Min
	G.D. ₁₅₋₁₅	G.D. ₂₁₋₂₁				°C	°C
2004	-252,0	110,1	16,4	57004,0	0,98	25.5	9.7
2005	-252,0	32,8	17,8	48771,5	0,99	26.3	9.8
2006	-315,8	367,1	15,2	48553,1	0,99	27.0	11.0
Promig	-273,3	170,0	16,5	51442,9	0,99		

Taula 3.3. Caracterització del consum energètic d'un hotel de temporada. Font; Elaboració pròpia. 2004-2006

En aquest cas els coeficients de correlació del model i de la realitat són pràcticament idèntics, per la qual cosa, en els hotels de temporada, la relació entre clients i clima és directament proporcional al consum energètic. Les variacions d'una any respecte l'altra són degudes bàsicament a petites divergències climàtiques i d'ocupació.

Si es vol modelitzar bé un hotel es necessitaria, entrar en detall a la sala de màquines, on hi ha el major consum energètic (Climatització, Calefacció, producció d'ACS,..). En funció de l'any de construcció de l'edifici i l'any de construcció de les instal·lacions es poden establir unes premisses que influeixen molt en el consum anual. Cada època provoca que l'entorn socio-econòmic es derivi en normatives que supediten les eficiències dels diferents sistemes. Per tant hi ha molta diferència entre un edifici fet als anys 60, 70, 80, 90 i els fets a partir del 2006. Ja que la normativa o el preu de diferents combustibles els ha obligat a fer un disseny determinat i de dotar d'unes tecnologies semblants. A més els establiments degut a l'envelliment de materials i elements es veuen obligats a reformar les sales de màquines periòdicament, incorporant cada 10 o 15 anys millores en aïllaments, elements de control i recirculació.

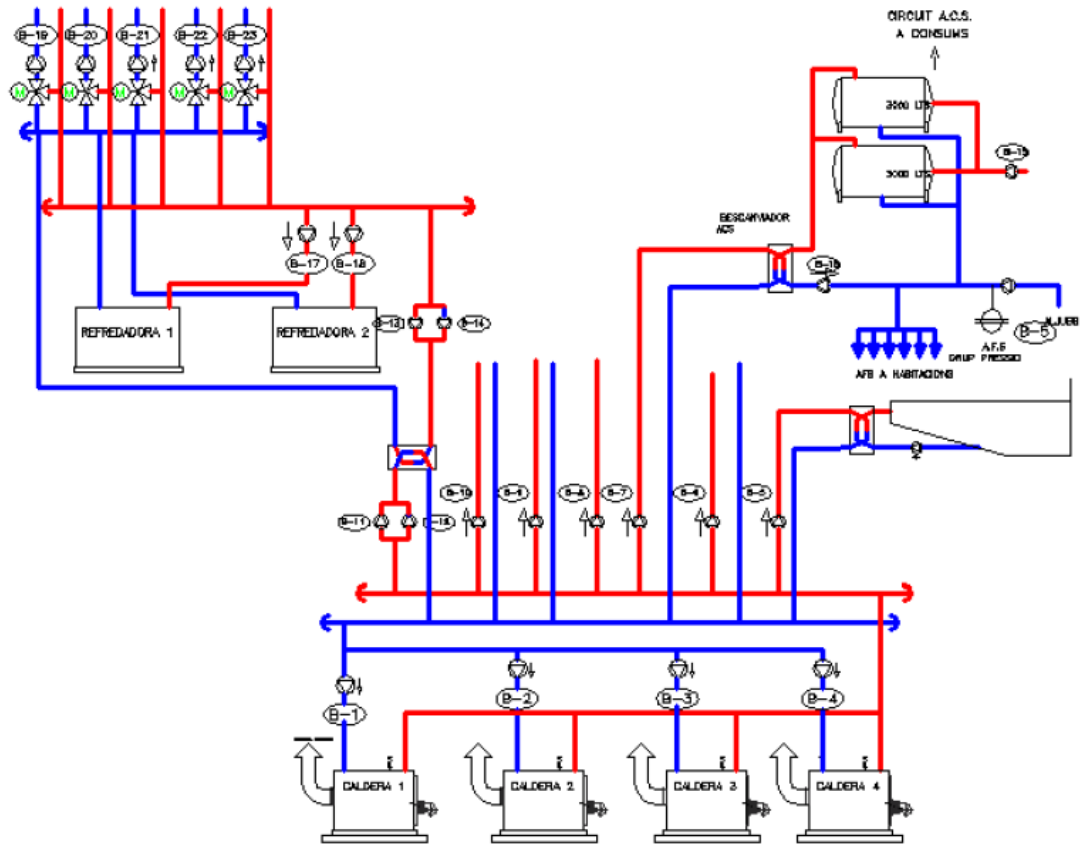


Figura 3.15. Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, piscina climatitzada, ACS i climatització. Regulació de temperatura per zones. 5 Circuits de clima.

Hi ha molts de detalls que s'han de tenir en compte en el disseny d'una instal·lació, ja que el rendiment global és el producte de tots els rendiments parcials (η) (η generació, η transformació, η transport del circuit primari, η transferència/Bescanviador, η transport circuit secundari, η transferència/emissor 2,..., η regulació,...). Un deficient disseny o mala gestió en un d'aquests passos pot fer baixar l'eficiència global del sistema, per tant el rendiment global depèn l'eficiència dels diferents elements, dels salts tèrmics utilitzats, aïllaments, seccions de tubs, i de la regulació del sistema podem tenir moltes divergències. Tot i això els punts més febles de la instal·lació sempre són la Generació i la regulació final, on hi ha més potencial d'estalvi o més potencial de pèrdua d'energia.

$$\eta_{Total} = \eta_{GEN} \cdot \eta_{TRANS} \cdot \eta_{EM} \cdot \eta_{RE}$$

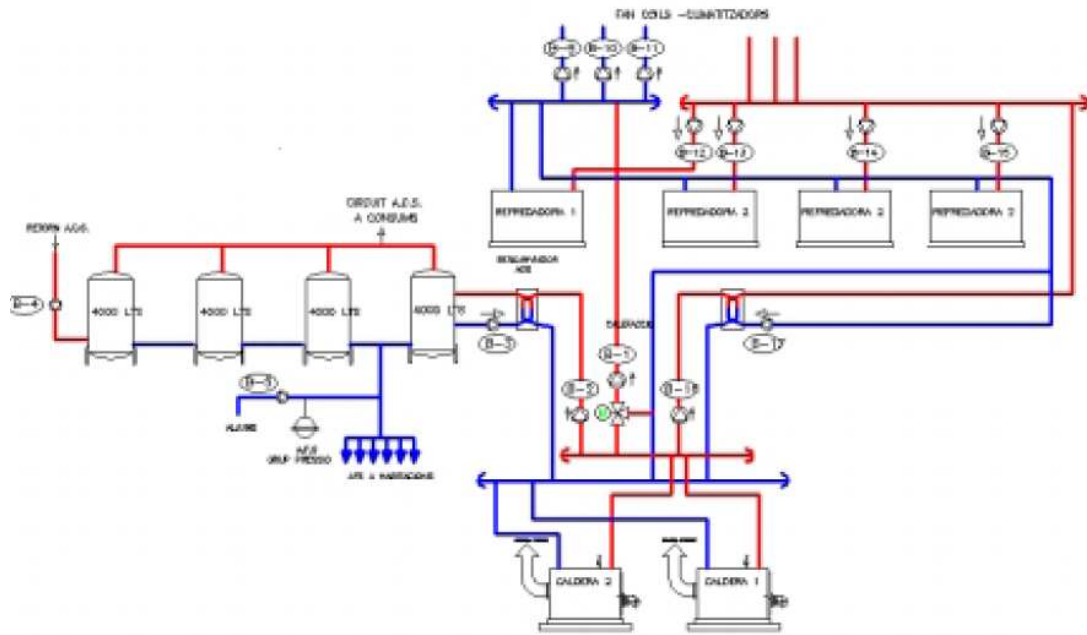


Figura 3.16. Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, ACS i climatització. Sense regulació de bombes. 3 Circuits de climatització.

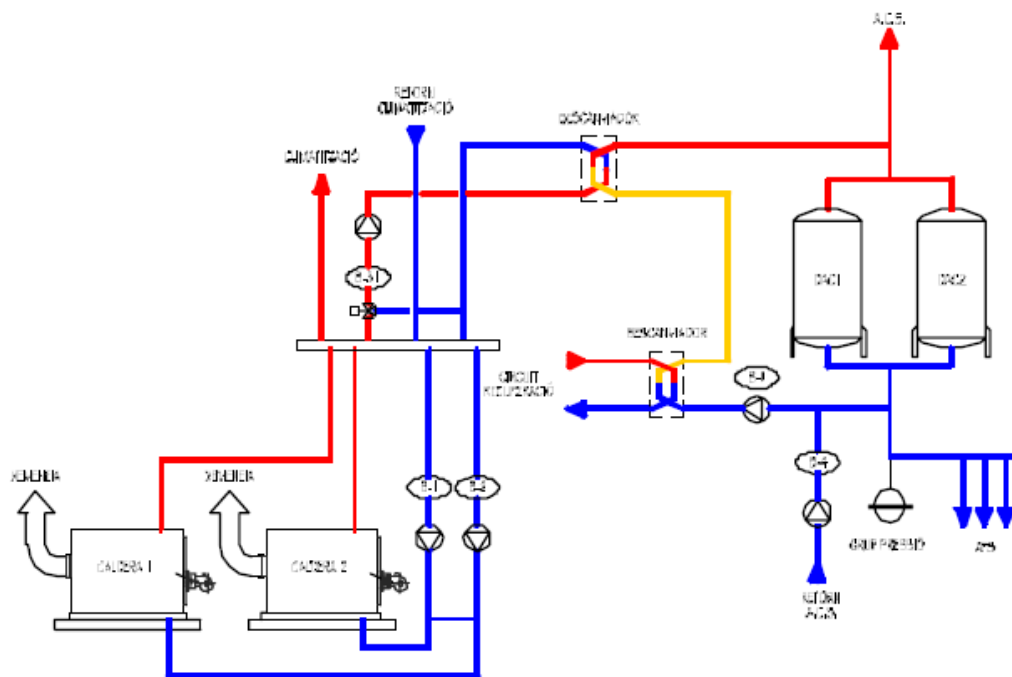


Figura 3.17. Esquema de principi d'un hotel amb calefacció i ACS. Sense Refrigeració. 1 circuit.

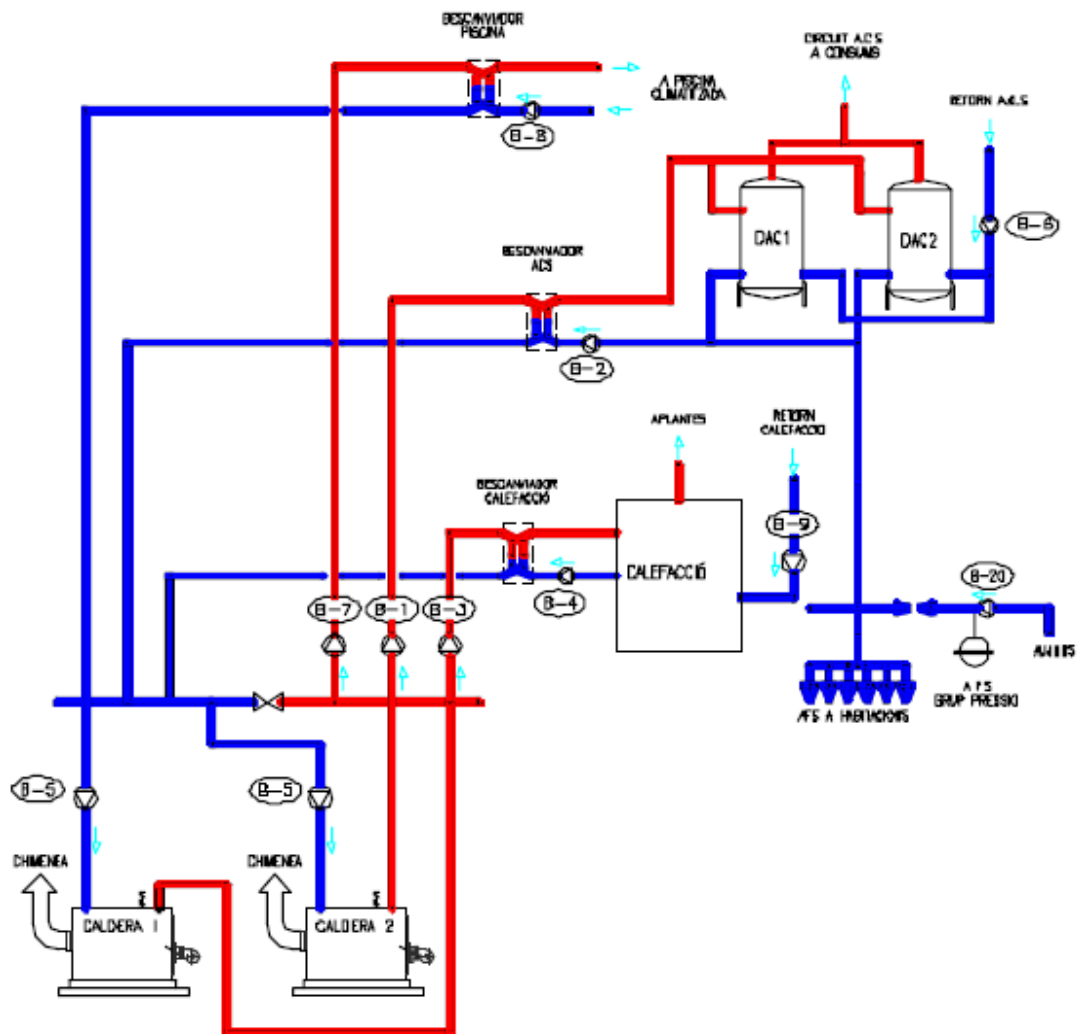


Figura 3.18. Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, piscina climatitzada i ACS. Sense Refrigeració. 1 circuit amb acumulació de primari.

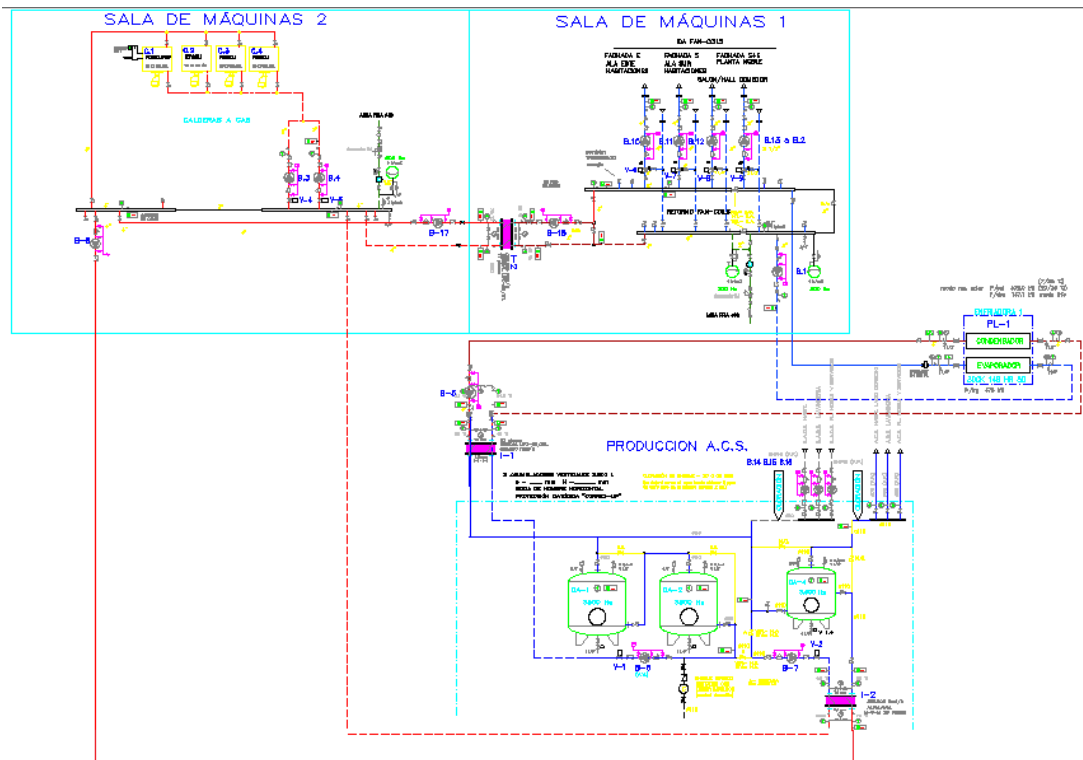


Figura 3.19. Esquema de principi d'un hotel amb calefacció, ACS i climatització amb recuperació de calor per ACS. Regulació de temperatura per zones. 4 Circuits de clima. Cabot Projectos 2006.

De les auditories energètiques fetes en hotels de Calvià es van obtenir algunes conclusions que volem esmentar en quan a l'estructura del consum energètic.

Als hotels petits i mitjans s'observa que el consum tèrmic es superior al consum elèctric i que en els que disposen de calefacció, aquest es el consum energètic mes important.

Als hotels grans els de règim d'obertura anual tenen un major consum tèrmic que elèctric, mentre que als de temporada succeeix a la inversa.

En general, dins del consum tèrmic el de calefacció (60%) supera àmpliament al d'ACS (40%), mentre que dins del consum d'electricitat el consum de força (55%) supera clarament al d'enllumenat (35%).

La despesa energètica per plaça es més gran als hotels petits i grans que als mitjans.

Se poden trobar estalvis molt elevats fent un seguiment dels consums i comparant-los amb els teòrics. Es pot fer una metodologia feta per alguns dissenyadors que és analitzar els hotels fent un seguiment dels consums mensuals en funció de l'ocupació. En la part de climatització es pot fer un seguiment a partir de la següent informació;

1. Obtenir o realitzar un esquema de principi en el que es tenguin en compte tots els elements que consumeixen energia i que intervenen directament en la climatització.
2. Després s'ha de realitzar una simulació dinàmica de la demanda de l'edifici, hora, dia i mes per l'edifici o fer una simetria de l'edifici a analitzar. Hi ha molts de programes de simulació dinàmica, un dels analitzats és el TRNSYS, CALENER i el H.A.P. (Hourly Analysis Program) de Carrier.
3. Establir l'hora, dia i mes les necessitats calculades en la simulació per relacionar-les amb el nombre de màquines que haurien d'estar en marxa, amb el seu nombre d'etapes i rendiments.

4. Comparar els consums energètics simulats vs els reals a partir dels comptadors elèctrics i tèrmics.
5. Amb els resultats se calculen els potencials estalvis si es fessin ajusts en el bombeig, en les consignes, en les màquines operatives, en les vàlvules de regulació,...

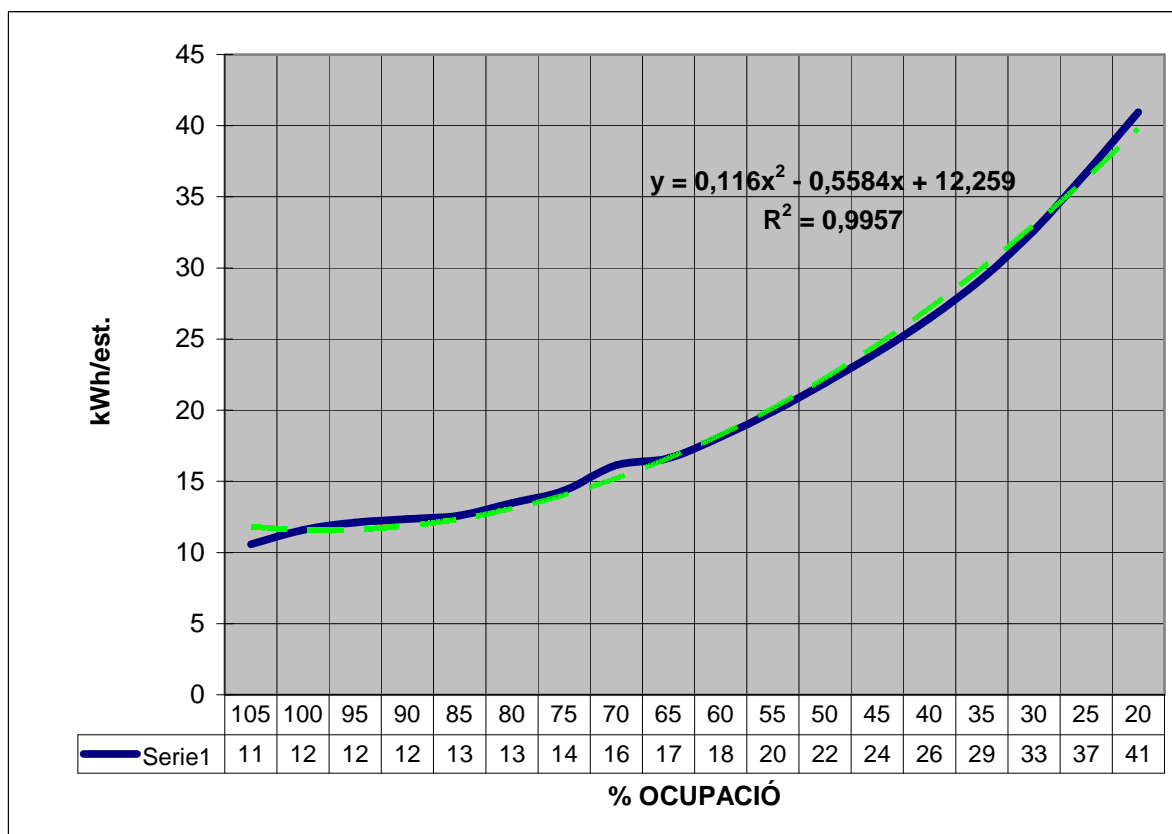


Figura 3.20. Modelització d'un Hotel estimat vs consumit en funció de l'ocupació. Cabot Proyectos 2010.

En alguns hotels s'ha demostrat que fent una actuació sobre vàlvules motoritzades, sobre control de bombes, sobre fraccionament de la potència de les màquines refredadores, sobre els variadors, combinant amb els amb programes de control, se poden obtenir estalvis elevats. A nivell d'exemple s'ha demostrat que amb una inversió aproximada de 20.000€ en un establiment se poden tenir uns estalvis de 642.000 kWh/any i un estalvi en la producció del sistema de refrigeració del 17 %, el que representa un preu mig de 1,12 € amb un estalvi anual de 54.000 €.

Fins i tot els bons dissenys poden tenir un funcionament pèssim si no es disposa d'un sistema de monitorització i seguiment periòdic dels principals consums de la instal·lació, ja que un desajustament en les consignes, problemes en vàlvules, variadors, embrutament de filtres, bateries, bescanviadors,..., d'aquí la importància de tenir un bon servei tècnic en constant formació.

El dissenyadors actual, estan obligats a fer un anàlisi més profund en l'avaluació dels sistemes, i no només fer els càlculs per garantir el confort en els dies extrems, sinó justificar els consums a càrregues parcials i elegir el dispositius i sistemes amb menor emissions de CO₂, el nou R.I.T.E. també obliga a disposar de comptadors d'energia, per fer un seguiment dels consums. L'aprovació del RD 47/2007 a partir de la transposició d'una directiva Europea, va néixer amb

l'objectiu de millorar l'eficiència energètica del nous edificis que es construeixin, així com de donar a conèixer al consumidor final les característiques i comportament energètic de l'edifici que ha d'adquirir o habitar. Actualment aquest decret a l'Estat Espanyol ve acompanyat d'un programa de simulació energètica, el CALENER, elaborat per la Universitat de Sevilla per l'IDAE i el ministeri de l'habitatge.

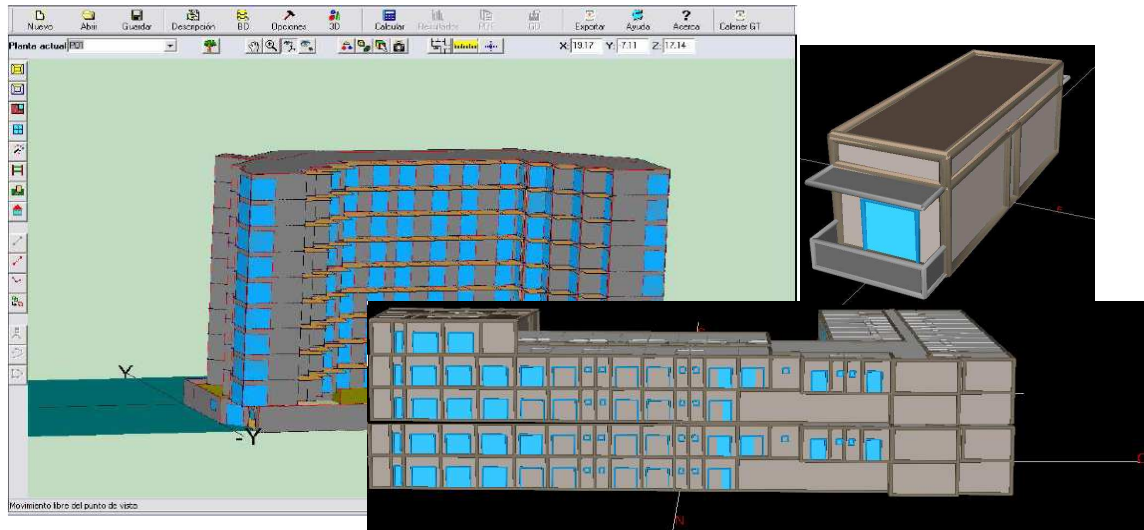


Figura 3.21. Modelització d'un Hotel amb el programa de certificació energètica; Calener GT.

Aquest programa resulta una eina molt útil tant en el sector habitatge com en edificis del sector terciari, tot i que en aquest cas, no ens permet comparar a una mitjana, sinó que el programa fa una comparació amb el mateix edifici.

El programa a més de tenir una interfície gràfica, que ens permet visualitzar si la geometria de l'edifici està ben introduïda, també pot se pot visualitzar l'esquema de principi, d'una manera molt sintetitzada, tant del equips primaris, secundaris i les unitats terminals.

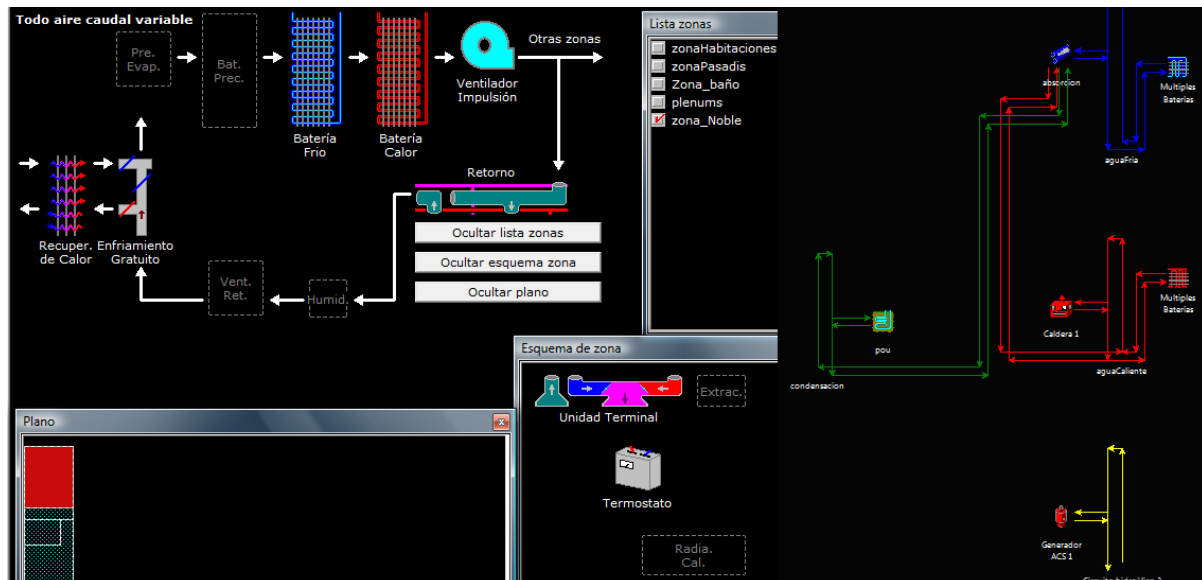


Figura 3.22. Modelització dels sistemes primaris i secundaris d'un Hotel amb el programa de certificació energètica; Calener GT.

A més te la possibilitat de comparar el consum anual de l'edifici amb les variants d'estalvi que li introduïm, la qual cosa també ens permet prendre decisions . S'han analitzat diversos

establiments turístics amb aquest programa i s'ha comprovat que simula bastant bé els consums energètics reals respecte als estimats de l'edifici. A més és una bona eina per fer una auditoria energètica completa, entrant en detall amb elements que altres programes no tenen en compte, com és el consum de les bombes de recirculació de climatització i consum dels ventiladors dels climatitzadors.

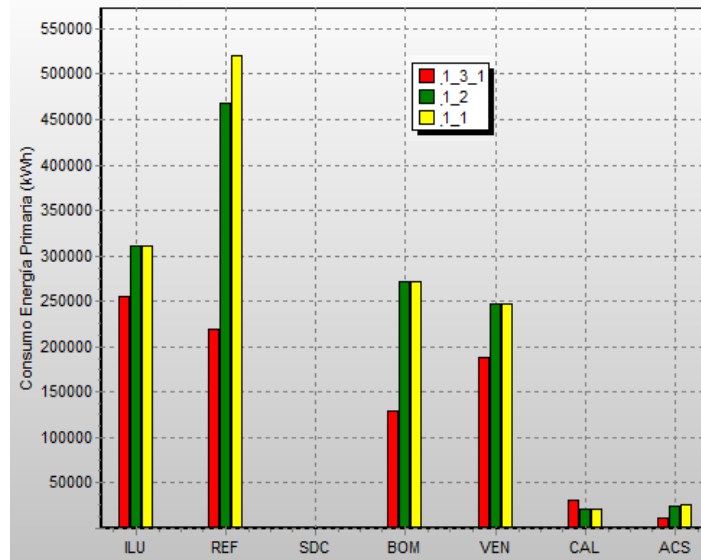


Figura 3.23. Comparació de consums energètics anuals d'un Hotel amb diverses variants amb el programa de certificació energètica; Calener GT.

Podem veure si els canvis ens milloren la qualificació energètica, i per tant si es redueixen les emissions de CO₂. Per tant prendre decisions a l'hora de substituir o millorar els disseny de les instal·lacions.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS					
Indicadores		OBJ	REF	IND	CAL
Demanda Calefacción:	[kWh/m ²]	59,7	29,5	2,02	G
Demanda Refrigeración:	[kWh/m ²]	120,1	106,7	1,13	D
Climatización:	[Tn CO ₂ /m ²]	84,0	20,5	4,10	G
Agua Caliente Sanitaria:	[Tn CO ₂ /m ²]	64,0	182,0	0,35	A
Iluminación:	[Tn CO ₂ /m ²]	22,5	22,5	1,00	C
Total:	[Tn CO₂/m²]	170,5	225,0	0,76	C

OBJ: Edificio objeto de calificación.
 REF: Valores para el edificio de referencia para la comparación.
 IND: Valor del indicador.
 CAL: Letra asignada al indicador para su calificación.

Figura 3.24. Certificació energètica d'un Hotel el programa; Calener GT.

S'han fet diverses simulacions per varis hotels de les Illes Balears, analitzant diferents dimensions i tipologies, a partir de les dades extretes i per simplificar el tractament de les dades s'ha dissenyat un hotel tipus de tres estrelles amb climatització a tot l'edifici, aplicant els criteris mínims del CTE. Es poden fer diverses variants en els equips de refrigeració, calefacció, control i il·luminació, tot i que el programa té algunes limitacions tècniques, és una bona eina de decisió per al dissenyador. S'han fet 30 simulacions per trobar quines mesures o sistemes milloren més el consum energètic. També s'han analitzat els cost econòmic de cada una de les millores.

Podem concloure que a l'hora d'obtenir una bona qualificació energètica, amb una inversió en les instal·lacions inferior als 100.000 € podem aconseguir que un hotel sigui classe **A**, consumint un 60% menys d'energia que l'edifici de referència que genera el programa, és a dir un edifici idèntic però amb instal·lacions estàndards.

Per tant en la fase inicial de Disseny, en un hotel de nova construcció tenir un consum energètic inferior al que estableix el CTE. La qualificació energètica màxima (actualment **A**) suposa una inversió inferior al 2% dels costos totals inicials de la nova construcció d'un hotel. En altres estudis fets pel nostre Grup de Recerca i altres Grups de Recerca al sector residencial, per obtenir una qualificació **A** pot suposar un sobrecost inicial del 10%, degut sobretot a que al sector habitatge, al disposar principalment d'instal·lacions descentralitzades i tenir menys optimitzades les superfícies, la millora energètica té un cost més elevat.

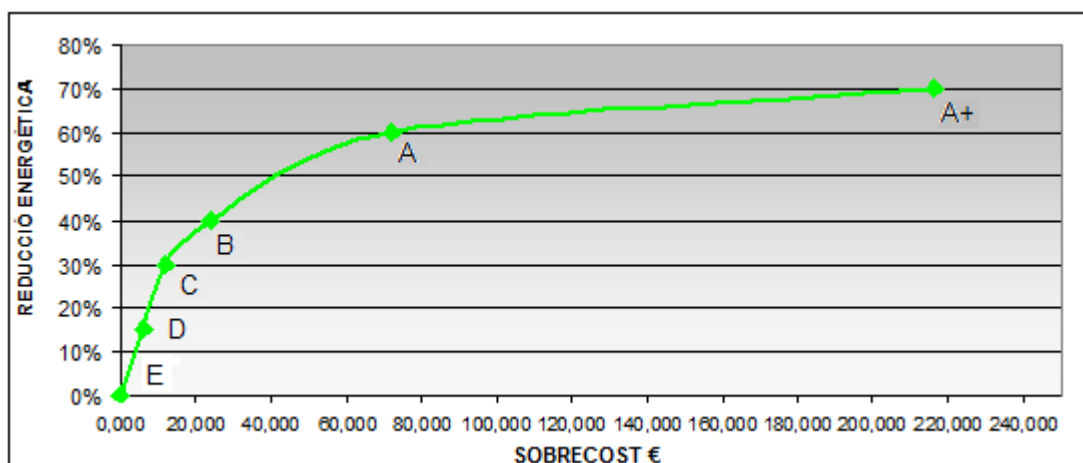


Figura 3.24. Estimació del sobrecost econòmic enfront de la certificació energètica i la reducció del consum d'energia per un hotel de 400 places.

Podem dir que el programa CALENER GT és vàlid per fer simulacions energètiques i també és una bona decisió en la fase inicial de disseny, ja que permet veure en quines instal·lacions i equips consumeixen més energia. El fet d'obtenir la qualificació a partir de les emissions de CO₂ és vàlid per veure els impactes ambientals de les diferents fonts d'energia. Pels gestors i promotors, necessitarien veure el cost econòmic.

L'estalvi energètic que podem implantar a la fase de disseny és molt important durant els anys de vida útil de l'edifici (25-50-75 anys) i dels 10,15 o 20 anys de vida útil de la major part de les instal·lacions. El CALENER GT, per contra no és un programa vàlid per veure els estalvis de les energies renovables, es requereix l'ús d'altres programes per avaluar estalvis d'aquestes fonts i el seu impacte, i per fer un disseny optimitzat de la seva implantació.

4. Propostes d'innovació en la producció i gestió energètica en equipaments turístics

La present Tesis proposa fer un model centrat en els dos principals consums de l'edifici, Climatització (que inclou Ventilació, Refrigeració i Calefacció) i la producció d'aigua calenta sanitària, que suposen directament més del 73% del consum total d'energia final a les Illes Balears, així el model intentarà analitzar els consums, l'eficiència en la producció, acumulació i la distribució dins l'edifici. El model també serà vàlid per altres establiments en altres emplaçaments geogràfics. Si abarcam aquest tres aspectes energètics, és on hi ha més potencial d'estalvi i que permet comparar diferents establiments. En el cas de l'aigua calenta és totalment independent de la distribució, superfície i el disseny de l'edifici, fins i tot de la categoria, només s'ha de tenir en compte els equips de producció, el seu control i la seva distribució. En canvi en la calefacció i la climatització influeixen totes les variants, tant el disseny inicial de l'edifici (aïllaments exteriors, superfície i l'orientació), com l'ocupació, tipus de càrregues internes, així com els equips de producció, el seu control i el transport.

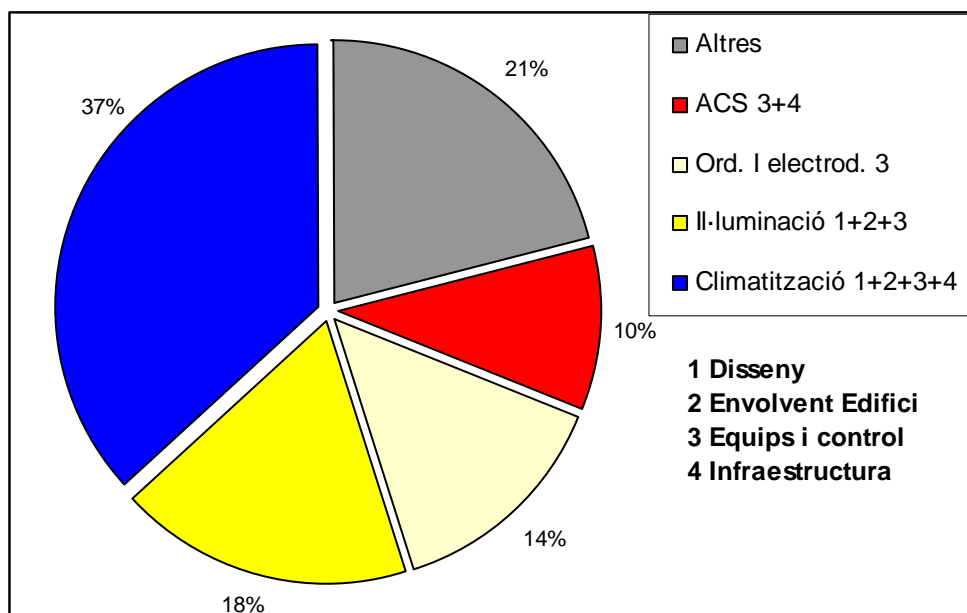


Figura 4.0.1. Ús de l'energia i impactes en el Disseny als US. Font; 2004 DOE Buildings Energy Databook

Se tractaran de manera no exhaustiva, les principals mesures que permeten millorar considerablement la eficiència energètica dels establiments hotelers, mitjançant actuacions tècniques sobre els equipaments o instal·lacions o incidint en la metodologia de treball i explicant alguns exemples en els quals s'ha verificat la viabilitat tècnic-econòmica de les mesures proposades.

S'ha de tenir en compte que no totes les actuacions tenen la mateixa dificultat tècnica per aplicar-se. De fet, es pot establir una classificació en cinc nivells:

- Nivell elemental; Formació i canvi de procediments, gestió, regulació i control
- Nivell bàsic; Manteniment preventiu i operació d'equips.
- Nivell mig; Substitució d'equips i fonts d'energia.
- Nivell alt; Reconversió tecnològica, canvis de processos

- Nivell màxim; Reconversió total dels equipaments, redisseny de l'edifici,...

L'estalvi energètic de nivells més baixos, com són la formació i una correcta regulació i control, no requereixen gairebé inversió, pel que la seva relació estalvi / cost és molt elevada. Per a mesures amb costos mitjans també la relació estalvi / cost també pot resultar atractiva, però arriba un punt que la inversió necessària difícilment es veu compensada per l'impacte econòmic de l'estalvi obtingut.

Un edifici també influirà si la gestió energètica és dolenta, mediocre, bona o molt bona. En edificis deficients, una petita millora, sense gaire inversió, pot suposar un gran estalvi energètic, ambiental i econòmic, en canvi en edificis modèlics, el fer una reducció en el consum, requereix fortes inversions.

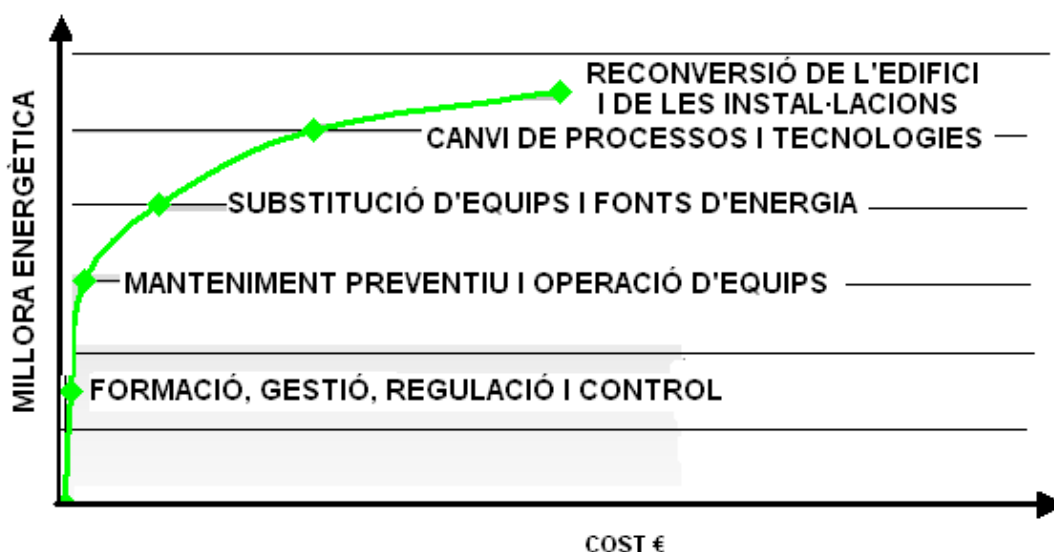


Figura 4.0.2 Mesures per a millora l'eficiència energètica a un hotel.

Una altra forma de classificar de les mesures es en funció dels períodes de temps que se necessita per implantar-les o per amortitzar-les.

- A curt termini:

Seràn accions senzilles que se poden realitzar immediatament. Generalment els costos econòmics associats són ínfims o nuls.

- A mig termini:

Aquestes requereixen més temps i són més difícils d'implantar. Generalment s'haurà de contactar amb empreses i professionals externs més especialitzats, i se requerirà una certa inversió inicial. Moltes vegades aquesta inversió se recupera ràpidament.

- A llarg termini:

Són accions que necessiten una major planificació en la seva posta en marxa, i se necessita força temps per dissenyar-les, implantar-les i fer la posta en marxa. Quasi sempre s'haurà de contactar amb empreses i professionals especialitzats, i se requerirà una gran inversió. Aquesta inversió se recupera a més o menys ràpid en funció del grau d'estalvi.

Dins aquesta classificació no hi entren les mesures per canvis legislatius, que moltes vegades suposen accions a llarg termini, que no s'arriben a amortitzar, però que són indispensables per el correcte funcionament i per preservar les condicions higiènic-sanitàries o ambientals.

Per cada una de les actuacions es detallen els següents punts:

- Descripció de l'actuació: on es detalla en què consisteix l'actuació.
- Àrea d'activitat de l'establiment on es fa l'aplicació: Segons les categories: Administració; Cuina, restaurant i bar; Neteja i bugaderia; Manteniment; Jardineria i espais exteriors; Animació; Habitacions; Resta de l'hotel.
- Altres beneficis derivats de l'aplicació de l'actuació: poden ser un estalvi de recursos, minimitzar les emissions, reducció de sorolls, etc.
- Termini d'implantació i/o amortització: Segons les tres categories: curt, mitjà i llarg termini.
- Indicador de seguiment: variables que mesuren el consum de referència al llarg del temps, de forma que els hotels es puguin marcar fites i objectius d'estalvi.

Les diferents mesures se poden classificar, en dos grans grups:

- Mesures referents a equips i instal·lacions
- Mesures per la millora dels procediments

Dins el primer grup se poden definir les següents subdivisions:

- Instal·lacions generals
- Xarxa elèctrica
- Enllumenat
- *Refrigeració de l'Edifici*
- *Producció de calor (Aigua calenta sanitària (ACS), Calefacció i altres)*
- Cambres frigorífiques
- Bugaderia

Mesures d'estalvi energètic

Mesures que actúen sobre la demanda energètica

Definició
 Consisteixen en reduir la demanda d'energia mitjançant un us més eficient
 Aquestes mesures persegueixen reduir el consum d'energia que no generen benestar (malbaratar)

Exemples
 Substitució de bombetes incandescentes per bombetes eficients
 Doble vidre
 Modificar hàbits de consum
 Millorar les bombes i sistemes de bombeig

Mesures que actúen sobre l'oferta energètica

Consisteix en la producció d'energia mitjançant de fonts renovables
 Permet substituir el consum de fonts fòssils
 Permet substituir consum de fonts ineficients per altres més eficients

Instal·lacions solars tèrmiques
 Instal·lacions solars fotovoltaïques
 Instal·lacions amb biomassa

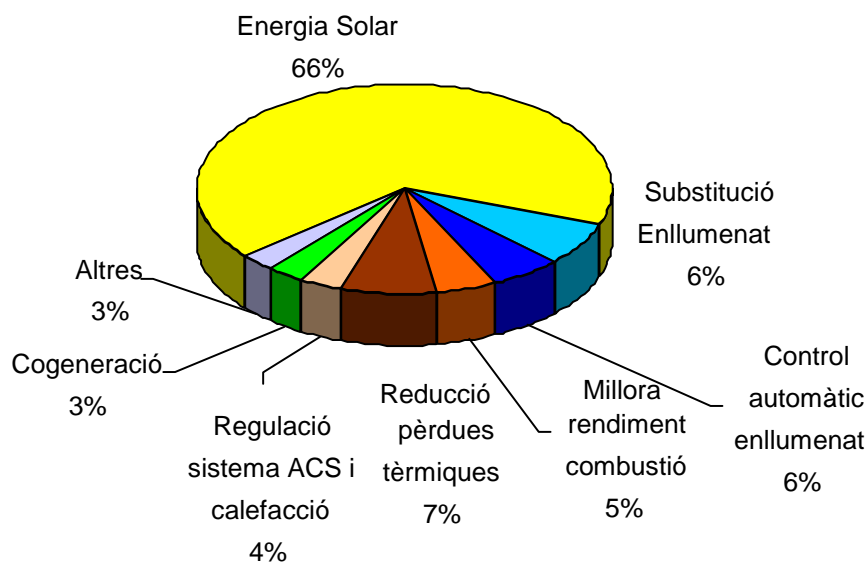


Figura 4.0.3 Propostes de millora més freqüents de reducció del consum energètic a les auditories de l'any 2002.

Propostes de millora més freqüents

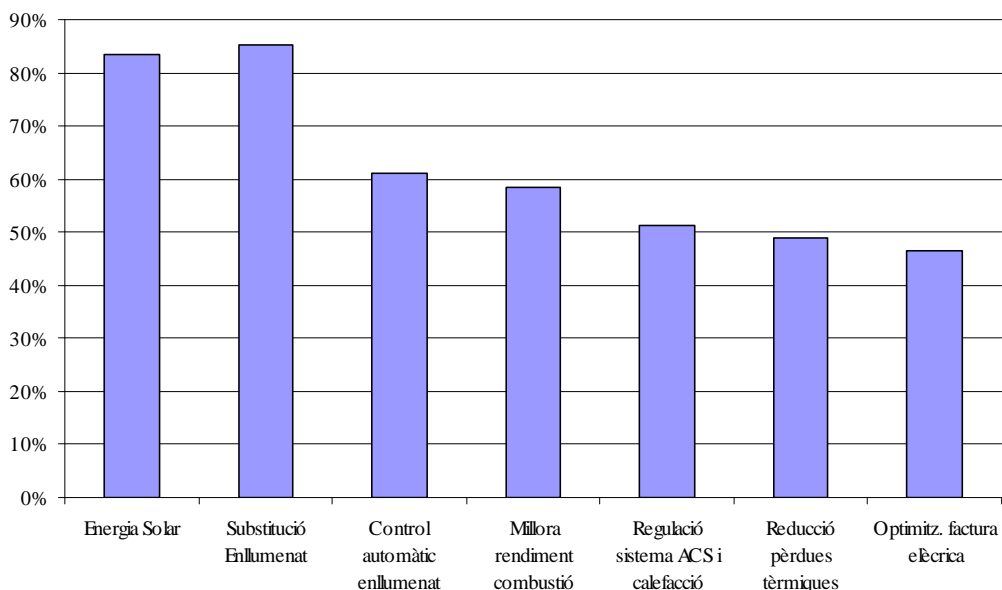


Figura 4.0.4. Propostes més freqüents als hotels auditats l'any 2002.

Als hotels petits el major percentatge d'estalvi es donava a l'enllumenat (3,5%), seguit pel Sistema de Gestió Energètica (2,4%). L'estalvi energètic total estava al voltant del 8% del consum energètic total, mentre que per implantació d'Energia Solar Tèrmica l'estalvi era del 26,3 %.

Als hotels mitjans el major percentatge d'estalvi es donava a les calderes d'ACS i calefacció (6,1%), seguit per l'enllumenat (4,5%) i el SGE (3,3%). L'estalvi energètic total estava al voltant del 14,3 %, mentre que el que s'obtidria per implantació d'EST seria del 33,4%.

Als hotels grans el major percentatge d'estalvi es dona, així mateix, a les calderes (6,6), seguit pel SGE (3,4%) i per l'enllumenat (2,0). L'estalvi energètic total seria del 13% i el que s'obtidria per implantació d'EST seria del 22%.

Estalvi de gasoil

Per implantació de mesures d'estalvi energètic amb un període de retorn a curt termini, és a dir, inferior als 3 anys. Als hotels petits es podria aconseguir un estalvi del 3%. Als hotels mitjans es podria aconseguir un estalvi del 17% . Als hotels grans es podria aconseguir un estalvi de l'11,7%. En total es podria aconseguir un estalvi de gasoil de l'11,7%.

Per implantació d'energia solar tèrmica amb un període de retorn de llarg termini, superior als 15 anys. Als hotels petits es podria aconseguir un estalvi del 30%. Als hotels mitjans es podria aconseguir un estalvi del 42%. Als hotels grans es podria aconseguir un estalvi del 37%. En total es podria aconseguir un estalvi de gasoil del 37%.

Estalvi d'electricitat

Per implantació de mesures d'estalvi energètic amb un període de retorn inferior als 3 anys. Als hotels petits es podria aconseguir un estalvi del 11,8%. Als hotels mitjans es podria aconseguir un estalvi del 9,5%. Als hotels grans es podria aconseguir un estalvi del 4,8%. En total es podria aconseguir un estalvi d'electricitat del 5,5%.

4.1 Formació, Gestió, Manteniment Preventiu i Operació d'equips

4.1.1 Ús racional de l'energia

Una gestió eficaç dels recursos és un aspecte clau per incrementar la competitivitat de les empreses. Per aconseguir aquesta fita, s'han d'adoptar una sistemàtica de gestió que estableixi una estratègia per orientar els recursos tècnics i humans cap a la consecució d'uns objectius determinats, amb una formació i conscienciació del personal.

En el camp de l'energia, el concepte de gestió, entès en sentit ampli, no és nou i, de fet, hi ha moltes empreses que sortosament l'han portat a la pràctica amb èxits notables. Fins i tot tècniques de gestió -com ara el que els anglesos anomenen MONITORING & TARGETING- també es poden incloure sota aquest concepte que, en definitiva, té per objectiu el control exhaustiu de l'energia i, com a conseqüència, el plantejament d'estratègies globals de reducció de consum.

Malgrat això, cal veure què significa realment la gestió energètica i, sobretot definir una metodologia específica per dur-la a terme. Amb aquesta finalitat, s'ha establert el que s'anomena "Us racional de l'Energia" (U.R.E.), el qual es defineix com un mètode de gestió que considera l'energia -i, per extensió, l'aigua, els afluents, etc.,- com un recurs controlable i que, en conseqüència, pot comptabilitzar-lo, analitzar les variacions que experimenta i reduir-ne el consum fins uns valors predeterminats. Es tracta, en definitiva, d'un procés sistemàtic de control de les variables que influeixen en l'adquisició, transformació i consum d'energia, i que ha d'estar integrat dins l'estructura de gestió de l'empresa.

Encara que no es pot parlar d'un únic model de U.R.E -ja que caldrà adaptar-lo a la realitat de cada sector o procés, sí que es poden definir uns principis bàsics de funcionament, uns criteris d'implantació comuns i uns avantatges.

En primer lloc, cal tenir en compte que el concepte de U.R.E s'integra necessàriament dins el procés de gestió energètica d'una empresa, el qual s'estructura en tres etapes bàsiques : la planificació, durant la qual es fixen uns objectius energètics; la diagnosi i control, que consisteix a implantar una sistemàtica permanent de recollida de dades, i l'estratègia, de la qual es deriva un programa d'accions específic. És justament en l'etapa de diagnosi i control on un U.R.E. és més eficaç : dóna suport a la recollida i anàlisi de les dades que provenen dels centres consumidors i transformadors d'energia de l'empresa (informació interior) i de la conjuntura externa (informació exterior). Amb l'anàlisi d'aquestes dades, comparades amb els objectius fixats prèviament, s'elaboren diagnòstics del funcionament energètic de la planta que, traslladats a la fase de planificació, permeten revisar els objectius i definir l'estratègia més adient per assolir-los. Això es tradueix en un programa d'accions, que pot incloure diferents tipus d'actuacions : campanyes de sensibilització i formació, millores en l'operació i millores tecnològiques. En principi, la implantació d'un U.R.E no requereix la realització d'inversions importants, sinó una reorganització dels serveis de l'empresa i un compromís dels tècnics i dels directius. En qualsevol cas, només caldrà instal·lar, si s'escau, una sèrie de comptadors d'energia i un sistema de transmissió i tractament de dades.

S'ha de dir i remarcar que un U.R.E ha de combinar, necessàriament, la tecnologia i les tècniques de gestió. Així, els elements tecnològics que proporcionen la informació no podran

substituir en cap cas la tasca d'anàlisi d'aquestes dades, que haurà de ser realitzada per personal qualificat. Encara que la tecnologia pot arribar a un alt nivell de sofisticació, un U.R.E depèn sempre de l'activitat humana i només aquesta interacció entre la tecnologia i la gestió pot garantir uns resultats efectius d'optimització energètica.

Amb una inversió entre els 10.000 i 30.000 € en millorar la formació i conscienciació del personal i dels clients se poden aconseguir estalvis entre el 10 i el 30% en la gestió energètica, per la qual cosa en menys d'una any se rendibilitza la inversió.

Una bona solució per aconseguir una millora i professionalització energètica és la tendència d'externalitzar la producció energètica de l'edifici amb una ESE o ESCO (Empresa de Serveis Energètics o "Energy Service Company"). Aquesta fórmula està molt present al mercat Anglosaxó i està entrant en força al sector públic i privat de l'Estat Espanyol. Aquestes empreses tenen un alt grau de coneixement en la gestió, manteniment i a més s'impliquen amb la propietat en trobar i finançar mesures d'estalvi energètic, ja que dins els contractes de gestió hi ha una retribució addicional en funció de la disminució de costos energètics.

4.1.2 Manteniment preventiu

Revisar periòdicament els aparells, especialment els cremadors de les calderes, màquines frigorífiques, climatitzadors, bombes de recirculació, vàlvules, filtres,.. fent un manteniment preventiu pot estalviar molta d'energia, ja que evita mal funcionament dels aparells i evita que el mal funcionament dels dispositius dispari el consums. Un dels sistemes més estandarditzats que milloren la gestió és disposar de contractes de manteniment en cada un dels proveïdors-mantenidors, tal i com estableixen tots els reglaments. A nivell intern també ajuda molt dur un control diari dels consums, ja que permet detectar fugues de combustible, mal funcionament d'aparells, També tal com s'ha comentat a l'apartat anterior una bona fórmula és contractar una ESE o ESCO.

4.1.3 Millora de les consignes de temperatura

Els hotels que disposen de sistemes de climatització, no sempre disposen de sistemes de control de temperatures independent per a cada circuit en funció de les demandes energètiques del circuit i de les condicions climàtiques. Quan el dissenyador-projectista fa el disseny assumeix que el Delta de T es manté constant, i dimensiona els circuits, cabals i les bombes d'acord a les condicions més desfavorables. A la realitat el que succeeix és que disposem de diferents circuits amb demandes diferents durant els diferents dies de l'any i durant les diferents hores del dia, el resultat és que les temperatures de retorn del fluid tèrmic són diferents, tant a l'estiu com a l'hivern. Aquest fet contradiu el segon principi de termodinàmica, ja que mesclant fluids a diferents temperatures augmentam l'entropia del sistema.

Per tant el cabal hauria de variar d'acord amb les demandes energètiques de cada circuit. Els sistemes de cabal variable se dissenyen amb aquest principi però no tenen en compte que el Delta de T no és constant. El fet és que en la majoria de les plantes frigorífiques d'aigua, el Delta de T està per sota dels paràmetres de disseny, especialment en càrregues parcials. És el que se coneix com la "Síndrome del Delta de T Baix", que fa que les plantes frigorífiques i les bombes funcionin per aconseguir la T_a de consigna, que redueix la capacitat real de les plantes, es perd eficiència i s'augmenta l'entropia. Tot i que els sistemes assoleixen el seu

objectiu de mantenir el confort a l'edifici, es per eficiència en la producció i fa que les plantes funcionin per sota de la seva capacitat real .

Alguns fabricants dissenyen les seves plantes per anar variant la consigna de disseny en funció de les càrregues i augmentar el Delta de T d'arrencada i funcionament de la màquina per ajustar-se a les càrregues. Podem comentar mal funcionaments típics de plantes frigorífiques i mesures correctores que es poden fer.

Causa	Mesura
<i>Consigna inadequada o mala calibració:</i> una petita caiguda de cabal degut a l'obturgació dels filtres a les climatitzadors, fa augmentar el doble el cabal d'aigua i caure a la meitat el DT.	Els controls s'han de calibrar i les consignes s'han d'ajustar regularment. Utilitzar un control de pressió o delta de P per al control de vàlvules i cabals.
<i>Utilitzar vàlvules de tres vies:</i> Provoquen un bypass que fa que el retorn de l'aigua fred a les refredadores provoqui temperatures inferiors a les de disseny, disparant l'efecte del Delta de T.	No utilitzar vàlvules de tres vies en sistemes de cabal variable. Vàlvules de dues posicions de bypass en el retorn , estratègicament situades i correctament controlades es preferible per assegurar el mínim cabal
<i>Vàlvules de 2 vies petites:</i> unes dimensions equivocades de vàlvules de 2 vies pot suposar quan s'obren més consum de cabal d'aigua del que requereix el sistema. A el 100% de cabal a través del fan-coil, per càrregues parcials provoca que el delta-T sigui més baix que el de disseny.	Seleccionar les vàlvules de control considerant la caiguda de pressió de l'aparell de consum i la pressió diferencial del retorn. Els fabricants generalment recomanen que siguin vàlvules que tinguin la mateixa caiguda de pressió o major que la de la bateria del fan-coil i els seus dispositius.
<i>Reduir l'efectivitat del fan-coils:</i> La transferència del fan-coil es pot veure reduïda degut a una pèrdua de pressió d'aigua, una pèrdua de pressió d'aire, una mala distribució d'aire a la bateria, un bypass d'aire. Qualsevol reducció de l'efectivitat del fan-coil incrementa el cabal d'aigua per arribar al punt de consigna reduint el delta-T.	El pèrdua de pressió de l'aigua es redueix netejant el filtres, desincrustant la bateria. La pèrdua de pressió de l'aire se soluciona netejant periòdicament els filtres.

Taula 4.1.1. Causes més freqüents de mal funcionament d'instal·lacions de clima. Font; ASRHAE.

Una altre dels casos més directes es produeix als hotels que disposen de diverses plantes frigorífiques o varis compressors i les temperatures de funcionament no s'ajusten a les de disseny o a les de programació, provocant un major consum elèctric degut a les arrencades dels compressors i a haver d'evaporar a diferents temperatures. Això també provoca una menor potència efectiva de la instal·lació. És molt important de fer un bon disseny inicial, ja que si no per molt que es vulgui, després no es pot millorar l'eficiència del sistema o bé suposa un cost molt elevat.

Un cas molt clar també és en el dimensionament dels fan-coils, si aquest estan infradimensionats, necessiten temperatures baixes i salt tèrmics baixos, en canvi si estan sobredimensionats, es poden fer funcionar a temperatures elevades i amb salt tèrmics alts. Es pot trobar un equilibri entre el sobredimensionament dels fan-coils i els salts de temperatura, que té un límit físic, sobretot a l'espai disponible a l'habitació o fals sostre on s'instal·la.

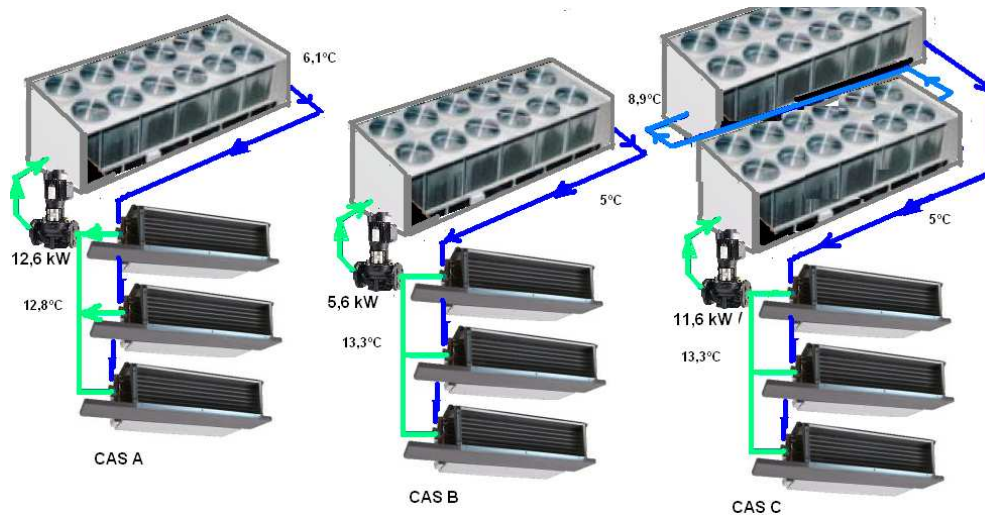


Figura 4.1.1. Esquema de diferents temperatures i configuracions de màquines. Font. ASRHAE

	ΔT	ERR	Pot. Bomba (kW)	Capacitat nominal (kWt)	Capacitat real (kWt)	Potència cons. (kWe)
A 1 Ref.	6.7	9.9	12.6	1406	1427	144.2
B 1 Ref.	8.3	9.8	5.6	1406	1378	140.6
C 2 Ref. sèrie	8.3	10.2	11.6	1406	1487	145.8

Taula 4.1.2. Exemples d'instal·lacions tipus. Font; ASRHAE i pròpia

Rendiments de màquines frigorífiques depenen del tipus de refrigerant, tipus de compressor i de les temperatures d'evaporació i condensació. Els rendiments es veuen reduïts si es fa funcionar la màquina a una temperatura d'evaporació inferior als 7°C o bé si la feim condensar a temperatures superiors a 45°C. Per la qual cosa com veurem més endavant, és molt important ajustar l'evaporació i condensar al mínim de temperatura. Les màquines condensades per aigua són les que generalment tenen un rendiment més alt, ja que la temperatura de l'aigua sol estar per davall dels 30°C. Valors típics de C.O.P. de compressors frigorífics segons temperatura d'evaporació:

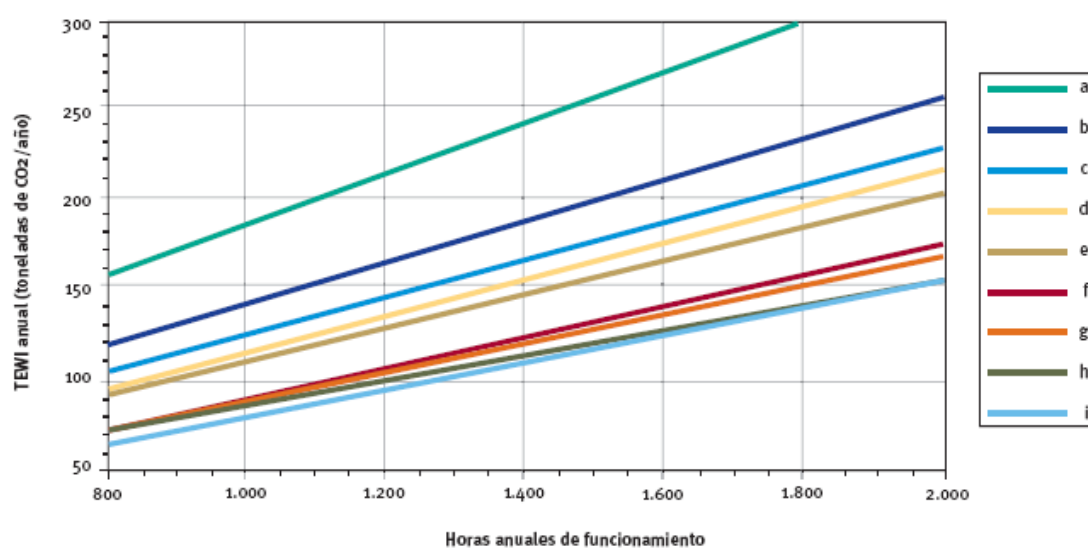
Temperatura (°C)	C.O.P.
-45 a -30	1,3 – 1,7
-30 a -20	1,7 – 1,9
-20 a -10	1,9 – 2,2
-10 a -5	2,2 – 2,5
-5 a 0	2,5 – 2,8
0 a 7	2,8 – 3,3
7 a 12	3,3 – 3,8
10 a 15	3,8 – 4,5

Taula 4.1.3. C.O.P. en front a temperatura de funcionament Font; ASRHAE i pròpia

Els canvis normatiu i les reticències dels dissenyadors han anat desplaçant refrigerants més eficients per altres de nova generació que no tenen tan bon rendiments. Els refrigerants més utilitzats en la dècada del 70 i 80 eren R12 i IR22, que arrel del protocol de Mont-real i a l'efecte sobre la capa d'ozó s'han anat substituint per el R134a, R407c i R410. Tot i que el millor és l'R707 (amoníac), però degut a la seva perillositat i toxicitat pràcticament només s'utilitza en el sector industrial i de congelats, en els establiments turístics hi ha més reticències en utilitzar-lo degut a les mesures de seguretat addicionals que han de tenir les sales de màquines.

El fraccionament de la potència dels equips, permet adaptar la producció de climatització a la demanda tèrmica real del sistema, parcialitzant les unitats productores a fi d'aconseguir en cada instant, el règim de potència més proper al màxim rendiment. Per tant és important disposar de màquines que puguin ajustar la potència a la demanda de l'edifici i tenir una eficiència mínima en funció de les hores de funcionament anuals. Generalment aplicant el R.I.T.E. obliga als fabricants i dissenyadors tenir un nombre mínim d'etapes en funció de la potència total instal·lada i a donar les dades del Coeficient d'Eficiència Elèctrica (CEE o EER en anglès).

Tipus de màquina		Refredament condensador	Refrigerant	CEE EER	Energia consumida per 1000 h/any MWh/any
(a)	Alternatiu	Aire	R22	2,6	241
(b)	Cargol	Aire	R134a	3,2	193
(c)	Alternatiu	Aigua	R134a	3,5	179
(d)	Alternatiu	Aigua	R407c	3,6	174
(e)	Alternatiu	Aigua	R22	4,0	156
(f)	Alternatiu	Aigua	R707	4,4	147
(g)	Cargol	Aigua	R134a	4,5	139
(h)	Turbo	Aigua	R134a	5,5	118
(i)	Cargol	Evaporatiu	R707	5,1	128



Taula 4.1.4 i Figura 4.1.2. Consum de màquines frigorífiques en funció del compressor, condensador i refrigerant. Font; Comentaris del RITE 07.

També si es disposa de màquines amb compressors "scroll"(espiral) o compressors de tornavis, amb control de velocitat, ja sigui amb variador o motor "inverter" es poden ajustar les potències en funció de la demanda. Això pot suposar un estalvi important, sobretot en edificis, com els hotels, que s'han de dissenyar per unes condicions extremes i amb factors de seguretat que només es produeixen unes poques hores en tot l'any.

Tot i que tinguem les potències ben ajustades a la càrrega, s'ha d'intentar que les màquines treballin en el punt de màxim rendiment, el qual varia en funció del tipus de màquina frigorífica i el tipus de compressor. Podem veure al gràfic un exemple d'una refredadora com a càrregues parcials es quan es té major potència tèrmica respecte al consum elèctric.

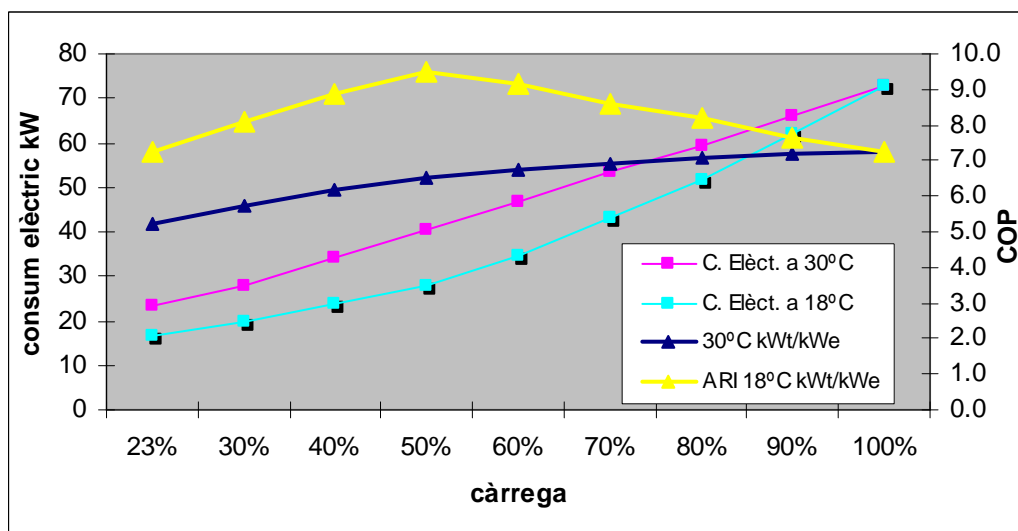


Figura 4.1.3. Consum d'una màquina frigorífica a diferents temperatures i càrrega. Font; Catàleg Carrier, compressor Aire-Aigua de Tornavis.

Si a més es dissenyen sistemes amb una consigna més elevada, tant en el circuit primari, enlloc dels típics sistemes d'evaporació a 7°C, anar a 8 o 9°C. També es podrien canviar els circuits secundaris i els elements de difusió augmentant el delta de T temperatures més altes a 5 o 10°C, sobredimensionant lleugerament els sistemes. Aquest tema serà ampliat més endavant en la part de canvis de sistemes de difusió.

Consigna	20°C/25°C	27/18°C	Reducció
Refrigeració (kWh/m ²)	30,4	19,83	35%
Calefacció (kWh/m ²)	16,2	10,72	34%
Bombeig (kWh/m ²)	3,57	3,6	-1%
Ventilació (kWh/m ²)	3,9	2,8	27%
Total Tèrmic (kWh/m²)	54,1	37,1	31%

Taula 4.1.5. Estalvis i sobreconsums fent canvi de consignes.

En darrer lloc si canviem els hàbits i cultura dels clients, enlloc d'anar a 24 o 25°C anar a consignes de 26 o 27°C, els estalvis encara serien més elevats. Es podrien assolir estalvis de més del 30%, però en aquest darrer cas si que repercuteixen en el confort. Podem veure resumits la reducció energètica que suposa canviar les consignes.

Hi ha una tendència a fer els nous edificis amb sistemes VRV, és a dir, amb volum variable de refrigerant, amb unitat d'expansió directe en les habitacions. Aquests sistemes són molt eficients, ja que estalvien molts de costos de manteniment i transport de fluids. Van aparèixer a finals dels 80, per edificis petits (residencial, hotels <100 places, oficines,..) tot i que eren sistemes molts cars respecte els d'aigua, l'economia d'escala i l'augment de la demanda i de fabricants, han fet abaratir molt els seus costos arribant ser competitius amb els sistemes tradicionals d'aigua.

La relació d'eficiència energètica (EER) en les unitats convencionals s'acosta als 4,1, comparables als sistemes aigua-aigua. Poden reduir el consum elèctric gairebé un 50%, ja que tenen eficiències molt elevades i no necessiten bombeig. A més al utilitzar el propi refrigerant com sistema de transport, amb el canvi d'estat, necessiten diàmetres de tubs molt petits. Actualment els seus costos són molt semblants i a més les prestacions han augmentat molt, arribant a tenir sistemes compatibles amb els d'aigua o mixtes. També disposen d'unitats exteriors refrigerades per aigua o sistemes que poden donar fred i calor a la vegada arribant a EER superiors a 5. Molt interessants en hotels de 5 estrelles on s'ha de donar el màxim confort als clients i poden haver èpoques, que en funció de l'orientació de l'edifici hi pugui haver zones amb demanda de calor i zones amb demanda de fred. Aquesta tecnologia ha suposat un canvi important pels dissenyadors en els nous edificis.

L'únic desavantatge és que només permeten potències des dels 14,0 kW fins als 135 kW, per la qual cosa per a grans hotels s'han de posar més màquines, per la qual cosa en instal·lacions grans s'encareixen bastant.

Aquests sistemes s'estan imposant en hotels mitjans i petits, ja que suposen un estalvi molt important en el manteniment, tot i que en cas d'avaria greu, com és un escapament de refrigerant, els costos de reparació poden ser molt elevats.

4.1.4 Millora del disseny, flux i control de la xarxes de recirculació

En l'actualitat la majoria de les bombes instal·lades als establiments turístics funcionen a una velocitat constant, tot i que en molts casos els cabals que les bombes han de subministrar no siguin constants. Fins fa pocs anys a l'hora d'adquirir un motor no es valorava gaire el rendiment energètic en comparació a altres característiques com podrien ser el preu, la fiabilitat, la robustesa,... En d'altres ocasions es sobredimensionaven els equips, i per tant el rendiment que s'obtenia a la pràctica era baix. En molts de casos les bombes es s'engegaven a principi de temporada i no se tornaven a aturar o revisar fins que es tancava l'hotel o es produïa una avaria.

En un bon disseny s'ha de controlar en tot moment el cabal a impulsar en funció de les necessitats instantànies. Per tal d'adequar el cabal impulsat a les exigències reals de l'usuari es pot fer de diferents maneres, cada una de les quals pot satisfer les necessitats però amb un consum energètic i desgast molt diferent. Anem a veure les més utilitzades :

- Control per canvi de rodet.
- Control per estrangulament mitjançant una vàlvula.
- Control per arrencada - aturada.
- Control per variació de velocitat.

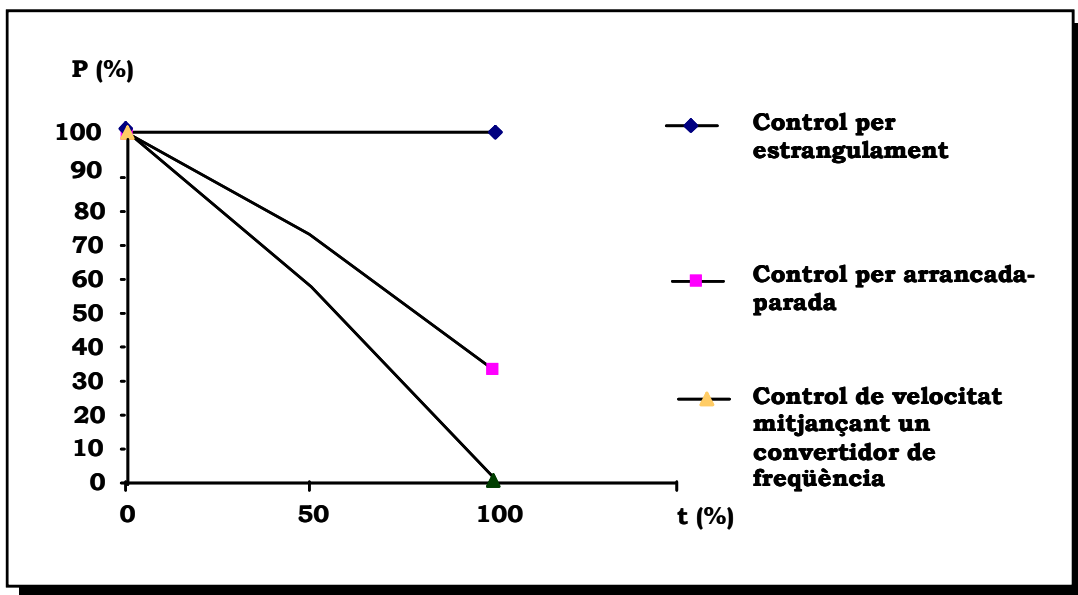


Figura 4.1.4. Consum d'una bomba en funció de la regulació. Font; Auditories energètiques.

4.1.4.1 Control per canvi de rodet.

Si les bombes treballen generalment en un punt de baix rendiment es pot modificar el diàmetre del seu rodet per adaptar-lo de manera que la corba característica de la bomba tenguí una intersecció amb la de pèrdua de càrrega del sistema en el punt d'eficiència més elevat. El canvi de rodet es pot realitzar retallant físicament el rodet existent o encarregar-

ne un de substitutori amb el diàmetre adequat al fabricant. Aquest sistema no és pròpiament un sistema de regulació de velocitat, sinó que és un sistema d'optimització i estalvi energètic per adequació d'una bomba sobredimensionada a les exigències actuals. S'ha dir que la majoria de bombes d'un hotel, tenen un preu relativament econòmic, ja que són estàndards, i el cost de modificar el rodet seria superior al de la pròpia bomba, per tant és més senzill canviar la bomba per una més adequada.

□ **Control per estrangulament.**

Aquesta forma de control és el més usat en l'actualitat. En aquest cas s'incrementa la resistència o pèrdua de càrrega dels circuits per estrangulació, ja sigui amb una vàlvula de bolla, clapeta regulable, vàlvula regulable de diafragma, vàlvula de membrana o d'altres sistemes.

Aquest control origina pèrdues energètiques importants, que es produeixen pel fet que les bombes treballen fora de les seves condicions de disseny i pel fet de que la bomba treballa contínuament contra l'alta pressió imposada per la vàlvula.

□ **Control per arrencada-aturada.**

Aquest sistema de control consisteix en regular el cabal necessari parant i engegant la bomba de manera que el cabal obtingut sigui el necessari. Aquest sistema però, degut a les parades i engegades produeix un desgast i escurçament de la vida útil de les instal·lacions.

□ **Control de velocitat.**

L'accionament de velocitat variable és més avantatjós quan els requeriments del procés varien o quan la corba de pèrdua de càrrega del sistema varia.

En qualsevol d'aquests casos, els mecanismes de regulació de velocitat permeten que la bomba funcioni a una velocitat en que consumeix la quantitat exacta que requereix el sistema.

A continuació es representa l'estalvi obtingut en els diferents sistemes de control.

Els variadors de velocitat es poden dividir en dos grups :

- Els *mecànics*, els quals formen un eix rígid situant-se entre l'eix d'un motor i la màquina. Els més usats són els de corretges, làmines, hidràulics,... Degut al seu desgast, l'absència d'estalvi energètic i que el motor gira a revolucions constants, han provocat la seva progressiva substitució pels electro-electrònics.
- *Electro-electrònics*, es fonamenta en la creació de l'eix elèctric, permetent un ajustament més senzill, un camp de variació més ample, un temps de funcionament més llarg i una reducció del consum energètic degut a que el motor gira segons les necessitats del procés. Aquest sistema de control es pot aplicar tant en motors de corrent continu com en motors de corrent alterna (ja sigui síncrons o asíncrons).

Els més usats degut a la seva fiabilitat, preu i absència de manteniment són els que s'apliquen a motors d'inducció asíncrons (gàbia d'esquirol) pels quals s'usen els variadors de corrent alterna asíncron. Aquests variadors permeten controlar la velocitat i el parell d'un motor,

transformant les magnituds físiques de freqüència i tensió constants de la xarxa en magnituds variables. Els dispositius de generació de l'ona sinusoidal de sortida es poden agrupar en tres grups :

- Convertidor de freqüència amb modulació per amplitud de polsos (PAM).
- Convertidor de freqüència amb modulació per amplada de polsos (PWM).
- Inversor de corrent (CSI).

En tots ells un rectificador transforma el corrent altern en un corrent continu no completament lineal que es filtra en un circuit intermedi abans de convertir-lo en un corrent altern a freqüència variable.

L'esquema bàsic dels diferents accionaments és :

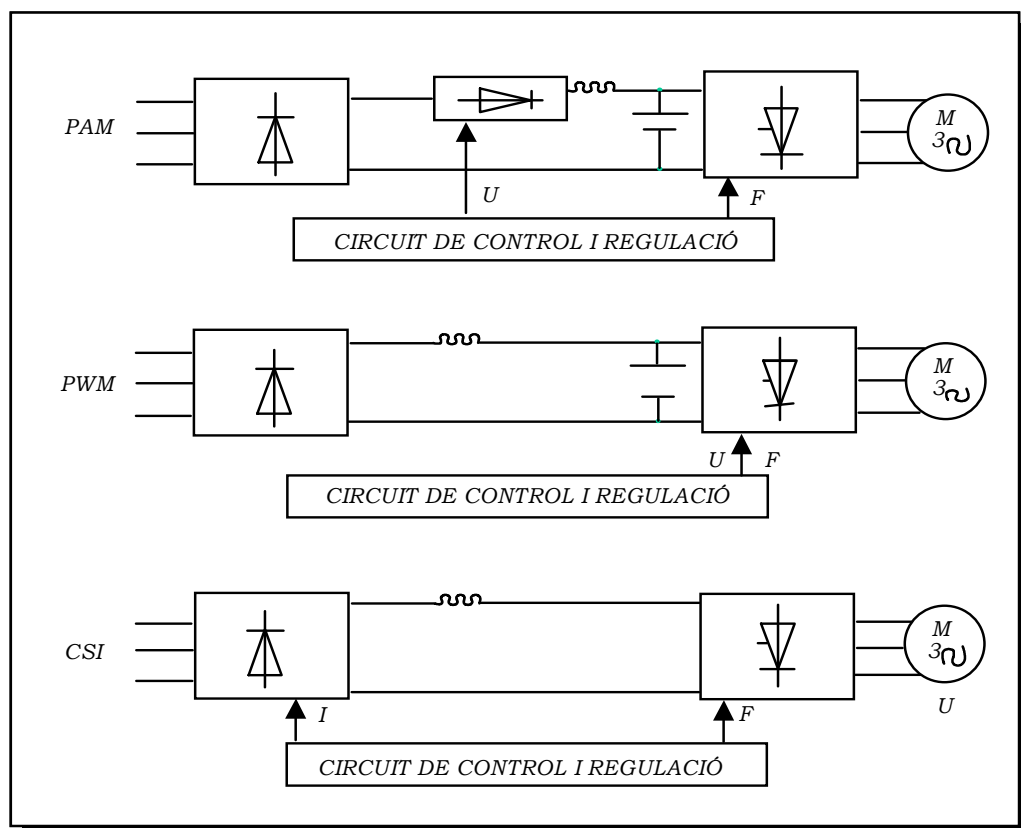


Figura 4.1.5. Esquemes de regulació d'un motor. Font; Auditories energètiques

Els variadors PAM tenen un factor de potència elevat, un bon rendiment, poden alimentar més d'un motor a la vegada i el circuit pot suportar la marxa del motor en buit, però a velocitat de gir lentes es produeixen oscil·lacions del parell i el condensador intermedi del circuit provoca un cert retard en la variació de la tensió.

Els PWM són aptes per a l'accionament de múltiples motors, tenen un bon rendiment, un alt factor de potència, però generen sorolls i quan el convertidor de freqüència arriba a la limitació de corrent, el motor s'atura. Pel que respecte als CSI són els més econòmics i permeten la recuperació d'energia sense costos suplementaris, però només són vàlids per a accionaments individuals, el factor de potència depèn de la càrrega i l'equip no accepta la marxa en buit.

L'estalvi energètic obtingut per la utilització i implantació de variadors de velocitat pot arribar a ser, en alguns casos, fins al 50%. Dels tres tipus existents de variadors electro-electrònics els més usats són els de convertidors de freqüència amb modulació per amplada de polsos. El sistema de regulació de velocitat és molt vàlid en instal·lacions on es disposi de vàries bombes centrífugues o cel·lulars.

Pel fet que aquestes bombes són centrífugues la variació de les revolucions en la bomba origina un canvi de cabal directament proporcional, però el consum d'energia és funció cúbica de la velocitat de gir. Per tant, la implantació d'aquest sistema és molt vàlida en instal·lacions amb una oscil·lació important de cabal.

Exemple d'una corba característica d'una bomba en funció de la seva velocitat de gir. Aquesta tecnologia és igualment aplicable a motors de ventiladors, bombes recirculadores, climatitzadors, etc.

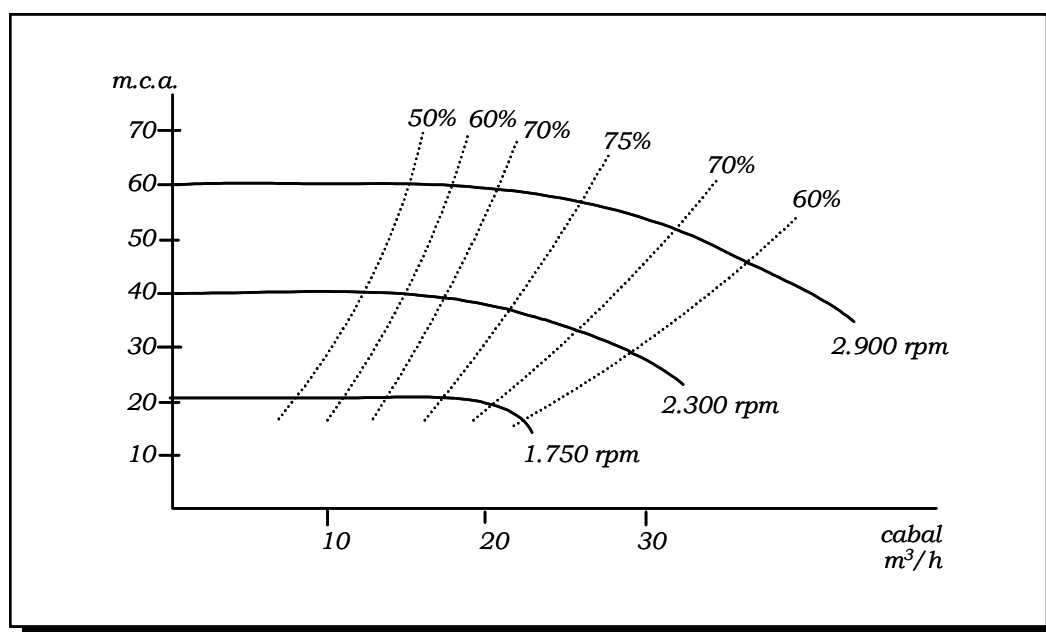


Figura 4.1.6. Corbes típiques de cabal i pressió de bombes recirculadores. Font; Auditories energètiques

Els ventiladors i recirculadores de fluids tenen la missió d'aportar l'energia necessària per a aportar les millors condicions de confort, és per aquesta raó, que s'ha de poder regular el cabal del fluid. Aquesta regulació es pot realitzar essencialment de dues formes :

- Variació del cabal per estrangulament del pas del fluid.
 - Variació del cabal per regulació de velocitat.
- El mètode de variació del cabal per estrangulament consisteix en la inserció en el flux del fluid d'una vàlvula o un mecanisme similar que provoqui una reducció (estrangulament) del pas del fluid. Aquest element estrangulador ha de suportar la diferència de pressió entre la característica del ventilador o recirculador i el de la càrrega. La potència aportada es manté pràcticament inalterada i per tant l'estalvi energètic és nul. Aquest és un mètode dissipatiu i per tant poc aconsellable.

- El mètode de variació del cabal per regulació de velocitat consisteix en variar la velocitat del ventilador o re-circulador modificant la seva característica externa, de manera que, si la característica de la càrrega roman constant, el punt de treball canvia variant, en conseqüència el cabal. D'aquesta manera la variació de la pressió necessària es realitza mitjançant la modificació de la característica dels ventiladors, sense altes caigudes de pressió addicionals a les que originen els conductes,...

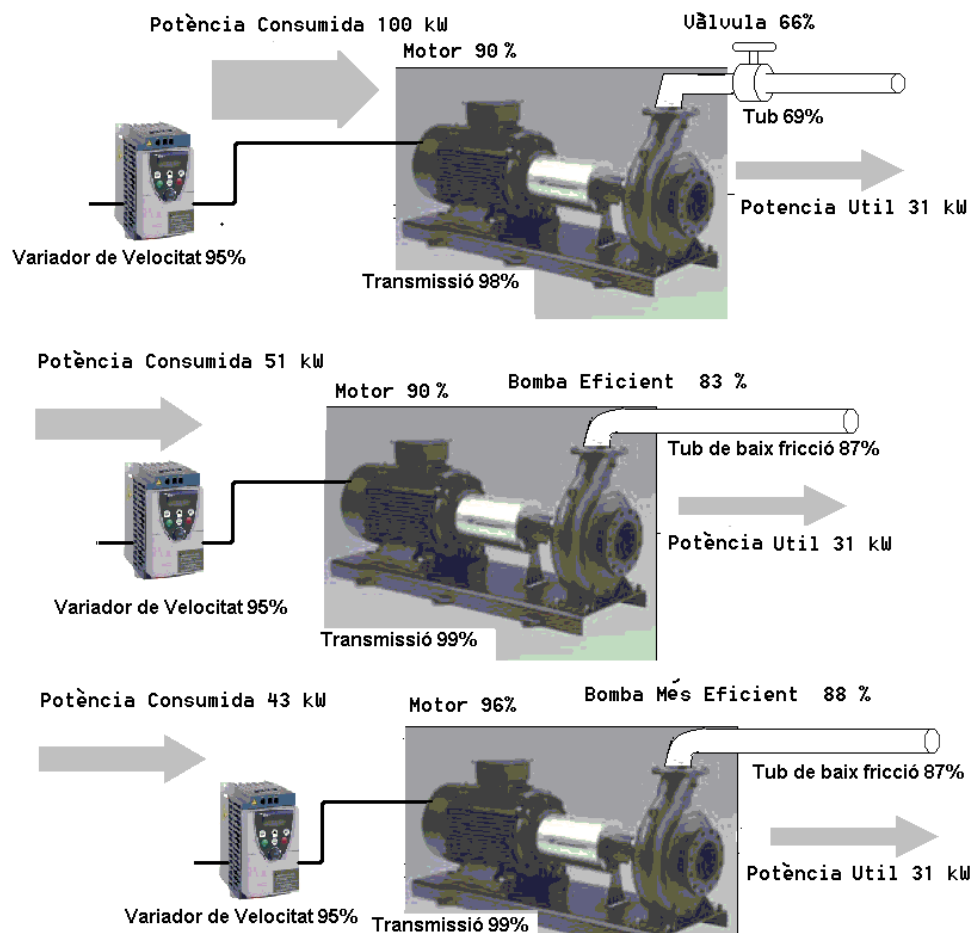


Figura 4.1.7. Regulació d'una motobomba i consum energètic

4.1.4.2 Sistemes de bombeig.

Els sistemes centralitzats de climatització, estan compostats d'una o vàries plantes de producció i disposen d'un o varis circuits que distribueixen mitjançant bombes el fluid tèrmic (generalment aigua) de la xarxa de refrigeració o de calefacció al llarg de totes les dependències dels edificis. Moltes vegades en hotels de molta alçada o de distribució horitzontal, aquestes xarxes poden ser quilomètriques, per la qual cosa s'ha d'invertir una gran quantitat d'energia en el transport del fluid fins a les unitats terminals. Per definir l'eficiència del transport, s'utilitza el que s'anomena coeficient de transport, que és el quocient entre el consum energètic de les bombes i els consum energètic de les plantes de refrigeració.

El molts de dissenys dels anys 60 i 70 i en algunes instal·lacions actuals fan que el disseny de les xarxes el coeficient de transport sigui del 50%, degut a que les bombes de

circulació del circuit primari (plantes refredadores) i els dels secundaris (xarxa de fan-coils o climatitzadors) funcionen les 24 h del dia, 180 dies a l'estiu i uns 180 dies a l'hivern, independentment de la demanda energètica, mentre que la demanda de les unitats terminals pot suposar només el 20% del temps total. Per tant podem tenir el fluid tèrmic voltant més de 2500 hores pels tubs i només tenir engegades les unitats terminals unes 500 hores.

Els dissenys actuals tenen un coeficient de transport que està al voltant entre el 6 i el 12%, ja que se solen dissenyar diferents circuits per a diferents orientacions i demandes, amb sistemes de control de cabal o temperatura. Generalment és un dels punts on els dissenyadors no hi donen importància, ja que consideren prioritari la producció i transferència de les unitats terminals que no la distribució. En el bombeig del sistema de climatització, si es fa un disseny adequat, lligat amb un sistema de control, es poden obtenir reduccions de fins el 90% en el consum d'energia. EL Coeficient de transport pot passar d'un 16% a un 2% del consum total. L'estalvi en bombeig, el mesos d'estiu son doblement importants, ja que per una part reduïm el consum elèctric de bombeig i per l'altra reduïm les càrregues tèrmiques del fluid caloriporant.

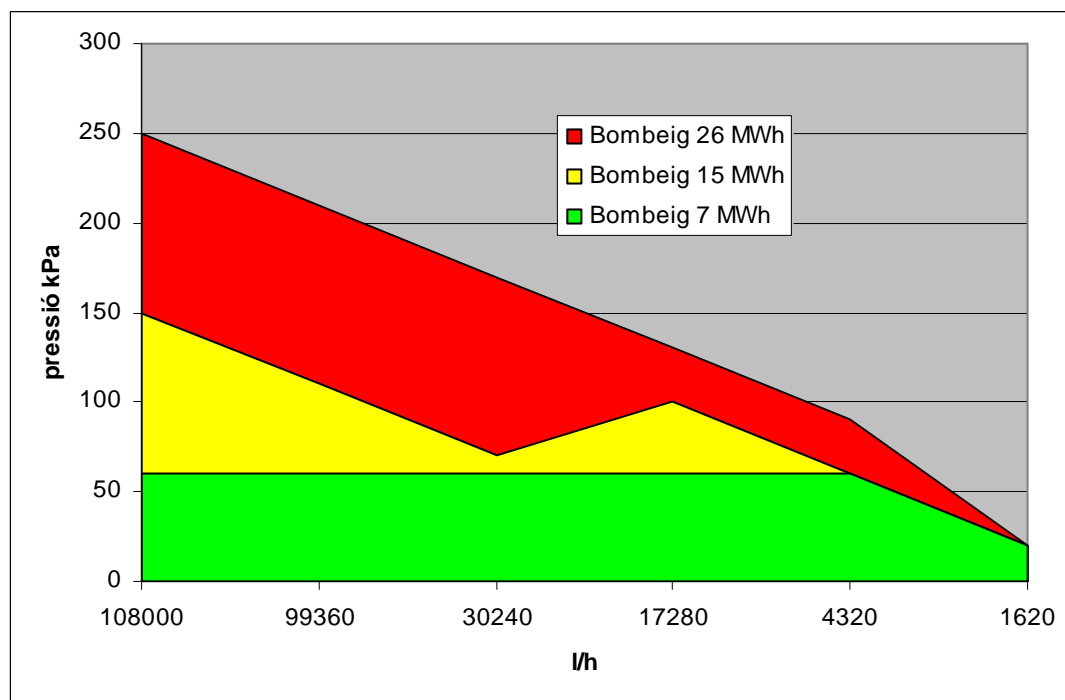


Figura 4.1.8. Corbes de Pressió i cabal de diferents dissenys de bombeig. Font; Elaboració pròpia

La normativa, per molt estricta que sigui no ens dona una garantia de tenir un bon disseny. Donant compliment al RITE podem tenir 3 casos en que complint estrictament amb la legislació per pèrdues de fricció es consumeix 4 vegades més del que seria necessari, per la qual cosa només donant compliment al RITE no ens asseguram una eficiència energètica adequada.

S'ha de fer un esforç addicional tant en el disseny inicial de les conduccions i circuits com en el control de les bombes i unitats terminals. A més per tenir un consum eficient, s'haurien d'afegir als circuits que tenen molta variació de càrrega sistemes de control i regulació de cabal, mitjançant variadors de freqüència. Si es fa un bon disseny la xarxa de bombeig d'acord amb la demanda anual de les unitats terminals i es dissenyen les conduccions, nodes i bombes aplicant el mínim consum en el transport, fent punts de repressurització i re-bombeig de la manera més eficient, es poden obtenir reduccions

significatives en el consum anual de bombeig, evitant posar al màxim vàlvules reductores de pressió.

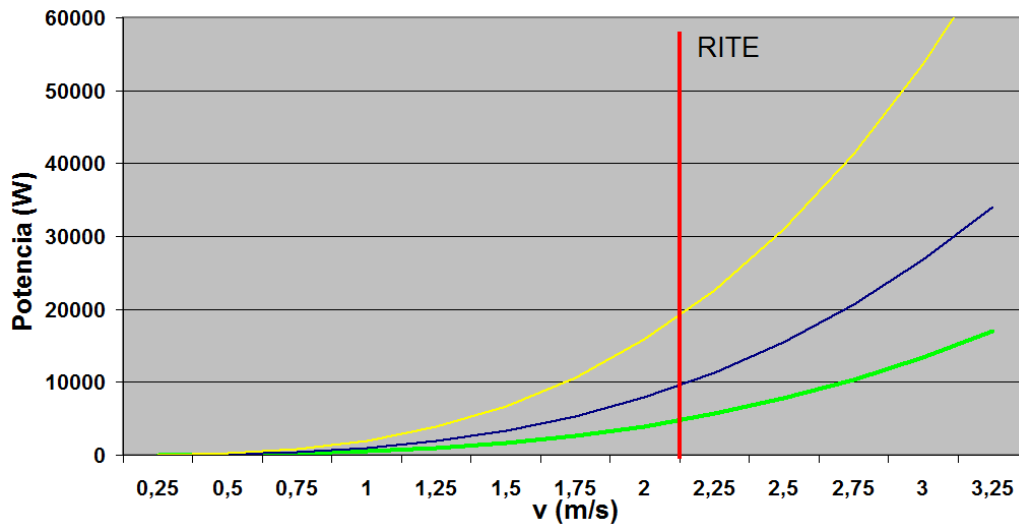


Figura 4.1.9. Consum de diferents dissenys de bombeig en funció de la velocitat. Font; Elaboració pròpia

La major part dels programes no tenen en compte el consum en el bombeig, el qual com hem dit abans pot suposar un percentatge considerable en el consum total. Si s'analitza aquest consum, el fet de fer un disseny amb bombes normals, o afegint variadors, o afegint motors eficients, podem reduir més d'un 60% el consum de les bombes. Podem veure en la següent figura la importància anual que té el disseny en el bombeig, i com és redueix el consum energètic tant en el bombeig com en la refrigeració si es té un bon disseny.

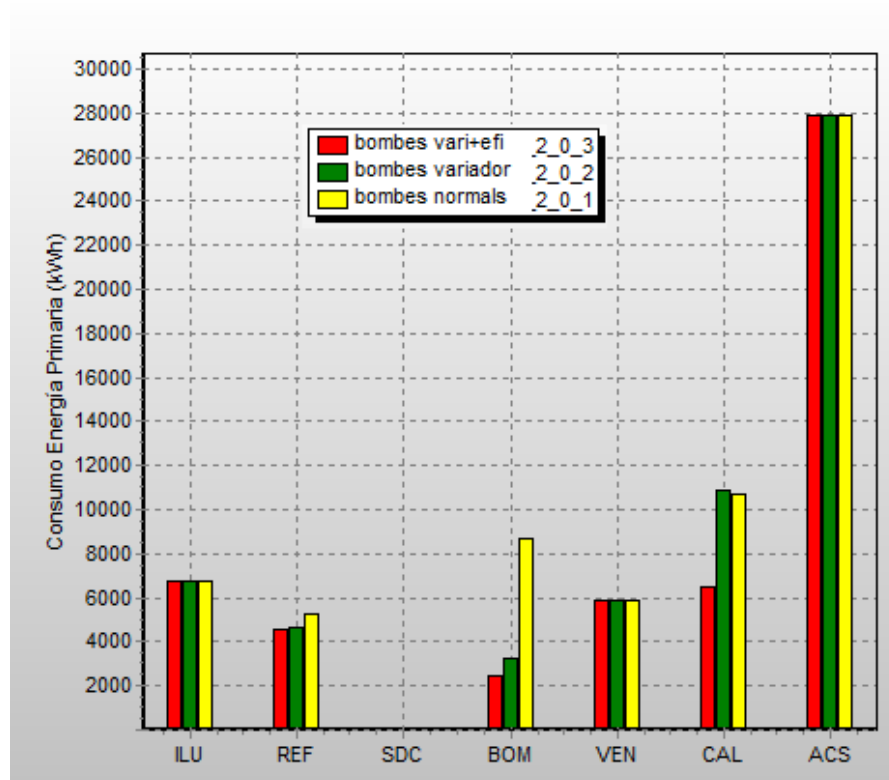


Figura 4.1.10. Consum de diferents dissenys de bombeig en funció del motor i control. Font; Elaboració pròpia

4.2 Substitució d'equips de més eficiència

Una de les parts que ha arribat a conscienciar tota la societat són els estalvis en els equips més eficients, de menor consum energètic.

4.2.1 Substitució d'aparells d'enllumenat

El que més s'ha millorat els darrers anys són els equips d'enllumenat, ja que són sistemes en que en nivell tecnològic és molt baix, només canviant unes lluminàries per unes altres se produeixen grans estalvis.

Tipus	Eficiència lumínica (lum./W)	Hores mitjanes de vida	Reproducció cromàtica
Incandescència	10-15	1.000	100%
Llum mixta	15-20	4.500	70%
Halogenades	13-22	2.000-3.000	-
Halogenades metàl·liques	70-80	4.000	65-95%
Compactes	50-65	5.000-8.000	-
Leds	50-125 W	40.000 – 80.000	65-95%
Vapor de mercuri	50-60	10.000-12.000	50-60%
Fluorescència	100	8.000	75-98%
Sodi a baixa pressió	140-180	8.000	Nul·la
Sodi a alta pressió	70-130	10.000-12.000	20-65%

Taula 4.2.1. Característiques dels diferents tipus de bombetes. Font: Auditories energètiques i elaboració pròpia.

Fins fa uns anys les mesures més habituals eren el canvi de balasts normals per electrònics, bombetes d'incandescència per les de baix consum, ..., molt analitzades a les auditories fetes a les Illes Balears del 2000 al 2003. Els darrers anys els canvis més interessants són les de vapor de sodi, halogenades o incandescència per LED.'s, els quals consumeixen unes vint vegades menys i tenen una durada de 10 a 20 vegades superior. Els casos de més estalvi és quan substitueixen per halògens o per bombetes d'incandescència, ja que els estalvis són del 90%.

Altres mesures serien el control d'enllumenat, tot i que és un dels punts més importants en quant a l'estalvi energètic, és bastant trivial i el C.T.E. té un capítol que el tracta molt profundament. Si tenim en compte que un establiment turístic pot consumir entre un 10% i un 40% en energia final per a usos lumínics, la inversió a fer pot tenir una gran repercussió en la disminució del consum elèctric de l'establiment.

Instal·lació clàssica

La instal·lació clàssica de tubs fluorescents amb reactància convencional és de forma esquemàtica la següent :

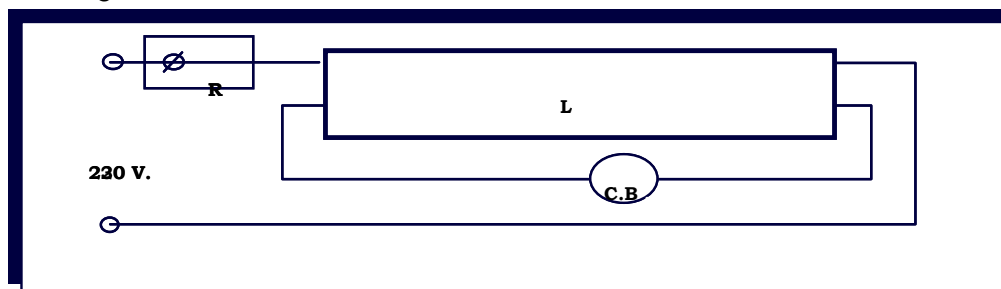


Figura 4.2.1. Regulació d'una lluminària fluorescent. Font: Auditories energètiques

- R = Reactància o balast de nucli de xapa de ferro.
- CB = Encebador.
- L = Làmpada fluorescent.

La freqüència a la qual treballen normalment les reactàncies o balasts de les làmpades fluorescents és igual a la de la xarxa elèctrica, és a dir, 50 Hz. Operant amb aquest valor de freqüència, el rendiment lluminós (flux lluminós/energia elèctrica consumida) és inferior al que es tindria treballant amb una freqüència més elevada. Per altra banda el balast convencional consumeix una determinada quantitat d'energia i requereix un condensador de compensació per millorar el factor de potència del conjunt del sistema.

Instal·lació amb balasts electrònics d'alta freqüència

Alimentant una làmpada fluorescent a freqüències superiors a 10 kHz, s'obté un increment significatiu en l'eficàcia lluminosa. Tanmateix, és convenient treballar a un valor de freqüència superior al límit de l'audició humana, uns 20 kHz, i inferior als 50 kHz, a partir del qual s'incrementen apreciablement les pèrdues en el balast, com també les possibilitats de provocar interferències electromagnètiques.

A la pràctica, els balasts electrònics disponibles al mercat treballen a una freqüència de l'ordre de 30 kHz. La instal·lació de manera esquemàtica és la següent :

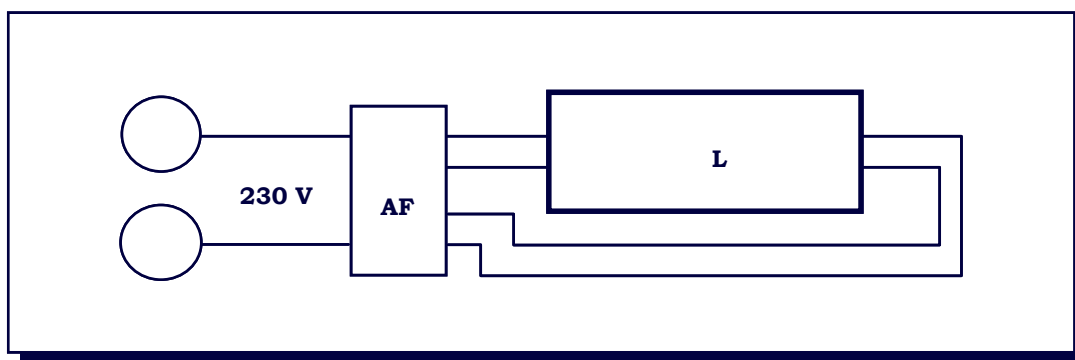


Figura 4.2.2. Regulació d'una lluminària fluorescent. Font; Auditories energètiques

- AF = Balast alta freqüència.
- L = Làmpada fluorescent.

Cada balast AF pot alimentar un parell de làmpades i, per tant, el consum del propi element es reparteix entre dues fonts de llum, fet que suposa un increment addicional en l'eficàcia del sistema. Els principals avantatges de la utilització de balasts d'alta freqüència són :

- ✓ Estalvi d'energia. Produït per dos efectes principalment :
 - Increment d'eficàcia lluminosa de la làmpada al circular per ella corrent a alta freqüència (30 kHz), el que permet aconseguir la mateixa il·luminació amb un 25% menys de corrent.
 - Pèrdues per inducció mínimes, el que es tradueix en baixes pèrdues per efecte *Joule*.

L'estalvi energètic total respecte sistemes convencionals pot arribar fins un 40%.

- ✓ Factor de potència elevat, pràcticament $\cos \phi = 1$. Evita la instal·lació de condensadors de compensació.
- ✓ Encesa instantània i sense llampecs.
- ✓ Absència de vibracions sonores i mecàniques.

- ✓ Baixa dissipació de calor. En llocs climatitzats es redueix la càrrega tèrmica i per tant s'obté estalvi energètic en els sistemes de climatització.
- ✓ Fàcil instal·lació. No és necessària la instal·lació juntament amb el balast d'encebadors, condensadors, ni altres dispositius.
- ✓ En noves instal·lacions el cost d'inversió és més baix ja que permet utilitzar cables elèctrics de menor secció.
- ✓ Reducció potència contractada en enllumenat.

El nivell de flux pot ser ajustat automàticament o manualment en un interval que va des del 100% fins al 25% del flux nominal. Durant la regulació, la freqüència varia fins als 45 kHz. A mesura que la freqüència augmenta, la potència absorbida per la làmpada decreix i, per tant, també ho fa el flux lluminós.

Balast alta freqüència en fluorescents **Potència del sistema (W)**

Tipus Pantalla	Potència làmpades	Balast normal	Balast electrònic
1 x 18 W	18 W	23 W	19 W
2 x 18 W	36 W	46 W	36 W
4 x 18 W	72 W	96 W	72 W
1 x 36 W	36 W	46 W	36 W
2 x 36 W	72 W	96 W	72 W
1 x 58 W	58 W	71 W	57 W
2 x 58 W	116 W	146 W	114 W

Taula 4.2.2 Comparativa tecnologia convencional i tecnologia a.f. en funció de la potència de làmpades. Font: Auditories energètiques.2001-2003

En la majoria d'hotels auditats tot i que es disposa de bombetes de baix consum, no disposen de balasts electrònics, i les lluminàries tipus LED són molt poc presents, ja que són una tecnologia emergent.

En proporció la major potència instal·lada són les làmpades halògens que estan present en passadissos, planta noble, menjadors,.. La major part d'elles són de 20 W o de 50 W, la qual cosa fa que tinguin un pes molt important en el consum global d'il·luminació. En canvi les bombetes de baix consum, tot i ser les majoritàries, les seves potències solen ser de 7 W a 13 W, la qual cosa redueix la seva potència total. En el cas dels Leds són de 1 W, 3 W i 4 W, respecte els halògens. La qual cosa fa que l'estalvi sigui del 90%.

Exemple d'Hotel	Halògenes	LED 5 K	Estalvi
Potència Inst.	500x50 W = 25.000 W	500x3 W = 1.500 W	94%
Energia cons. anual	30.000 kWh	1.800 kWh	3000 €

Número de llums per tipus	Totals	Terme mitjà hotel
Fluorescents con reactància	5.709	228
Fluorescents sense reactància	4	0,2
Fluorescents baix consum	20.767	831
Halògens	12.129	485
Incandescents	6.662	266
Totals	45.271	1.811

Taula 4.2.3. Mesures d'estalvi en il·luminació de diferents establiments hotelers. Font; Auditories energètiques 2003.

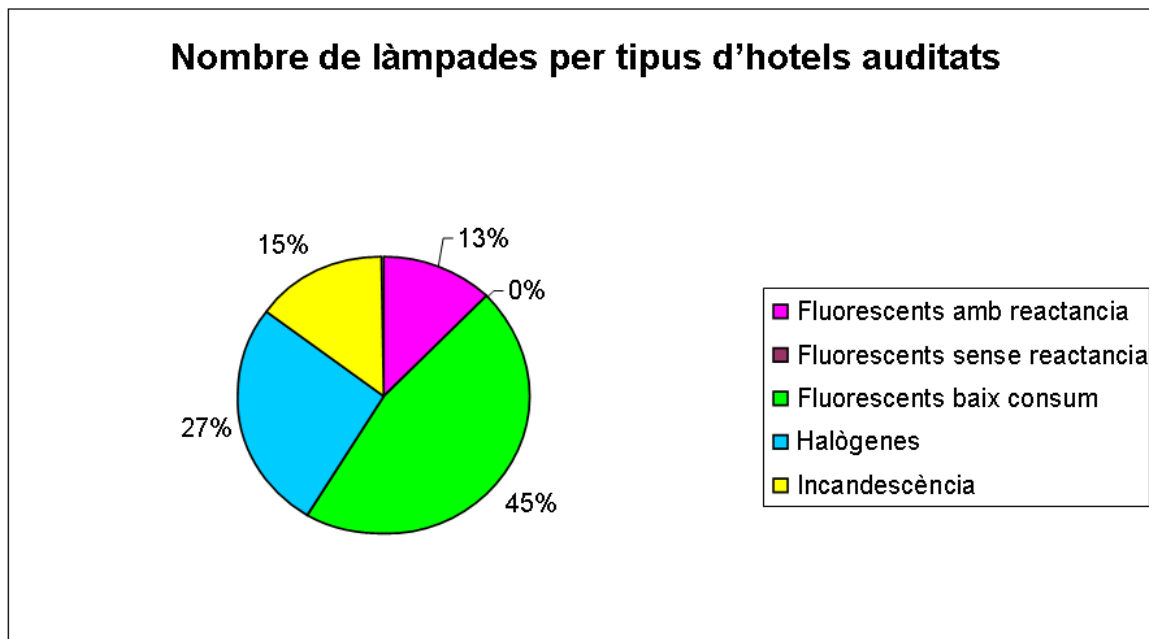


Figura 4.2.3. Nombre de làmpades en hotels auditats per tipus. Font; Auditories energètiques any 2003

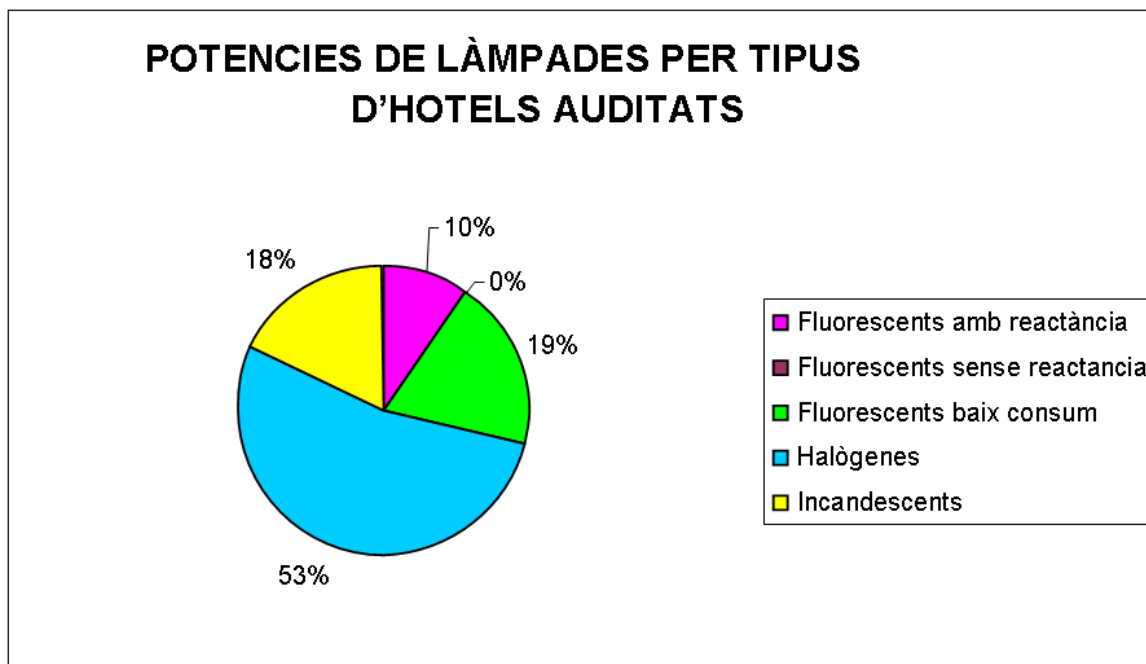


Figura 4.2.4. Potència de làmpades en hotels auditats per tipus. Font; Auditories energètiques any 2003

Exemple d'aplicació 1.

Es fa un estudi per 25 lluminàries amb 2 fluorescents de 36 W cada un.

Bases de disseny

Número lluminàries	:	25
Potència unitària fluorescents	:	36 W
Número làmpades per lluminària	:	2
Potència actual consumida sistema		
Balast làmpades (per lluminària)	:	52
Règim funcionament mig total	:	5.840 h./any
Consum anual actual (kWh/any)	:	14.016
Potència consumida amb balasts A.F.	:	72
Consum previst amb balasts A.F. (kW/any)	:	10.512

Total consum actual anual fluorescents : 14.016 kWh/any

Total consum previst amb balast A.F. : 10.512 kWh/any

Estalvi energètic

14.016 kWh/any - 10.512 kWh/any = 3.504 kWh/any

Avaluació econòmica. Valor econòmic de l'estalvi energètic

- Estalvi Energia Elèctrica : 3.504 kWh/any

- Cost mig kWh : 0,11 €/kWh

Estalvi econòmic

$$3.504 \text{ kWh/any} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \underline{385 \text{ €/any}}$$

Inversió

- Número balasts : 25
- Tipus : 2 x 36 W
- Cost unitari : 28 €
- Cost total : 750 €.

Període de retorn

$$700 / 385 \text{ €/any} = \underline{1,8 \text{ anys} = 22 \text{ mesos}}$$

Exemple d'aplicació 2.

Es fa un estudi per 250 lluminàries d'halògens de 50 W cada una.

Bases de disseny

Número lluminàries	:	250
Potència unitària halògens	:	50 W
Número làmpades per lluminària	:	1
Potència actual consumida sistema		
Règim funcionament promig total	:	2.400 h./any
Consum anual actual (kWh/any)	:	30.000
Potència unitària amb LEDS.	:	3 W
Consum previst amb Leds. (kW/any)	:	1800

Total consum actual anual halògens: 30.000 kWh/any

Total consum previst amb Leds. : 1.800 kWh/any

Estalvi energètic

$$30.000 \text{ kWh/any} - 1.800 \text{ kWh/any} = \underline{28.200 \text{ kWh/any}}$$

Avaluació econòmica. Valor econòmic de l'estalvi energètic

- Estalvi Energia Elèctrica : 28.200 kWh/any
- Cost mig kWh : 0,11 €/kWh

Estalvi econòmic

$$28.200 \text{ kWh/any} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \underline{3.102 \text{ €/any}}$$

Inversió

- Número de bombetes : 250
- Tipus : 3 W
- Cost unitari : 12 €

-Cost total : 3.000 €.

Període de retorn

$3102 / 3.000 \text{ €/any} = \underline{1,03 \text{ anys} = 12 \text{ mesos}}$

4.2.2 Control en equips

Un evaporador d'un sistema de refrigeració és un bescanviador de calor en el que la calor passa des de l'aire que es vol refredar cap al refrigerant en ebullició. Aquesta absorció de calor es realitza en l'evaporador. La potència frigorífica d'un evaporador està directament relacionada amb la superfície total de transmissió.

La transmissió de calor global depèn dels coeficients de transmissió del refrigerant, del coeficient de transmissió del metall de l'evaporador i del coeficient de transmissió de calor del fluid que es vol refrigerar, normalment aire.

En el cas més corrent de refrigerar aire el mateix treball de l'evaporador en produeix la formació de gel a la superfície del metall. Aquest gel prové de la condensació de la humitat del mateix aire. Aquesta formació de gel provoca una disminució accentuada del coeficient de transmissió global i per tant del rendiment de la instal·lació. Així doncs, és necessari eliminar aquest gel amb algun sistema de desgelat, per exemple :

- Dutxa d'aigua.
- Gasos calents provinents de la descàrrega dels compressors.
- Resistències elèctriques.

Independentment del sistema emprat és molt important efectuar el menor nombre de desgelats possible, però a la vegada un mínim necessari perquè l'evaporador treballi en condicions òptimes.

Els mètodes tradicionals per controlar el nombre de desgelats de cada evaporador són mitjançant programadors horaris els quals provoquen uns desglaçats durant un període fixa a intervals prefixats o bé manualment segons les apreciacions de l'operari encarregat. Aquests sistemes no són els més adients ja que és pràcticament impossible saber en tot moment les condicions en què es troba cada evaporador. Per tant, és molt fàcil fer un nombre excessiu de desglaçats el que comporta una aportació innecessària de calor a la cambra o pel contrari fer pocs desglaçats amb el qual el rendiment de l'evaporador és baix. Ambdues circumstàncies provoquen un baix aprofitament energètic i en definitiva un consum extra d'energia.

La solució a aquest problema s'obté controlant en tot moment la capa de glaça formada a la superfície dels elements transmissors de l'evaporador. Això es fa mitjançant la incorporació d'uns equips detectors del gruix de gel acumulat. Aquests equips disposen d'un sensor d'infraroig situat sobre la superfície de les aletes de l'evaporador que mesura el gruix de la capa.

Quan s'arriba a un valor de gruix prefixat l'aparell tramet un senyal el qual posa en marxa el desglaçat. D'aquesta manera es porta a terme l'operació de desglaçat de forma automàtica i només quan és estrictament necessari, amb el corresponent estalvi energètic. El lloc d'aplicació del sensor ha d'ésser sobre les aletes de l'evaporador, no és aconsellable instal·lar-lo a colzes. Per a cada evaporador serà necessari fer assaigs per determinar el gruix òptim de consigna de

l'aparell. La instal·lació d'aquests sistemes és interessant integrar-la en una sistema de control i gestió dels sistemes frigorífics per ordinador.

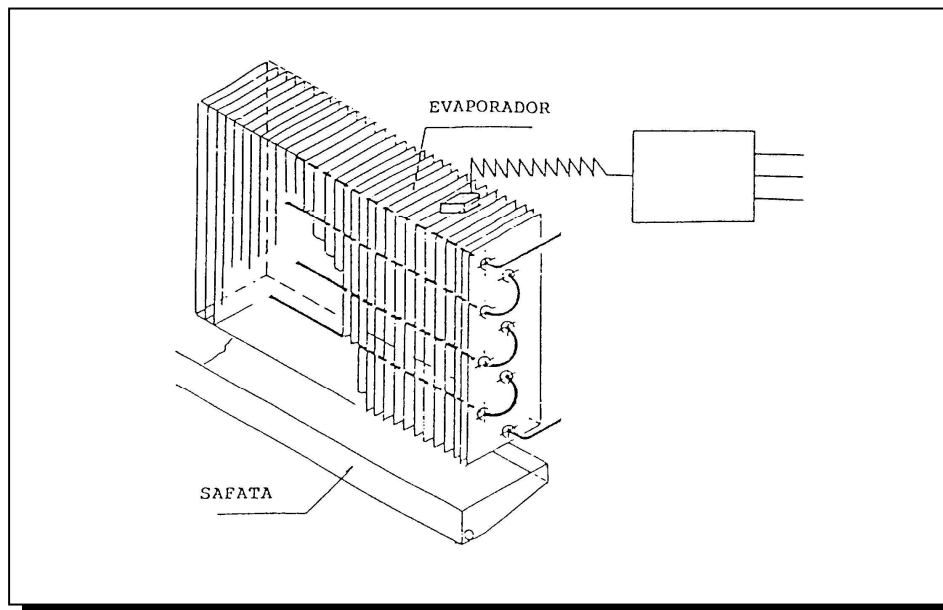


Figura 4.2.5. Esquema d'evaporador d'una cambra frigorífica. Font; Auditories energètiques any 2001

Es proposa d'aplicació dels sistemes de desgelat per control de capa de gel als evaporadors de les cambres frigorífiques de congelació.

- Consum energètic cambra : 30.000 kWh/any (aprox.)
- Sistema de desgelat emprat: Resistències elèctriques.

L'aplicació del control continu de la capa de gel als evaporadors proporcionarà un estalvi energètic aproximat del 8% del consum. Aquest percentatge d'estalvi és difícil de quantificar exactament ja que influeixen molts factors. No obstant la xifra aquí presentada és pot obtenir realment en base a experiències reals avaluades en el sector.

Estalvi d'energia

$$30.000 \text{ kWh/any} \times (8 / 100) = \underline{2.400 \text{ kWh/any}}$$

Estalvi econòmic

$$2.400 \text{ kWh/any} \times 0,108067 \text{ €/kWh} = \underline{259,36 \text{ €/any}}$$

Inversió

$$\text{-Cost unitari equip control capa de gel : } 300 \text{ €}$$

$$\text{Cost global : } 2 \text{ equips} \times 300 \text{ €/equip} = 600 \text{ €}$$

Període de retorn

$$600 \text{ €} / 259,36 \text{ €/any} = 2,31 \text{ anys} = \underline{28 \text{ mesos}}$$

La major part dels evaporadors que s'instal·len als hotels són amb desgelat elèctric, degut a que són més econòmics, tant la instal·lació com el control, en canvi en sistemes industrials s'utilitzen molt els sistemes de desgelat per gasos calents del compressor, que redueix el

consum del compressor o be per aigua calenta, en aquest segon cas se pot substituir per Aigua calenta de sistemes amb energia solar. La majoria d'hotels tenen com a mínim dos evaporadors de congelació (un de carn i un altra de peix, i en molts d'hotels també de verdures i altres matèries primeres)

Estalvi d'energia

$$30.000 \text{ kWh/any elèctrics} = \underline{30.000 \text{ kWh/any}}$$

Estalvi econòmic

$$30.000 \text{ kWh/any} \times 0,108067 \text{ €/kWh} = \underline{3242.01 \text{ €/any}}$$

Inversió

-Cost unitari equip amb desglaçat per gasos calents o per aigua calenta: 3000 €

$$\text{Cost global :} 2 \text{ equips} \times 3000 \text{ €/equip} = \underline{6000 \text{ €}}$$

Període de retorn

$$6000 \text{ €} / 259,36 \text{ €/any} = 1.85 \text{ anys} = \underline{22 \text{ mesos}}$$

4.2.3 Línies, transformadors i motors elèctrics eficients

4.2.3.1 Xarxes elèctriques

El cablejat elèctric està compost majoritàriament de coure o d'alumini, els quals tenen una resistència interna de 56 a 36 Ohms·m/mm², la qual cosa fa que per distàncies elevades o potències elevades sigui un factor de consum intern de l'hotel bastant important, per tant el disseny de les xarxes de transport elèctric també és un factor a tenir en compte.

Molts d'hotels de les Illes Balears se van dissenyar als anys 60 i 70, amb un reglament ja obsolet, al qual se li ha d'afegir que sempre el promotor i l'empresa instal·ladora volen minimitzar costos, entre ells les línies elèctriques, això fa que si tenim una secció molt ajustada a una potència inicial de disseny les pèrdues per la resistència dels cables és molt elevada. Si tenim en compte que la major part dels hotels durant els darrers 30 anys han anat augmentant la seva potència, i en la majoria dels casos no s'ha fet un augment proporcional de la secció de les línies, això pot provocar un consum elèctric per la resistència dels conductors bastant elevat que se suma a la ineficiència del sistema i de l'edifici. Encara que sembli menyspreable pot arribar a suposar més del 2% del consum anual de l'establiment. Si tenim en compte que el sobrecost inicial si es sobredimensionen les xarxes és mínim i l'estalvi durant tot el seu cicle de vida pot ser molt important.

La normativa de Baixa Tensió actual permet caigudes de tensió que van del 3% fins al 5%. El sobredimensionar les línies elèctriques ens pot donar uns estalvis importants, especialment la línia de l'escomesa de l'edifici i les línies que van als principals subquadres generals.

CATEGORIA de l'Hotel Categoria 3*	Pot. De càlcul. (kW)	Consum elèctric total (MWh/any)	Potencia consumida pels cables C.T. 3%-5% kW	Energia consumida C.T. 3% (MWh/any)	Energia consumida C.T. <1% (MWh/any)
línea principal	370	673	1.89	7.7	2.3
Línies a subquadres	550	673	18.1	14.7	5.9
Total	550	673	19.99	22.4	8.2

Taula 4.2.4. Exemple de caigudes de tensió i potències consumides per un Hotel Tipus de les Illes Balears. Font; Elaboració pròpia.

Aquest sobredimensionament quan es dissenya l'hotel el sobrecost és pràcticament menyspreable, ja que els costos més elevats són els de la mà d'obra d'instal·lar-ho i no tant del cablejat que d'una secció a l'altra és molt semblant.

El cost elèctric es proporcional a la resistència i al quadrat de la intensitat.

- $C_e = (\rho \cdot I^2 \cdot t / S) \cdot \text{€} / \text{kWh}$

El cost del material és $C_m = A \cdot S + B$ (on A seria el preu del conductor i B la mà d'obra, que no depèn del material)

Per tant podem optimitzar la funció $\delta(C_m + C_e) / \delta S = 0$ d'aquí podem utilitzar la fórmula per optimitzar la secció a partir de l'expressió;

$$S = \sqrt{\frac{(\rho I^2 t) \cdot \text{€} / \text{kWh}}{A}}$$

Això suposar un estalvis mitjans per un hotel Tipus de més de 22.000 kWh/any amb uns estalvis de més de 2.000 € l'any. Per hotels existents fer els canvis de línia pot suposar un cost de més de 15.000 €, tot i que hi pot haver uns ingressos per la venda del coure o una reutilització per altres subquadres, el que suposa un *payback* inferior als 8 anys. Sense haver de fer gaires modificacions, només reforçant els conductors de la línia d'escomesa principal, si es troba a una distància d'uns 50 metres pot suposar un cost inferior als 2.000€ amb uns estalvis de més de 500 €/any, que s'amortitza amb menys de 4 anys. Els hotels que tenen un consum elevat durant tot l'any aquests estalvis encara poden ser més rellevants, arribant a amortitzacions inferiors.

4.2.3.2 Transformadors elèctrics

Els hotels que estan oberts més de sis mesos o que tenen una elevada potència instal·lada, per a tenir costos inferiors en tarifes elèctriques o per normativa disposen d'estacions transformadores pròpies, ja que compren en Mitja Tensió a un preu molt més baix que en Baixa Tensió. Com ja s'ha vist la major part de la planta hotelera té més de vint anys d'antiguitat i també les seves estacions transformadores, per la qual cosa estan fets amb unes eficiències de transformació de 90-95%. Actualment al mercat els transformadors estàndards europeus tenen eficiències del 99,8, la qual cosa pot suposar un estalvis mitjans per un hotel de més de 27.000 kWh/any. Amb uns estalvis de més de 2.500 € l'any, el que suposa un *payback* de fer el canvi de transformador d'uns 10 anys. Aquesta mesura es pot millorar més encara si ens basem en els estàndards del mercat asiàtic i nord-americà, on

s'estan imposant els transformadors amb eficiències més altes del 99,95%, la qual cosa pot suposar un estalvi anual de gairebé 1.000 kWh, respecte l'estàndard europeu, el que suposa un estalvi econòmic d'uns 100 € i quasi una tona de CO₂.

4.2.3.3 Motors elèctrics

El consum dels motors elèctrics d'un hotel pot suposar entre el 5 al 15% del consum energètic total. La potència mecànica útil dels motors elèctrics depèn de l'eficiència del motor (bobinat, refrigeració, aïllaments,..), hi ha diferents eficiències, en funció si són Estàndard o d'alt rendiment.

Potència Mecànica donada	Mitjana d'eficiència en motors estàndards	Mitjana d'eficiència en motors d'alt rendiment
kW (HP)	%	%
0.75 (1.0)	0.73	0.83
1.12 (1.5)	0.75	0.83
1.50 (2.0)	0.77	0.83
2.25 (3.0)	0.8	0.865
3.73 (5.0)	0.82	0.876
5.60 (7.5)	0.84	0.885
7.46 (10)	0.85	0.896
11.20 (15)	0.86	0.91
14.92 (20)	0.875	0.916
18.65 (25)	0.88	0.926
22.38 (30)	0.885	0.928
29.84 (40)	0.895	0.93
37.30 (50)	0.9	0.932
44.76 (60)	0.905	0.933
55.95 (75)	0.91	0.935
74.60 (100)	0.915	0.94
93.25 (125)	0.92	0.942
111.9 (150)	0.925	0.946
149.2 (200)	0.93	0.953

Taula 4.2.5. Potència mecànica i eficiència elèctrica de motors.

Font; auditories energètiques.

La utilització de motors eficient podria suposar un estalvi de com a màxim el 2% en el consum total, que pot suposar un estalvi econòmic d'uns 1.000 €/any i un estalvi de més de 9 tones de CO₂.

També com s'ha vist a l'apartat de bombeig es important considerar la instal·lació variadors de velocitat en tots el motors que hagin de funcionar en càrregues parcials, o be ajustar la potència a la càrrega real que hagin de suportar, sense sobredimensionar-los.

4.3 Substitució de fonts d'energia

4.3.1 Fonts d'energia no renovables o fòssils

Les fonts d'energia no renovable són aquelles en que la velocitat de consum de les quals és major que la de la seva regeneració, el que, consegüentment, pot provocar el seu esgotament. És el cas dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural) i dels minerals (urani).

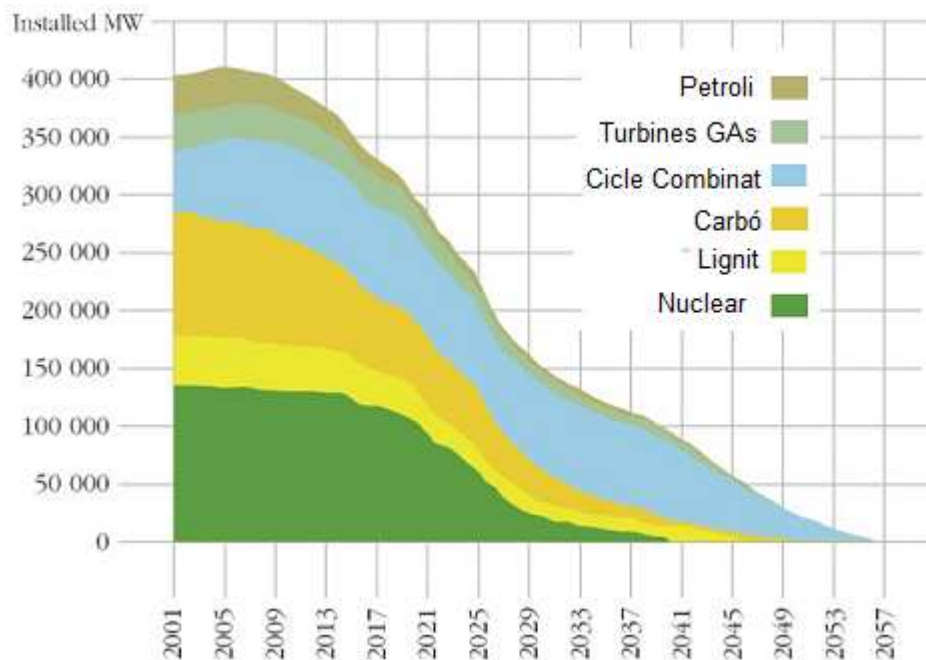


Figura 4.3.1. Previsió d'instal·lacions amb combustibles fòssils. Font; Energy Forum BCN 2008.

Durant molts anys hem utilitzat recursos no renovables com a fonts d'energia. Avui dia s'estima que, de seguir un ritme de consum similar a l'actual, la reserves de combustibles fòssils s'esgotaran en un termini entre 50 i 100 anys. Els combustibles fòssils tenen a més uns problemes afegits;

- Crisi o augment de preus constant del petroli
- Canvi climàtic
- Problemes ambientals i de seguretat.
- Problemes geopolítics i d'abastament

Degut a tota aquesta problemàtica, la legislació ha anat posant trabes i fins i tot prohibint l'ús de determinades matèries i sistemes de producció energètica, pels seus impactes i la seva poca eficiència. Els combustibles fòssils tenen també avantatges, que són les que fa que siguin els més utilitzats, són el preu tant del combustible com la tecnologia per aprofitar-ne el seu potencial energètic. També són fàcilment transportables i degut a que s'utilitzen des de fa molts d'anys hi ha un ampli teixit, des de l'extracció, comercialització, maquinària,..., que fan que difícilment, sens imposar trabes administratives o legislatives, puguin deixar d'usar-se fàcilment.

Tecnologia	Cost instal·lació €/kW		
	Mig	Mínim	Màxim
Pila de combustible	8.712	6.552	11.232
Turbina de Gas	1.224	432	2.016
Turbina de Gas+ Cicle combinat	864	504	1.224
Energia Geotèrmica	2.592	936	3.816
Fotovoltaica	5.382	2.520	8.244
Solar Termoelèctrica	4.558	2.780	6.336
Eòlica	1.512	792	2.232
Motor de combustió	1.008	504	1.512
Turbina a Vapor	792	288	1.224
Energia Hidràulica	1.584	288	3.384

Taula 4.3.1. Cost d'instal·lació de diferents tecnologies. Any 2006-2008.
Font; www.retscreen.net I elaboració pròpia

4.3.1.1 Canvi de Gasoil per gas

Dins els hotels una de les mesures més eficients que es poden fer és substituir equips de Gasoil o elèctrics per equips a gas natural.

En el primer cas es pot reduir les emissions de CO₂ en més d'un 30%, ja que la combustió del gas és molt més neta. A més també hi ha una important reducció econòmica, ja que el gas generalment és més barat que el gasoil.

- Calderes Estàndard(ES): 60 80%
- Calderes de baixa temperatura(BT): 92 96%
- Calderes de condensació(CD): 103 106%

La majoria de les calderes de gasoil són estàndard i produeixen més increments a càrregues parcials que els de gas. Els rendiments de les calderes respecte el PCI van del 60 al 110%.

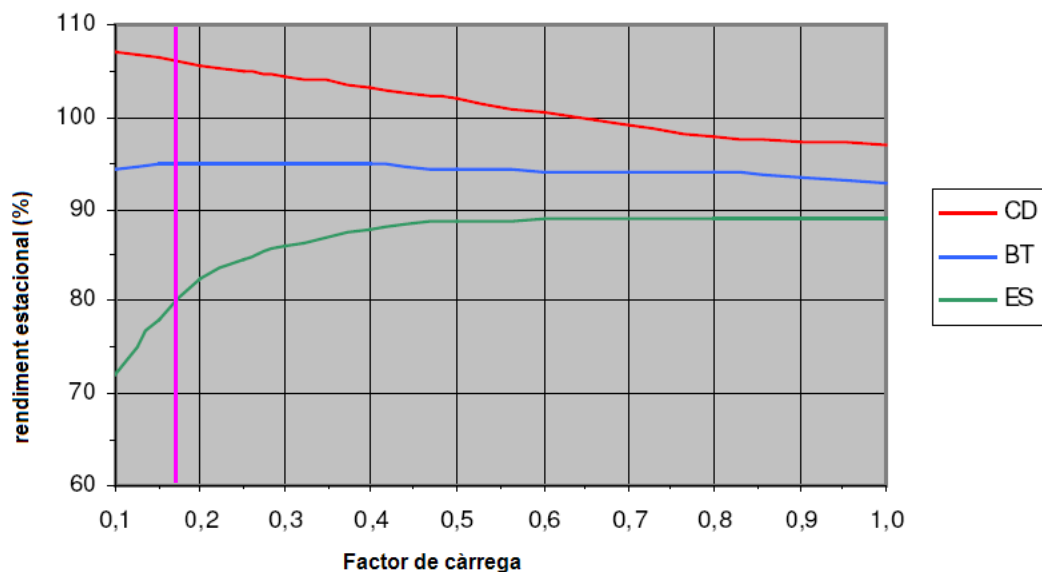


Figura 4.3.2. Rendiment de calderes en funció de la càrrega. Font; Auditories energètiques. Any 2003

A més en el mercat les calderes de gas són molt més eficients que les de gasoil, ja que poden ser de baixa temperatura o de condensació, arribant a eficiències respecte el PCI del 110%. Si tenim en compte que en climes càlids com el nostre les calderes funcionen més del 80% del temps amb càrregues parcials, és a dir menys del 50% de la seva potència nominal, això fa que les calderes de condensació siguin encara més eficients que les altres calderes. També és important la modulació de les calderes, tot i que el R.I.T.E., ens obliga en funció de la potència a tenir una modulació mínima, si es té en compte a l'hora de fer el disseny quina serà la demanda horària, diària i mensual podem fer un sistema que a més de tenir calderes modulats, pugui incorporar varies potències de calderes que també siguin modulants, d'aquesta manera la corba de demanda i la de producció poden ser gairebé semblants i el percentatge d'incrementats mínim, a més de tenir els retorns de temperatures optimitzats.

Si li afegim que els preus del gasoil, estan generalment per sobre els preus de gas, degut a que s'utilitza molt més en el transport i en països menys industrialitzats. Això fa que l'estalvi econòmic pot ser relativament important al llarg de l'any, si a més utilitzam fonts d'energia amb preus més estables com són les renovables encara es fa més interessant, aquesta part la veurem amb més detall al següent apartat "4.3.2".

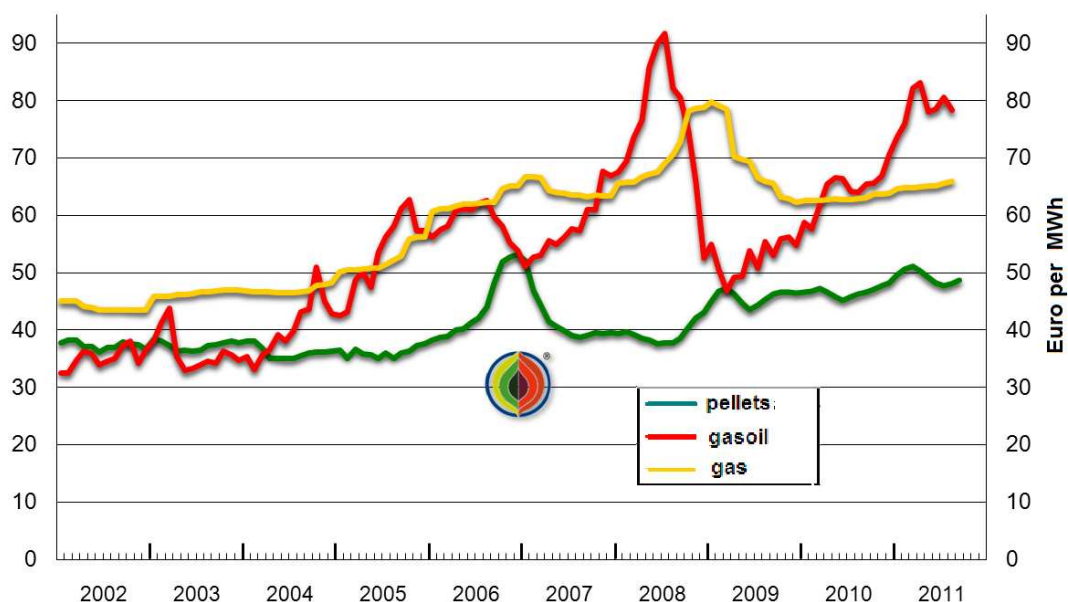


Figura 4.3.3. Preus de combustibles a Alemanya. Font; C.A.R.M.E.N. 2002-2011

4.3.1.2 Canvi d'Electricitat per gas

En el segon cas, el canvi d'equips elèctrics per aparells de gas, ens dona un estalvis molt importants i es pot fer tant aparells de la cuina (forns, cuines, planxes,..) com de la bugaderia (assecadores, calandres,..). També trobem alguns establiments petits i apartahotels que produeixen l'ACS i la calefacció amb electricitat, per efecte Joule, amb el increment dels preus de l'electricitat els costos d'aquests establiments energètics d'aquests establiments s'han disparat els darrers anys.

També podem trobar molts d'aparells amb resistències elèctriques que poden ser substituïts per aparells de gas o per altres fonts d'energia (solar, biomassa,..). Una zona clara d'alguns establiments són els serveis SPA, a les Illes Balears hi ha més de 130 establiments que disposen d'aquest tipus de servei, que suposa un consum energètic molt elevat.

També es pot donar el cas de fer la substitució en els sistemes convencionals de climatització, substituint les màquines convencionals per màquines d'absorció a gas. En aquest cas la inversió és força elevada i significa canviar substancialment el sistema de climatització, com es tracta d'una inversió més elevada s'ha inclòs aquesta mesura dins l'apartat "4.4.2 Canvi d'equips d'aire condicionat".

4.3.1.3 Canvi combustió per Bomba de calor amb Electricitat

També es pot donar un darrer cas que seria substituir gas o gasoil per electricitat amb bomba de calor. Els anys 80 degut al increment dels preus del gasoil enfront als preus elèctrics que eren més estables, van fer que hi hagués substitucions de calderes per bombes de calor per l'escalfament d'aigua calenta sanitària en establiments turístics, sobretot aquells que només obrien el mesos d'estiu. Aquesta implantació va coincidir amb els inicis a les Illes Balears de les primeres instal·lacions amb energia solar.

Les bombes de calor són molt eficients, sobretot els mesos d'estiu, varen ser un èxit amb molts d'establiments i feren disminuir els costos energètics amb sistemes aire-aigua. Aquests sistemes amb l'increment dels preus de l'electricitat, el l'envelliment dels equips i l'enduriment de la legislació feren que s'anassin abandonant per sistemes convencionals amb calderes. A finals dels 90 van entrar amb força els sistemes de climatització amb recuperació de calor per escalfament d'ACS., de gasos calents o de condensació. Aquests sistemes són encara més eficients, i milloren l'eficiència global de la instal·lació de refrigeració, com veurem més endavant. Si es vol donar compliment a la legislació vigent ambdós necessiten d'un sistema de suport per arribar als 60 o 70°C i fer un pasteuritzat adequat de l'ACS. A finals del 2006 se va establir per obligació sistemes amb energia solar o el seu equivalent amb estalvi de CO₂ com són els sistemes de recuperació de calor o cogeneració. Els sistemes ideals poden ser una combinació d'ambdós sistemes, la bomba de calor per escalfar dels 15°C fins als 45°C i els sistemes amb caldera o amb energia solar per acabar d'escalfar dels 45°C fins als 60°C que estableix la normativa per prevenir la legionel·la, veurem amb més detall aquests sistemes també a l'apartat "4.4.2". Això suposa un estalvi important, ja que els mesos d'estiu el COP de les unitats d'expansió directa es superior a 3.

A nivell científic i polític hi ha una corrent de fer que les bombes de calor són sistemes d'aprofitament d'energies renovables, la Directiva 2009/28/CE de la Unió Europea de 23 d'abril de 2009 contempla per primera vegada que l'energia aerotèrmica como una font d'energia renovable, tal i com es fa amb els sistemes de bomba de calor geotèrmics. Això estableix un debat important a nivell científic però estableix una tendència a recuperar les bombes de calor com sistemes eficients de produir ACS, els quals ja estan apareixent a nivell domèstic i entrant dins els grans edificis, tornant a la tendència dels anys 80.

Tot i els debats que se puguin establir, el que és cert és que amb els equips de compressió actuals, amb alts rendiments, i els costos de l'energia, fan que aquests sistemes siguin rentables per si mateix, amb uns preus semblants a la biomassa, tot i que a nivell d'emissions

atmosfèriques encara són més contaminants, degut a que el mix actual d'energia elèctrica encara te unes emissions de CO₂ molt elevades.

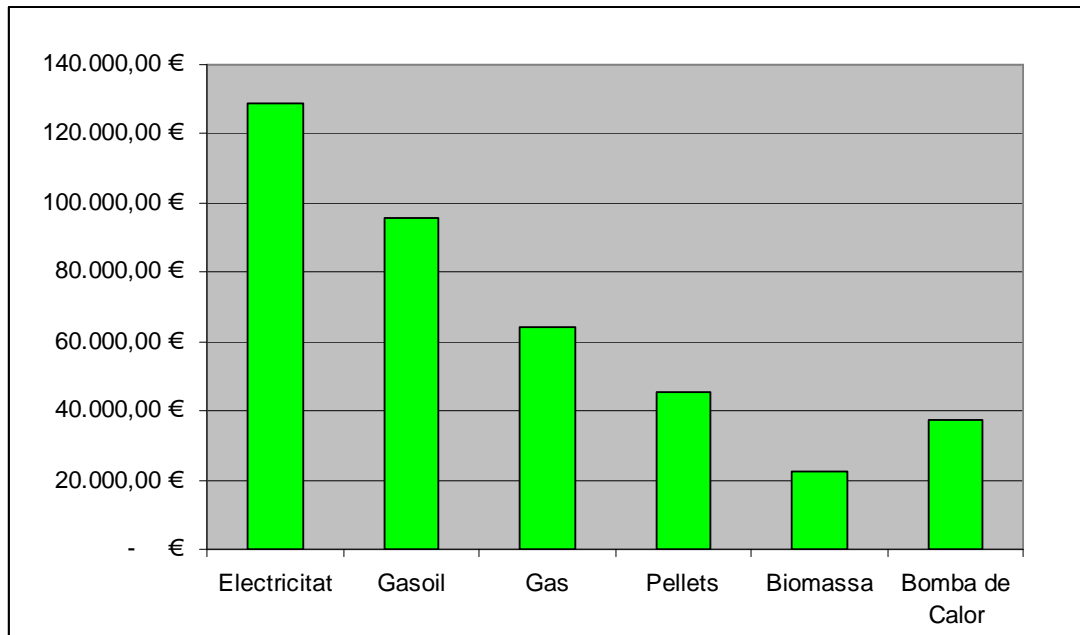


Figura 4.3.4. Costos anuals d'un hotel Tipus en funció de la font d'energia a les Illes Balears.

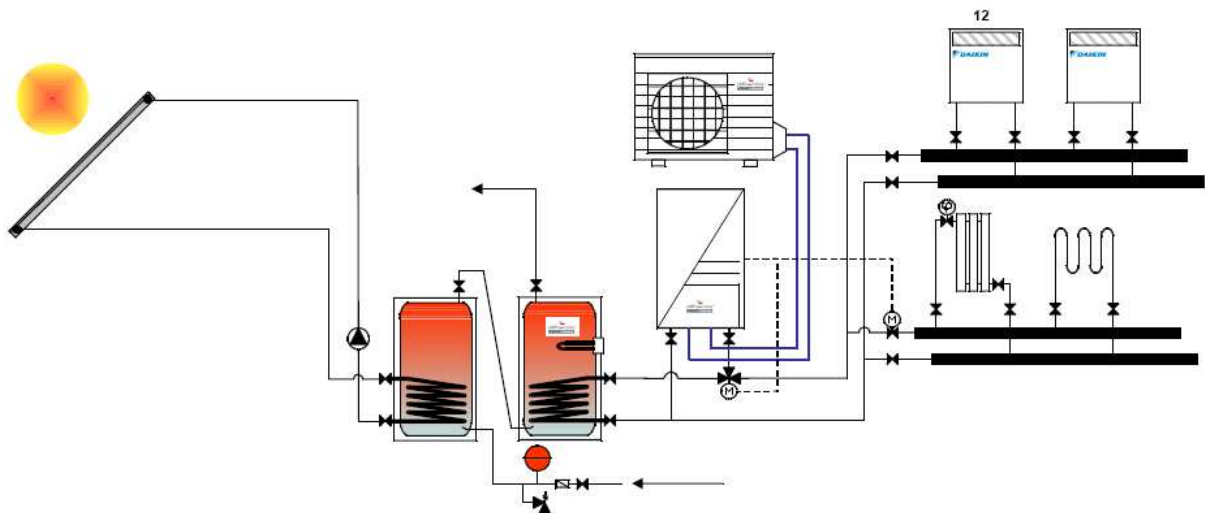


Figura 4.3.5. Esquema de principi de sistemes domèstics amb producció d'ACS expansió directe. Font; Daikin.

4.3.2 Fonts d'energia renovables

Els recursos naturals renovables són aquells que, després de ser utilitzats, poden regenerar-se natural o artificialment. Són recursos que es mantenen de forma més o menys constant a la natura, tot i que les seva intermitència fa que s'hagin de fer dissenys de captació més sofisticats que el cas de combustibles fòssils, i a més s'han d'utilitzar d'una manera més assenyada i d'acord a la disponibilitat se'n pot fer un major consum.

A l'era contemporània es fa necessari disposar de fonts d'energia renovables. Es calcula que les reserves de fonts d'energia convencionals existents a la Terra s'esgotaran en un futur. Això implica que hi haurà una crisi energètica real quan es produeixi una d'absència d'aquests productes, que tindria conseqüències catastròfiques per a la humanitat. Segons els experts no es produirà durant, almenys, unes dècades; no obstant això, l'extracció i la ubicació d'aquesta energia és cada vegada més cara i provoca més conflictes i impactes ambientals.

Per tots aquests inconvenients, els diferents governs del món han engegat, a partir de les crisis petrolíferes, diversos projectes d'investigació sobre altres fonts d'energia que puguin resultar rendibles quan el cost de les fonts tradicionals augmenti. Aquestes noves energies són les denominades alternatives o renovables.

Es preveu un fort augment en la implantació d'aquestes energies en el nostre país i a la UE d'aquí a l'any 2020, especialment en Solar, Eòlica i Biomassa.

4.3.2.1 Energia solar

L'energia solar és l'energia radiant produïda en el Sol com a resultat de reaccions nuclears de fusió. Arriba a la Terra a través de l'espai en quants d'energia anomenats fotons, que interactuen amb l'atmosfera i la superfície terrestre. A causa de els gasos atmosfèrics, el vapor d'aigua i la contaminació, la radiació rebuda a la superfície terrestre sofreix una disminució.

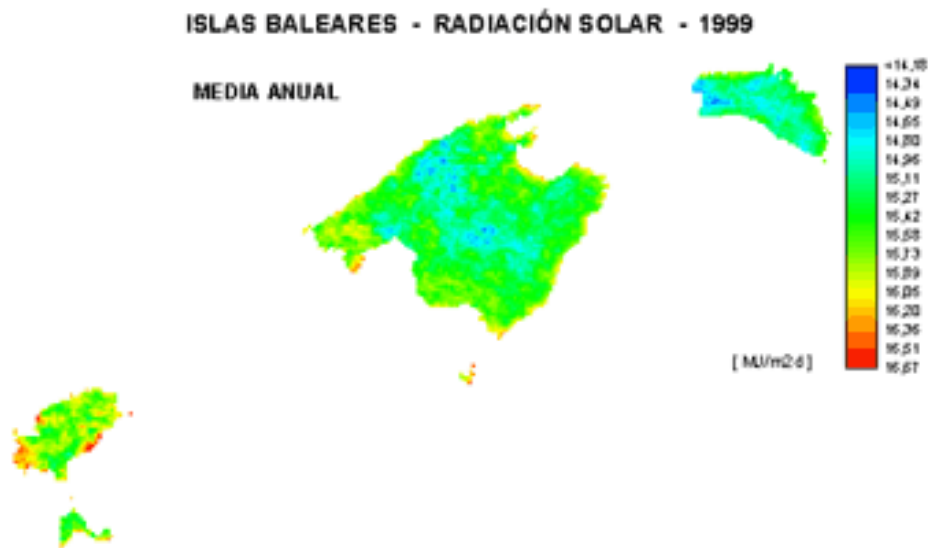


Figura 4.3.6 Mapa de radiació de les Illes Balears. Font; DG d'Energia Any 2005

La intensitat d'energia solar disponible en un punt determinat de la Terra depèn del dia de l'any, de l'hora i de la latitud. A més, la quantitat d'energia solar que pot recollir-se depèn de l'orientació del dispositiu receptor. A les Illes Balears per cada m² de superfície horitzontal:

- Mitjana diària de 4.5 kWh/dia
- Mitjana anual: 1650 kWh/any
- Radiació difusa: 35%

L'energia solar és una solució eficaç per lluitar contra la contaminació atmosfèrica i l'efecte hivernacle, molt relacionats amb la producció i la utilització de fonts convencionals d'energia. L'aprofitament energètic es realitza en el mateix punt de consum, mitjançant un equip senzill i fiable. Si es disposa de sistemes de seguiment de la trajectòria solar o s'optimitza la inclinació en funció de l'època de l'any en que necessitem més energia se poden aconseguir millores entre d'un 10 a un 40% de l'energia captada.

La inclinació dels panells solars, és a dir el factor solar, arriba a ser quasi un 60% més en funció de l'època de l'any, la qual cosa suposa que amb la mateixa superfície de captació podem obtenir més energia. El sistema ideal seria canviar la inclinació en funció de l'època de l'any o be tenir una inclinació òptima en funció del consum d'energia, la qual cosa ho fan els sistemes amb seguiment a un eix o a dos eixos.

β	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ENE	1,00	1,18	1,33	1,45	1,54	1,58	1,58	1,54	1,46	1,34
FEB	1,00	1,14	1,24	1,32	1,37	1,37	1,35	1,29	1,19	1,07
MAR	1,00	1,09	1,15	1,18	1,18	1,15	1,09	1,01	0,90	0,77
ABR	1,00	1,04	1,06	1,05	1,01	0,95	0,87	0,76	0,64	0,50
MAY	1,00	1,01	1,00	0,97	0,91	0,82	0,72	0,61	0,48	0,33
JUN	1,00	1,00	0,98	0,93	0,86	0,77	0,66	0,54	0,42	0,24
JUL	1,00	1,01	0,99	0,95	0,88	0,79	0,69	0,57	0,44	0,27
AGO	1,00	1,03	1,03	1,01	0,96	0,89	0,80	0,69	0,56	0,42
SEP	1,00	1,07	1,11	1,12	1,11	1,06	0,99	0,90	0,78	0,65
OCT	1,00	1,12	1,22	1,28	1,31	1,31	1,27	1,20	1,10	0,97
NOV	1,00	1,17	1,31	1,42	1,50	1,53	1,52	1,48	1,39	1,28
DIC	1,00	1,20	1,37	1,50	1,60	1,65	1,67	1,63	1,56	1,45

Taula 4.3.2. Factor solar per azimut $\gamma = 0^\circ$. Elaboració Pròpia

4.3.2.1.1 Energia solar tèrmica

És un dels sistemes d'aprofitament de l'energia solar més estesos. Una instal·lació solar tèrmica està formada bàsicament per un conjunt de captadors solars, un conjunt de tubs aïllats tèrmicament i un dispositiu acumulador d'aigua.

El mitjà per aconseguir l'aport de temperatura es fa mitjançant els captadors, que es componen d'una superfície, que exposada a la radiació solar, permet absorbir la seva calor i transmetre-la a un fluid, que pot ser aigua, oli tèrmic, o el més comú una mescla d'aigua i anticongelant.

Existeixen tres tècniques diferents entre si en funció de la temperatura a la qual pot arribar la superfície captadora.

- Baixa temperatura: La temperatura del fluid està per sota del punt d'ebullició.
- Temperatura mitjana: La temperatura del fluid és més elevada que 100 °C.
- Alta temperatura: La temperatura del fluid és més elevada que 300 °C .

És l'aplicació més rendible i més comuna de l'energia solar, amb instal·lacions fetes des de finals del segle XIX fins a l'actualitat. A dia d'avui amb els preus dels combustibles fòssils ja surt més rendible que els sistemes convencionals, i els períodes d'amortització són inferiors als 10 anys.

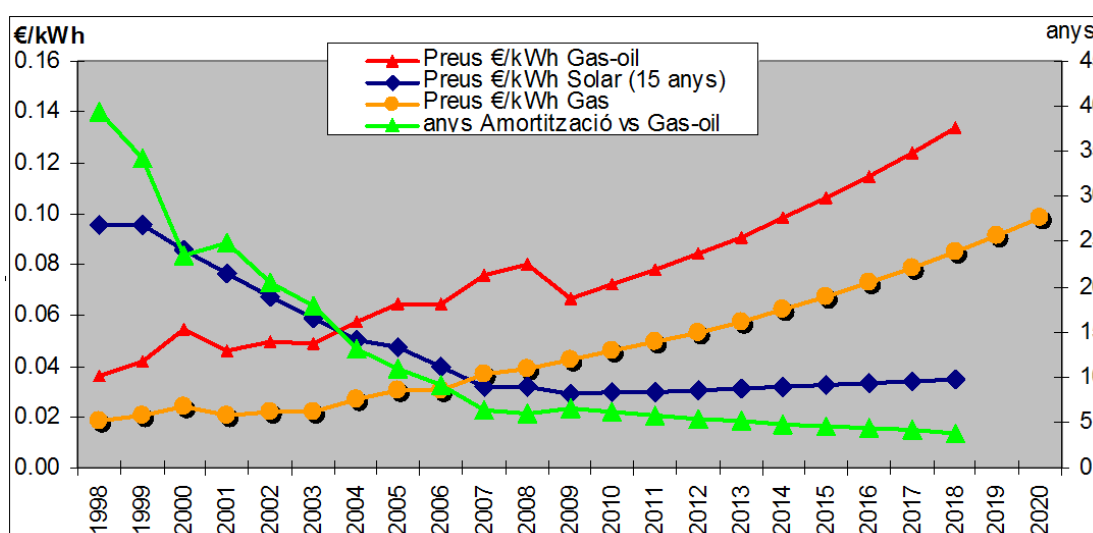


Figura 4.3.7 .Estimació de preus de l'energia de diferents combustibles. Font; Elaboració pròpia Any 2009

Normalment les instal·lacions no es dimensionen per resoldre el 100% de les necessitats d'aigua calenta, ja que la superfície exigida per a cobrir aquestes necessitats en els mesos d'hivern, que és quan hi ha menys radiació al nostre hemisferi, donaria lloc a la construcció de grans centrals difícilment amortitzables. Per tant, generalment es combina la instal·lació solar amb un sistema d'escalfament convencional de manera que el dispositiu solar resolgui una part del consum d'energia.

Podem veure quines aplicacions pot tenir als establiments turístics els diferents sistemes.

Baixa temperatura

- Producció d'aigua calenta sanitària (A.C.S.).
- Escalfament de piscines.
- Calefacció.
- Refrigeració solar.

Producció d'aigua calenta sanitària

L'aigua calenta domèstica és un dels principals consums d'energia del sector domèstic i de serveis. Si per aquesta aplicació es recorre a l'energia solar en lloc de a la utilització d'energies convencionals (electricitat, gas, gasoil...) la reducció de la factura energètica i de la contaminació produïda poden ser realment importants.

A les Illes Balears arrel de la crisi energètica de finals dels 70 principis dels 80, van aparèixer les primeres instal·lacions amb panells solars, alguns d'ells de fabricació local. Aquestes instal·lacions es van anar abandonant dins els 90 en la mesura que s'anaven envellint i disminuïen els preus dels combustibles fòssils. A finals dels 90, va ressorgir la indústria, degut a la crisi energètica i al increment de la sensibilitat ambiental, en alguns d'Ajuntaments (Barcelona, Calvià,..) es va començar obligar la seva implantació a partir de normatives municipals des de principis del 2000, tot i que no ha estat des de l'entrada en vigor del CTE al 2006, que ha fet que sigui obligatòria la instal·lació de panells solars als hotels de nova construcció o en els existents que reformin més del 25% de la seva superfície a tot l'Estat Espanyol. Excepcionalment si es justifica un aportació equivalent amb altres fonts, que redueixin les emissions de CO₂ es pot eximir la seva implantació total o parcial.

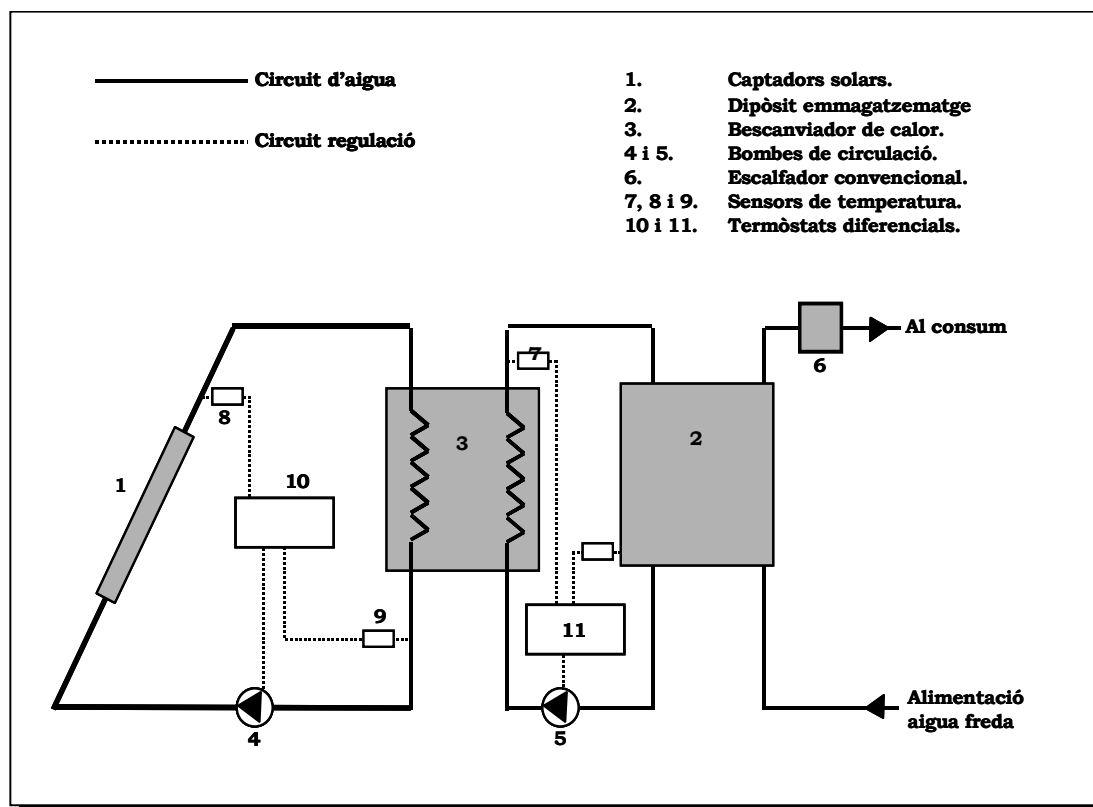


Figura 4.3.8 Esquema tipus d'instal·lació Solar. Font; DGE i ISES

El percentatge d'aportació solar depèn de la normativa municipal i de la zona climàtica on s'ubica l'establiment, però sol ser entre el 60 i el 70%, això suposa que s'ha de disposar de com a mínim 1 m² per plaça hotelera, amb una inclinació entre 30 a 60°, tot i que la més típica sol ser entre 40-45°, tot i que l'òptima s'ha de calcular en funció de la latitud i el consum mensual de l'edifici. Generalment es sol tenir un major consum d'aigua calenta a la primavera-hivern, per la qual cosa es sol posar l'angle més elevat per aprofitar més la radiació els mesos d'hivern. Si per contra només ens tingués consum els mesos d'estiu seria millor una inclinació inferior a 30°.

En general la superfície útil en un establiment hoteler s'ha de calcular en funció del nombre de llits de l'establiment. A nivell de càlcul suposa com a mínim una superfície total lliure de més de 0,7 m² per plaça, en funció de la disposició i de les ombres que pugui tenir els edificis podem arribar a tenir més de 2 m² per plaça.

Hotel ****	70	Per llit
Hotel ***	55	Per llit
Hotel/Hostal **	40	Per llit
Càmping	40	per emplaçament
Hostal/Pensió *	35	Per llit

Taula 4.3.3 Càlcul de litres d'ACS (60°C) en funció de l'activitat. Font; CTE HE3

Demanda total de ACS del edifici (l/d)	Zona climàtica				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Taula 4.3.4 Percentatge solar en funció de la demanda energètica. Font; CTE-HE3

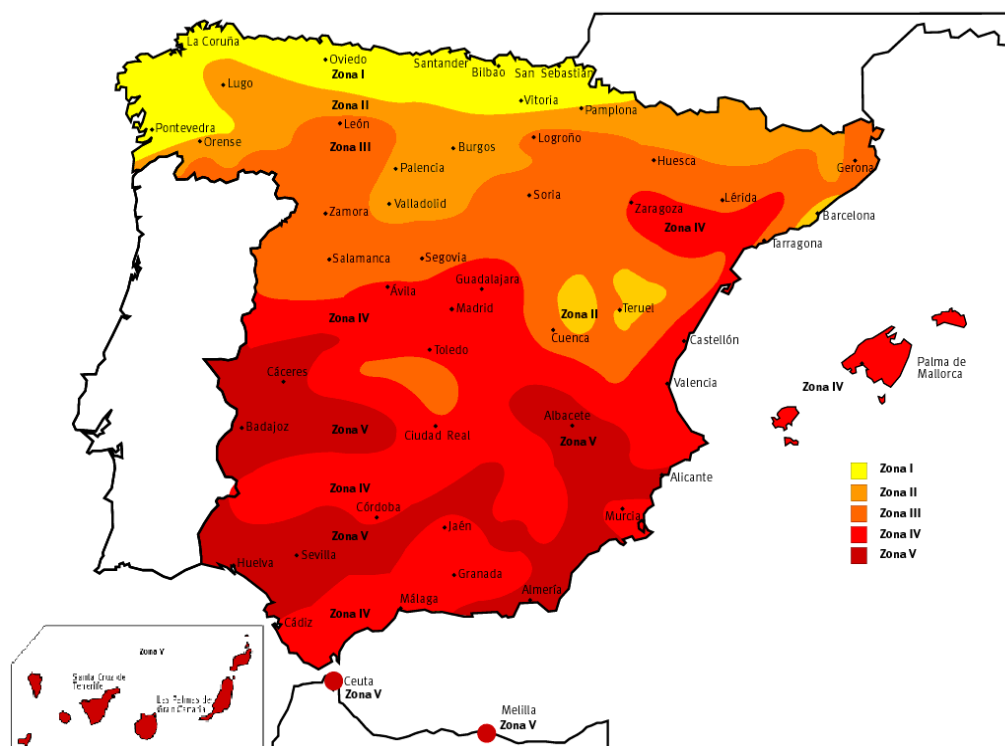


Figura 4.3.9. Zones climàtiques en funció de la radiació. Font; CTE-HE3



Figura 4.3.10 Instal·lació d'Energia Solar Tèrmica (subvencionada pel Govern Balear) a l'Hotel situat a Ciutadella, Menorca. Superfície de captació: 382 m². Font. DG. d'energia

En els cas de les Illes Balears, al trobar-nos a una zona IV, i la major part d'hotels tenen una categoria superior a les 3 estrelles, amb una capacitat de més de 300 places, els nous hotels que es facin o que es reformin han de tenir una cobertura solar de més del 70%. Si es fa un càlcul per les hotels en diferents casos i escenaris podem veure que en el cas de les Illes Balears la cobertura solar està entre el 70-80%, amb una superfície entre 150-600 m², el que suposa uns estalvis en emissions de CO₂ entre 150 a 600 Tones.

N. de llits	Ocup. mitjana	Consum estimat l/dia a 45°C	Consum estimat l/dia a 45°C	Superfície captadors (m ²)	Acum. (litres)	Cob. solar %	COST INSTAL·LACIÓ		Estalvi
							MÍN.	MÀX.	emissions CO ₂ (kg/any)
		hotel 1*	hotel 4*						
150	75%	4520	7910	157	9000	73	94200	125600	153768
200	75%	6000	10500	210	12000	73	126000	168000	205678
300	75%	9000	15750	294	18000	70	176400	235200	287949
600	75%	18000	30000	600	36000	80	240000	420000	575898
1200	75%	36000	60000	1200	72000	80	420000	720000	1151796

Taula 4.3.5 Superfície de panells segons el CTE en funció del n. de llits. Font; Elaboració pròpia.

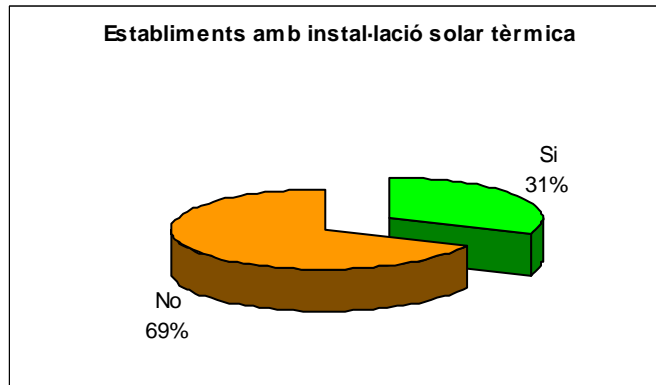


Figura 4.3.11. Establiments turístics amb energia solar tèrmica a Formentera al 2003.

Font: Auditories energètiques DG. d'Energia.

L'any 2003, la nova superfície instal·lada a Espanya de captadors solars era aproximadament 580.000 m². En el cas de les Illes Balears a finals dels 90, el percentatge d'hotels amb energia solar era inferior al 5%, tot i que en l'actualitat d'acord a les subvencions donades per la DG. d'energia i al treball de camp realitzat a diferents establiments, el percentatge s'acosta al 30% i va augmentant any rere any, degut també a l'abaratiment de la tecnologia i encariment dels combustibles fòssils.

El Pla de Foment va establir, per a aquesta àrea energètica, un objectiu fins al 2010 d'instal·lació de 4.500.000 m² nous de captadors tèrmics, dels quals la major part estava prevista en instal·lacions col·lectives.

Una instal·lació solar per a la producció d'aigua calenta sanitària que produeixi aquest estalvi de recursos energètics és molt senzilla i els equips que la formen estan homologats pel Ministeri d'Indústria i Energia, fet que dóna garantia de qualitat.

El nombre de captadors d'una instal·lació depèn de diferents factors:

- El consum previst d'aigua calenta.
- La zona climàtica.
- Les possibilitats d'integració en la construcció.
- El sistema de suport emprat.

Per norma general amb 2 m² de superfície de captació es poden arribar a produir més de 100 litres d'aigua calenta cada dia. Amb aquest equip cobririen entre un 50 i un 80% de les necessitats anuals de dues a quatre persones.

L'energia solar que arriba als captadors se cedeix en forma de calor a un dipòsit acumulador que la guarda fins al moment que l'usuari la necessiti per consumir. L'acumulador i tota la instal·lació ha d'estar ben aïllada tèrmicament amb l'objectiu d'evitar les pèrdues de calor. El seu volum s'ha de calcular segons el consum diari d'aigua i el nombre de captadors instal·lats; d'aquesta forma s'optimitza l'ús de la instal·lació. Un valor d'acumulació recomanat pel CTE és de 50 a 180 L per cada metre quadrat de captador.

Existeixen certs tipus d'instal·lacions tèrmiques on la circulació de l'aigua per les plaques es realitza de manera natural en presència del sol. Aquest sistema es diu termosifó, els quals són

molt utilitzats en instal·lacions domèstiques o en apartaments molt dispersats. En la majoria de les instal·lacions l'aigua es forçada a fer aquest recorregut mitjançant una petita bomba elèctrica. En aquest cas hi ha un equip de circulació, controlat per un termòstat diferencial, que fa circular l'aigua solament en les hores en les quals la instal·lació capta energia.

L'equip solar funciona en combinació amb una caldera convencional o un grup de resistències elèctriques, de tal manera que els dies amb núvols o amb poc sol el consum quedi cobert. D'aquesta forma, l'equip solar és un element d'estalvi i de suport, no de substitució.

La instal·lació solar pot arribar a cobrir de manera satisfactòria entre un 60 i un 95% de les necessitats anuals. La resta ho aporta una font d'energia convencional. En aquest tipus d'instal·lacions el consum energètic sol ser molt gran i per tant, les dimensions dels equips solars, també. Els captadors connectats entre si produeixen sovint una part important del consum total i la resta és aportat per un sistema de calderes modulars que produeixen més o menys energia d'acord amb la demanda i la producció solar disponible.

Calefacció

Encara que la producció d'aigua calenta és la més coneguda de les aplicacions tèrmiques de l'energia solar, i obligatòria, també es pot utilitzar total o parcialment per donar un suport important al sistema de calefacció dels edificis. En aquestes instal·lacions el millor sistema és el format per uns captadors solars que reescalfin l'aigua que posteriorment circula per un emissor de calor. Una caldera convencional aporta l'energia complementària per arribar a la temperatura de confort qualsevol dia de l'any encara que no faci sol. Aproximadament s'hauria de preveure 1 m² de captador solar per una superfície de 5 a 10 m² de superfície a escalfar. Per a una hotel ben aïllat, de 7500 m² de superfície serien necessaris de 750 a 1500 m² de captadors, en funció de l'espessor de l'aïllament de l'edifici, les condicions climàtiques...

La instal·lació solar s'ha de dissenyar a partir de les necessitats específiques de cada edifici, mai es podran dissenyar sistemes solars que cobreixin el 100% de la demanda de calefacció en un hotel obert tot l'any, ja que els dies de major demanda de calefacció és quan menys radiació solar hi ha, per la qual cosa aquest sistemes són només de suport i s'han de complementar, al igual que l'ACS, amb sistemes convencionals de calefacció.

Com els captadors solars, utilitzats en la majoria de les instal·lacions de calefacció treballen a temperatures baixes, no és adequat utilitzar radiadors convencionals, ja que necessiten aigua a 60-80 °C per al seu funcionament, mentre que els captadors solars plans treballen amb un rendiment acceptable produint aigua calenta a 50 °C a 60°C. Per això convé utilitzar altres sistemes de calefacció com:

- Superfície radiant: Circulació d'aigua per uns tubs situats sota una superfície, generalment sol ser el paviment de la construcció. Aquest sistema s'instal·la principalment en obres noves o grans reformes en les que calgui canviar el paviment, sostres o parets de l'edifici.
- Radiadors sobredimensionats: La seva superfície és molt major que la dels radiadors convencionals, d'aquesta manera s'aconsegueix que la temperatura de l'aigua sigui inferior.
- Convectors forçats "fan-coils": Consten d'un grup de tubs pels quals circula aigua calenta i que és entravessat per un corrent d'aire que escalfa i es distribueix a l'ambient que es vol condicionar.

La demanda té un caràcter estacional, això pot provocar una utilització anual baixa del sistema solar. Aquesta característica es pot minimitzar dimensionant la instal·lació per cobrir només un

15-25% de la calefacció, i emprant el sistema durant la resta de l'any per la producció d'aigua calenta sanitària. El sistema convencional serà el que aportarà la resta de les necessitats per a la calefacció. Aquest tipus d'instal·lacions mixtes, són ideals en els hotels de les Illes Balears, ja que disposen d'una baixa ocupació els mesos d'hivern i pot utilitzar-ne part de l'energia que no s'aprofita per a la producció d'ACS per al suport a la calefacció. A més hi ha molts d'hotels que disposen de Fan-coils, els quals amb baixa temperatura ja els és suficient per escalfar (45°C). Per la qual cosa amb 1 m² per plaça hotelera es tendria un dimensionament adequat.

Escalfament de piscines

Un altre camp d'aplicació de l'escalfament del sol és el de la climatització de piscines. En aquest cas, i a causa de les baixes temperatures necessàries, l'energia solar és especialment apropiada. Per a l'escalfament de piscines exteriors s'utilitzen normalment captadors solars simplificats, sense cristall. Aquest material és econòmic, modular, i de fàcil utilització.

El Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) especifica que el consum d'energies convencionals per a l'escalfament de piscines només està permès quan aquestes estan instal·lades en locals tancats, quedant prohibit l'escalfament directe de l'aigua d'una piscina descoberta a partir d'una caldera. Per a piscines a l'aire lliure, per tant, l'energia solar tèrmica és l'opció més adequada per a la seva climatització.

La majoria de piscines descobertes s'utilitzen només durant uns pocs mesos a l'any degut a la baixa temperatura de l'aigua. Una forma eficient, neta i econòmica d'escalfar l'aigua d'aquestes piscines és utilitzant l'energia solar. Amb captadors senzills es pot aconseguir augmentar la temperatura de l'aigua fins a 23-28 °C, sempre que la piscina disposi d'una flassada tèrmica.

La superfície de captació necessària es pot calcular en funció de la superfície de la piscina a escalfar i de la zona climàtica on estigui situada. En les nostres latituds normalment es necessita una superfície de captadors de 30-80% de la superfície de la piscina, depenent de si està situada en una zona càlida o freda, és suficient per a allargar la seva utilització des del mes de maig fins al mes d'octubre.

Refrigeració solar a baixa temperatura

Amb una màquina d'absorció de simple etapa es pot produir fred a partir de calor. Aquesta tecnologia es basa en la combinació de fluids miscibles entre si a una temperatura i no miscibles a una altra. D'aquesta manera s'aconsegueix que, d'una banda l'energia solar evapori un dels líquids, mentre que l'altra banda del sistema, que està més fred, el líquid es torni a líquid i a dissoldre amb el seu portador.

Aquest és el mecanisme essencial de condensar i evaporar que utilitzen les màquines estàndard de refrigeració, encara que aquestes utilitzen un compressor i molta electricitat en lloc de l'energia solar, a més d'una petita bomba d'aigua.

Es necessiten unes temperatures superiors als 70 °C per aconseguir aquest procés, per tant s'ha de disposar de captadors solars específics que permetin arribar a aquestes temperatures. Normalment els captadors utilitzats són d'alta eficiència, els de tub de buit o els CPC, on uns reflectors cilindre-parabòlics concentren la radiació solar sobre l'absorbidor. Encara que amb

captadors plans també funcionen si la instal·lació està ben dimensionada, tot i que el COP sempre serà més petit, ja que aquests captadors no poden arribar a més de 90°C sense que les pèrdues siguin massa elevades.

Tot i que les màquines d'absorció són les primeres màquines frigorífiques que es van inventar, han tingut molt poca implantació, la qual cosa fa que siguin cares. Si li sumem el sobrecost dels panells fan que la refrigeració solar sigui encara molt embrionària, tot i que algunes CCAA i ajuntaments volen començar a obligar per edificis nous un % mínim d'aquesta tecnologia.

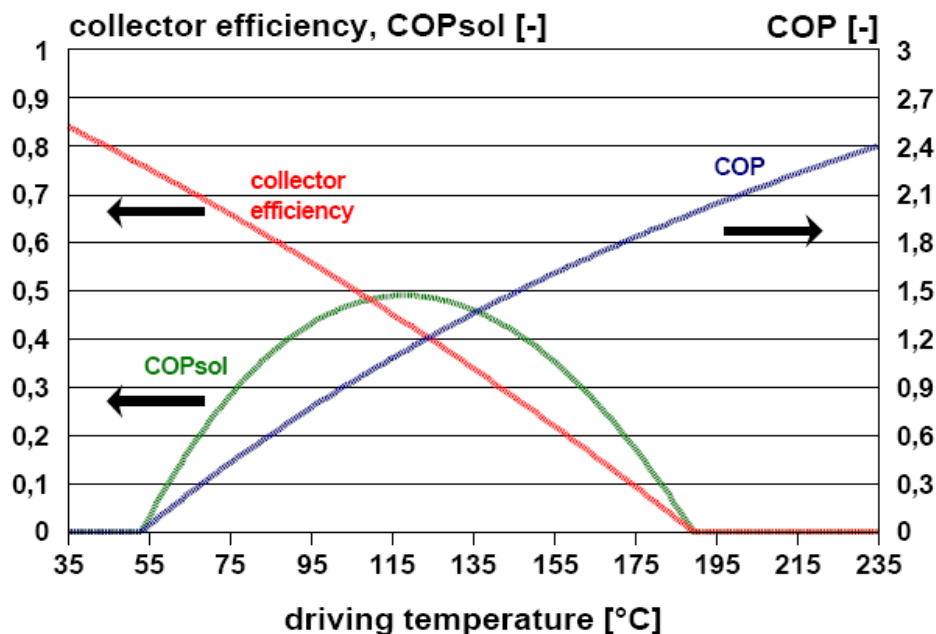


Figura 4.3.12. Eficiència de sistemes de fred solar i panells. Font;Servitec. Hans Martin Henning FISE. any 2000.

Per a panells plans s'han de preveure aproximadament 3 m² de captadors solars per cada kW frigorífic, ja que les màquines d'absorció de simple etapa tenen una eficiència (EER) entre 0.6-0.7. Els sistemes d'absorció simple efecte amb suport de caldera de gas requereixen una alta inversió amb el sistema de captació solar, pot arribar a ser més del 70 % de la inversió total. A major grandària el cost de la màquina d'absorció serà menor.

A dia d'avui els sistemes 100 % solars són possibles, però econòmicament difícilment viables, tot i que poden compaginar-se amb altres fonts renovables com la biomassa.

Una manera d'abaratir costos és, enlloc de dissenyar sistemes del 100% de refrigeració solar amb suport de gas, és fent sistemes amb suport de amb refredadores convencionals, dimensionant el suport solar que més s'acosti a les necessitats de l'edifici, en funció de la seva orientació i demanda horària.

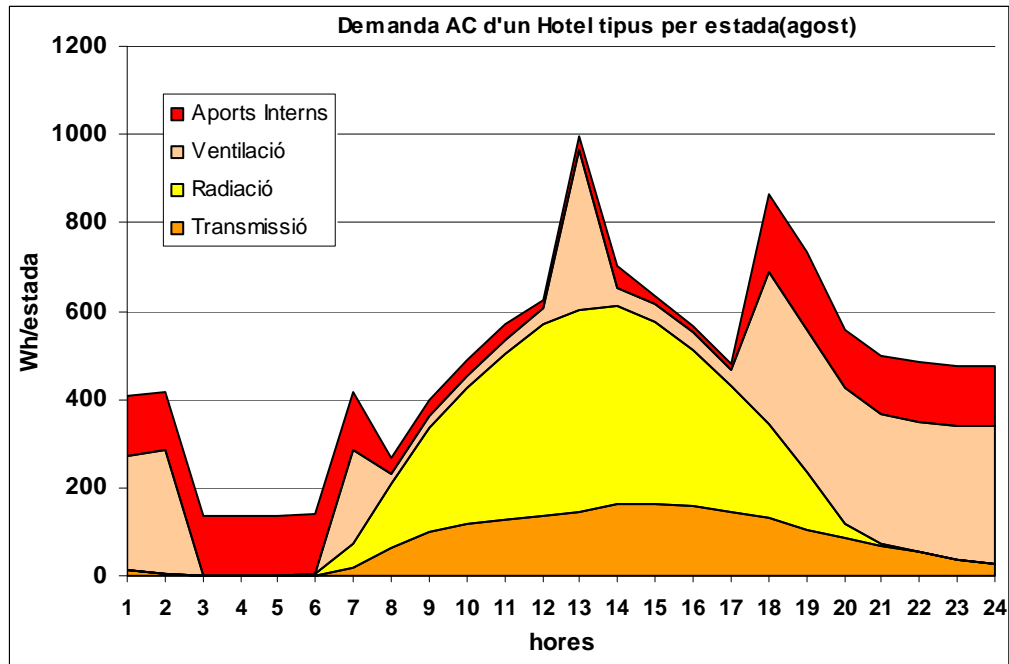


Figura 4.3.13. Consums energètics per m² i per plaça d'un hotel tipus en agost. Elaboració pròpia. Any 2005

Una gran part del consum energètic de la climatització es degut a la radiació solar. El cost diari de contrarestar aquesta radiació per un hotel pot variar entre el 20 i el 40 % del total del consum tèrmic a l'estiu, depenent de varis factors; orientació, superfície vidrada, etc. Si tenim en compte que a l'estiu el consum de climatització arriba a suposar més del 50% del consum total d'energia, per la qual cosa la radiació solar penalitza entre un 10% i un 20% del consum elèctric de les plantes de climatització d'un hotel.

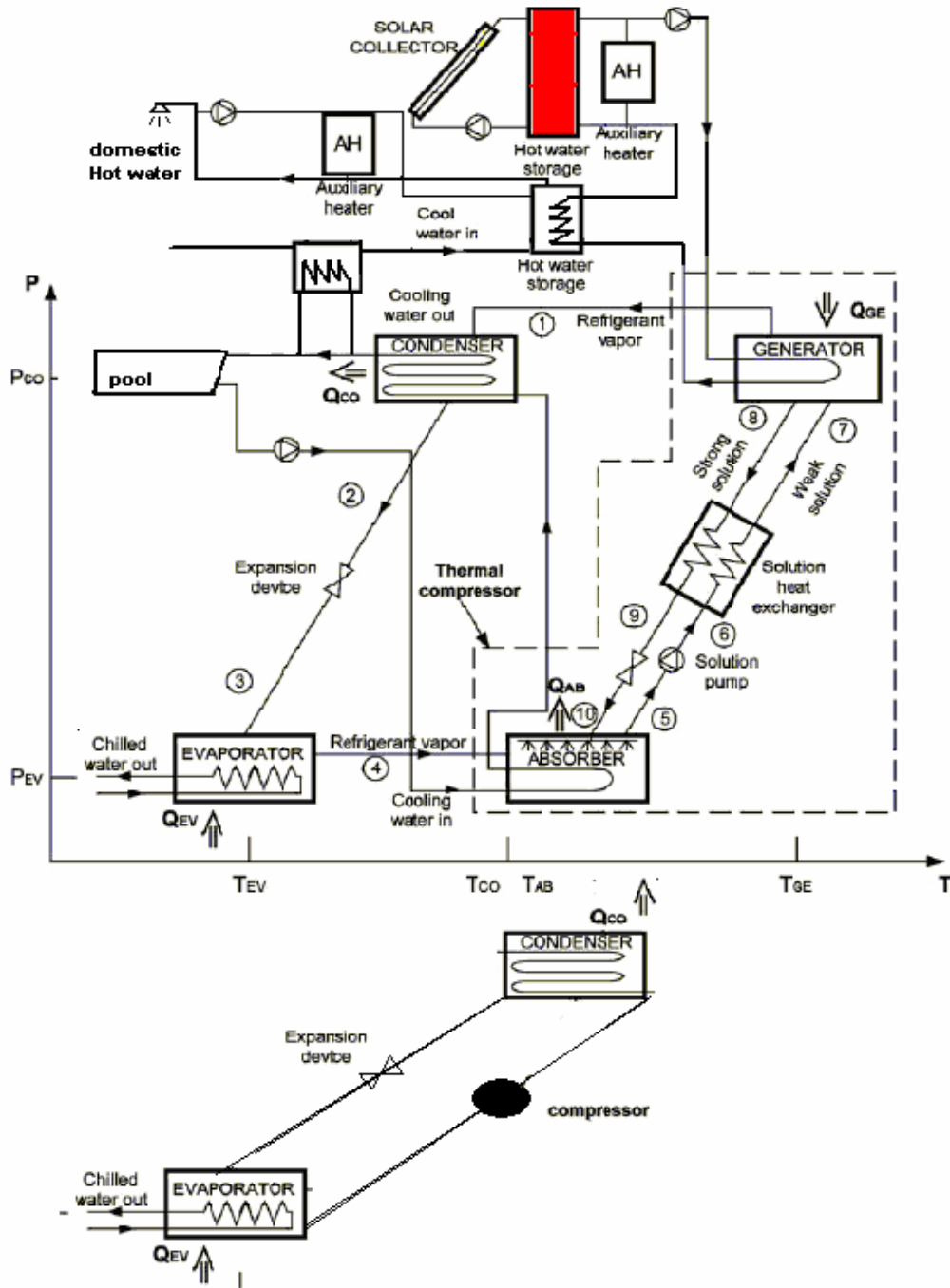


Figura 4.3.14 Eficiència de sistemes de fred solar i panells. Font; Perspectives of solar cooling in view of the developments in the air-conditioning sector. A.M. Papadopoulos, S. Oxizidis, N. Kyriakis. Renewable and Sustainable Energy Reviews 7 (2003) 419–438.

Encara que les màquines són molt senzilles i no necessiten manteniment, el preu inicial per a petites gammes triplica el de les refredadores convencionals. Són ideals per a combinar instal·lacions de ACS, calefacció i escalfament de piscines a fi de treure el màxim rendiment dels captadors durant tot l'any.

Un hotel tipus, com hem vist a l'apartat anterior, amb els panells solars pot satisfer gairebé el 100% de la demanda d'ACS, tot i que segurament tindrà excedent els mesos de més radiació

solar. Per la qual cosa se poden rendibilitzar millor en els mesos de major radiació, on se redueix lleugerament la demanda, destinant el seu excedent als sistemes de climatització o al control de la legionel·la.

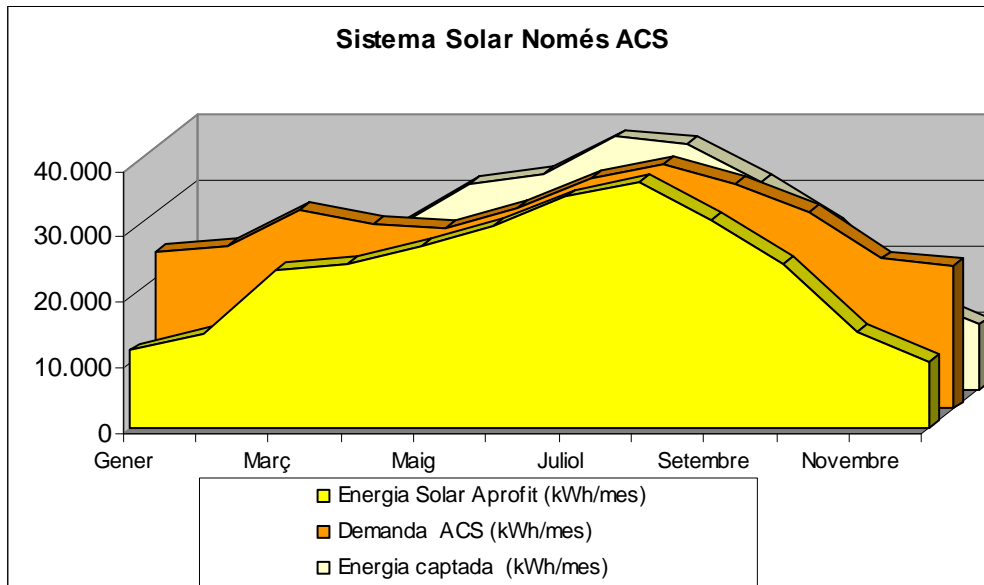


Figura 4.3.15. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS. Elaboració pròpia.

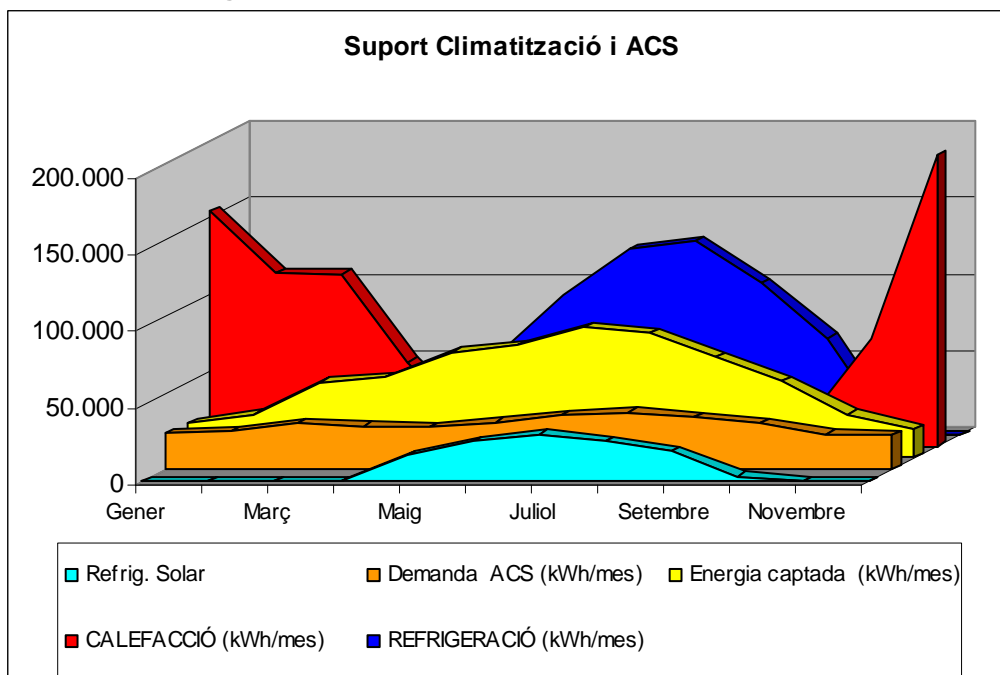


Figura 4.3.16. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS i Climatització. Elaboració pròpia.

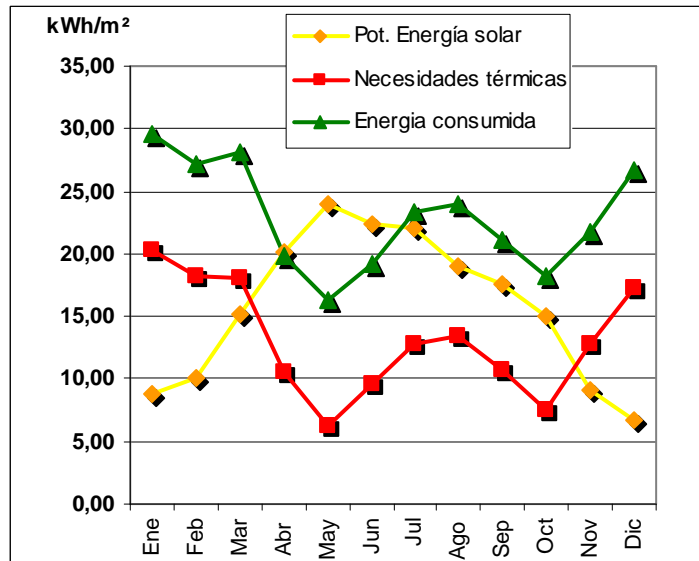


Figura 4.3.17. Consum energia per mesos i potencial d'Energia Solar màxim de captació d'un hotel tipus. Elaboració pròpia

Fent una simulació d'un hotel tipus, amb demandes energètiques reals, s'ha demostrat que l'ús de plantes d'absorció de petita potència (35-200 kW) com a suport als sistemes convencionals, pot reduir més d'un 15% el consum elèctric en las hores punta. Aquest percentatge pot variar en funció de la capacitat de la planta de fred solar i tipus d'acumulació utilitzada. Els períodes d'amortització poden variar en funció de la mida de la planta, com més gran sigui la instal·lació la planta d'absorció surt més econòmica per kWh.

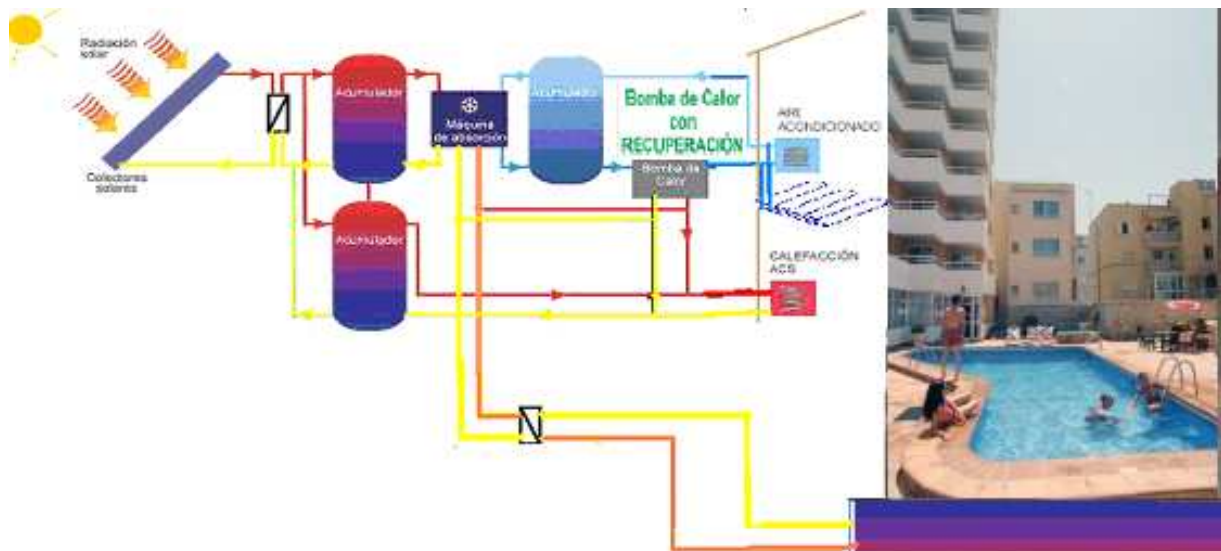


Figura 4.3.18. Esquema de principi d'un hotel tipus. Font; Elaboració pròpia i Hans Schweiger

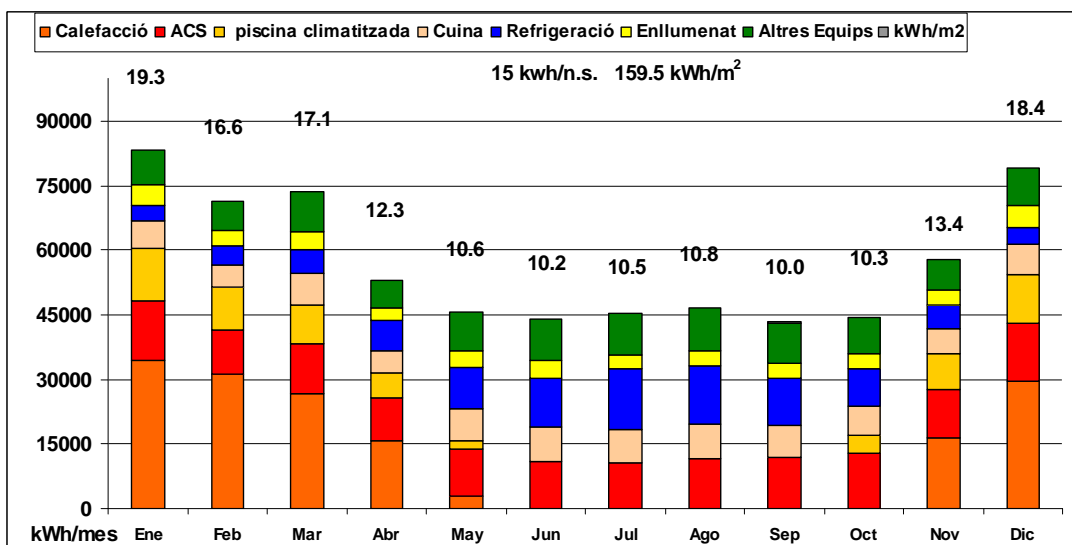


Figura 4.3.19. Consum d'un hotel per usos i mesos . Font; Elaboració pròpia.

L'energia solar podrà cobrir una bona part de la demanda energètica de l'establiment, especialment els mesos d'estiu on hi ha més radiació. L'hotel pot passar de consumir més de 255 kWh/m² a l'any de combustibles fòssils a consumir només 160 kWh/m² a l'any, amb una reducció de més del 37% de combustibles fòssils només amb el suport d'energia solar tèrmica.

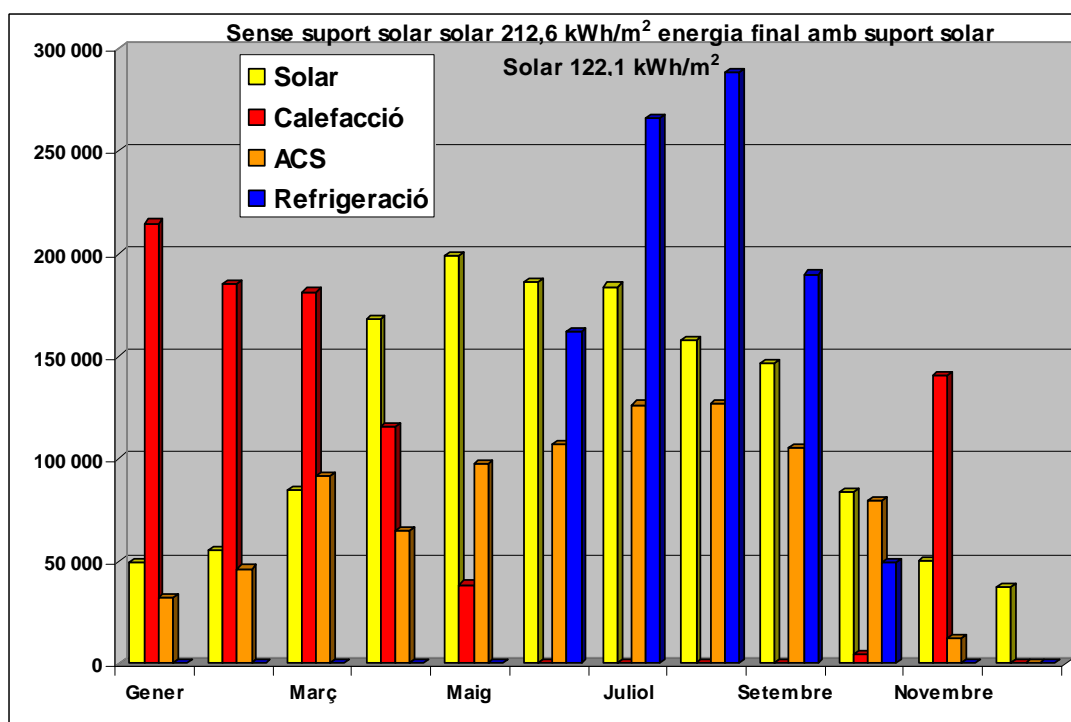


Figura 4.3.20. Aport per mesos d'un sistema solar per ACS i Climatització per a un hotel. Elaboració pròpia

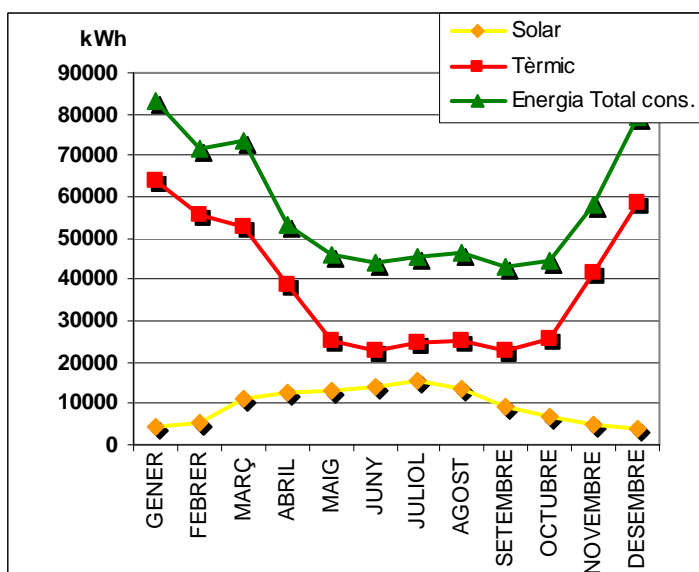


Figura 4.3.21. Consum energia per mesos i potencial d'Energia Solar per a usos tèrmics d'un hotel tipus. Elaboració pròpia

Si tenim en compte que la instal·lació tindrà a més el suport de calor amb la biomassa durant els mesos de menys radiació solar, i que podem suplementar les hores i dies on la radiació no es suficient per la refrigeració solar. Se podrà cobrir el 80% de calor amb la biomassa, que suposarà una reducció del 100% dels combustibles fòssils per abastir l'ACS, la calefacció i la climatització de la piscina. Pel que fa al consum elèctric, es pot aconseguir aportar quasi el 59% de la refrigeració, per la qual cosa es pot assolir una reducció de més del 55% en combustibles fòssils, el que suposa una reducció de les emissions de CO₂ de més de 300 Tones.

MES	Refrigeració	Calefacció	Fred Solar %	Calefacció Solar %	CALOR	Refrigeració
GENER	7961	57413		7%	4510	0
FEBRER	13000	49127		11%	5409	0
MARÇ	18724	45257		23%	10928	0
ABRIL	33113	30074		40%	12739	0
MAIG	58450	28426	32%	25%	7136	18446
JUNY	81894	25050	23%	20%	4922	19193
JULIOL	115894	19276	19%	24%	4639	21659
AGOST	113594	12859	17%	40%	5086	19078
SETEMBRE	83986	13467	15%	40%	5375	12666
OCTUBRE	52569	20469	18%	49%	10019	9174
NOVEMBRE	18674	33900		13%	4663	0
DESEMBRE	9128	51381		7%	3695	0
TOTAL	606 987	386 698	20%	20%	79 120	100 216

Taula 4.3.6 Aport Solar dels principals consums tèrmics mensuals en un hotel. Elaboració pròpia

MES	Refrigeració	Calefacció	Fred Solar %	Calefacció Solar %	Calor Residual	Refrig. Amb biomassa
Gen	7961	57413		7%	93%	100%
Feb.	13000	49127		11%	89%	100%
Mar	18724	45257		23%	77%	100%
Abr.	33113	30074		40%	60%	100%
Mai	58450	28426	32%	25%	75%	50%
Juny	81894	25050	23%	20%	80%	50%
Jul.	115894	19276	19%	24%	76%	40%
Ago.	113594	12859	17%	40%	60%	40%
Set	83986	13467	15%	40%	60%	50%
Oct.	52569	20469	17%	49%	51%	100%
Nov.	18674	33900		13%	87%	100%
Des	9128	51381		7%	93%	100%
TOTAL	606 987	386 698	21%	20%	80%	59%

Taula 4.3.7. Aport Solar+Calor Residual dels principals consums tèrmics mensuals en un hotel. Elaboració pròpia

El resultat pot suposar només amb el suport tèrmic solar.

- Reducció de més del 25% el consum final d'energia (ACS, Climatització)
- Reducció del consum elèctric 7% (en hores punta)
- Reducció d'un 11% dels costos energètics
- Reducció de més de 60 kg/plaça les emissions de CO₂

El resultat pot suposar només amb el suport tèrmic solar + Calor residual .

- Reducció de quasi el 85% el consum final d'energia per a usos tèrmics (ACS, Climatització)
- Reducció del consum elèctric en un 15% (en hores punta)
- Reducció d'un 30% dels costos energètics respecte a gas i de més del 45% respecte gasoil.
- Reducció de més de 61% les emissions de CO₂

EXEMPLE HOTEL AMB SUPORT SOLAR PER ACS.

Un hotel que disposi de panells solars amb una cobertura segons CTE entre el 60% i el 78% sense excedents, o pot arribar al 95% amb alguns mesos amb excedent.

Un hotel obert tot l'any amb 0,5 m² per persona, a les Illes Balears pot tenir el 78% de cobertura (veure Figura 4.3.14)

MES	ACS [kWh]	Energia [kWh]	Cobertura
Gen	12.977	7.561	58%
Feb.	14.651	9.707	66%
Mar	19.465	15.653	80%
Abr.	21.977	19.691	90%
Mai	25.953	25.953	100%
Juny	28.256	26.225	93%
Jul.	29.198	28.435	97%
Ago.	29.198	26.599	91%
Set	25.116	21.314	85%
Oct.	19.465	16.193	83%
Nov.	21.977	9.514	43%
Des	12.977	6.851	53%
Promig	21.767	17.808	78%
TOTAL	261.209	213.695	Amortització est. Instal·lació Solar
cost Gasoil	20.896,74 €	17.095,56 €	4,68
cost Gas	10.448,37 €	8.547,78 €	936

Taula 4.3.8. Aport Solar per ACS per a un hotel de 400 places. Elaboració pròpia

EXEMPLE HOTEL ACS, PISCINA CLIMATITZADA, CALEFACCIÓ I REFRIGERACIÓ

Un hotel que disposi de panells solars vulgui cobrir el 100% de l'Aigua Calenta Sanitària i vulgui aprofitar els excedents per altres usos tèrmics, tals com calefacció, escalfament de piscines i suport a la refrigeració, hauria de preveure aproximadament 1 m² per plaça hotelera (veure Figures 4.3.16, 4.3.20)

MES	Energia Necessària	Energia Solar [kWh]	Cobertura
Gen	125.666	18.902	15%
Feb.	117.039	19.414	17%
Mar	114.793	37.566	33%
Abr.	78.776	39.382	50%
Mai	44.865	44.865	100%
Juny	68.056	59.942	88%
Jul.	85.044	64.995	76%

Ago.	88.800	60.797	68%
Set	72.684	42.629	59%
Oct.	45.869	32.386	71%
Nov.	87.783	19.027	22%
Des	118.493	13.701	12%
Promig	1.047.867	453.605	51%
TOTAL	1.047.867	453.605	Amortització est. Instal·lació Solar
cost Gasoil	83.829,38 €	36.288,42 €	4,68
cost Gas	41.914,69 €	18.144,21 €	9,37

Taula 4.3.9. Aport Solar per ACS i Climatització per a un hotel de 400 places. Elaboració pròpia

El cost d'una instal·lació solar d'aquest tipus pot tenir més variants que les instal·lacions de suport d'ACS, ja que per un hotel de 400 places el cost pot estar entre els 180.000€ i els 300.000 €, en funció de qualitats de panells, sistema de absorció, modificacions de les instal·lacions existents,... L'amortització de la instal·lació dependrà molt dels preus de les fonts convencionals de combustible a les que se compara i de les variacions que sofreixin, per exemple si disposa de Gasoil i es compra l'electricitat en B.T., suposant que les preus no variessin s'amortitzarà en uns 5 anys. En canvi si es compra l'electricitat en M.T. i es disposa de gas canalitzat l'amortització pot ser d'uns 10 anys o més. Si a més li afegim els costos financers i bancaris, l'amortització serà més llarga.

Mitjana i alta temperatura

Per aconseguir elevades temperatures és necessari fer servir captadors especials, ja que amb els plans és impossible, aquests captadors són els captadors de concentració, la filosofia dels qual no és més que augmentar la radiació per unitat de superfície. Hi ha diverses formes i sistemes, però la part comuna a tots és que necessiten orientació.

Podem destacar que la part més important és la forma de la superfície reflectora i que pot ser:

- Concentradores cilindre – parabòlics compostos (CPC) constituïts per dues branques de paràbola, els focus de les quals es troben a l'extrem de la branca oposada, amb concentració de 1,2 a 5.
- Lents de Fresnel, que són una derivació de les lents plano – convexes, amb concentracions fins a 50.
- Cilindro parabòlics, que són els formats per un paraboloides, arribant a tenir una raó de concentració fins a 80.
- Discs parabòlics, alguns d'ells amb deformació elàstica de membrana, formada per membranes metal·litzades, muntades sobre una estructura, adquirint una forma pareguda a una paraboloides, amb concentracions fins a 1000.

Les seves aplicacions són nombroses, des d'aplicacions convencionals de producció d'aigua calenta a alta temperatura, passant per processos industrials a la producció elèctrica.

En els hotels es poden utilitzar tant en la aplicacions d'aigua calenta sobreescalfada, per les bugaderies, SPA's i cuines, com per a refrigeració solar de doble etapa.

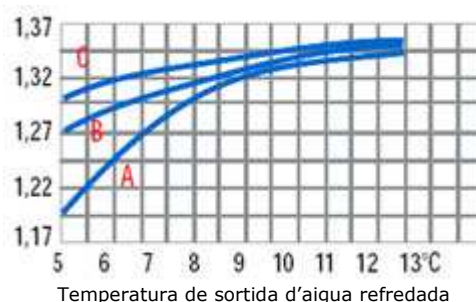
Es necessiten unes temperatures superiors als 130°C per aconseguir aquest procés, per tant s'ha de disposar de captadors solars específics que permetin arribar a aquestes temperatures. Aproximadament s'han de preveure 1 m² de captador solar per cada kW frigorífic.

Si es disposa de temperatures de captació solar elevades el rendiment de les plantes d'absorció de simple etapa s'acosta al 90% i les màquines d'absorció de doble etapa s'arriba al 140%, el que suposa reduir sensiblement la superfície de captació Solar. La desavantatge és que les màquines comercials de doble etapa més petites que es troben al mercat són superiors als 170 kWt, la qual cosa fa que només siguin aplicables a hotels de dimensió mitjana-alta. Encara que el preu per kWt surt molt més econòmic.

Tal com s'ha dit abans el gran avantatge d'aquests sistemes és que les màquines d'absorció en condicions estàndard tenen un CEE d'1,32 i fan que amb menys superfície de captació puguem tenir més potència frigorífica, i si es fan treballar a diferent temperatura tant de refrigeració com de condensació poden arribar a CEE més elevats, de més d'1,4, la qual cosa fa que s'acostin als sistemes d'expansió.

Carrega	Cop	Factor	Resultat
A100%	1,310	0,01	0,013
B 75%	1,512	0,42	0,635
C25%	1,560	0,45	0,702
D25%	1,213	0,12	0,146

*Rendiment mig Estacional, segons ARi-560-2000.



A: Pressió del vapor 0,4 MPa
 B: Pressió del vapor 0,6 MPa
 C: Pressió del vapor 0,8 MPa

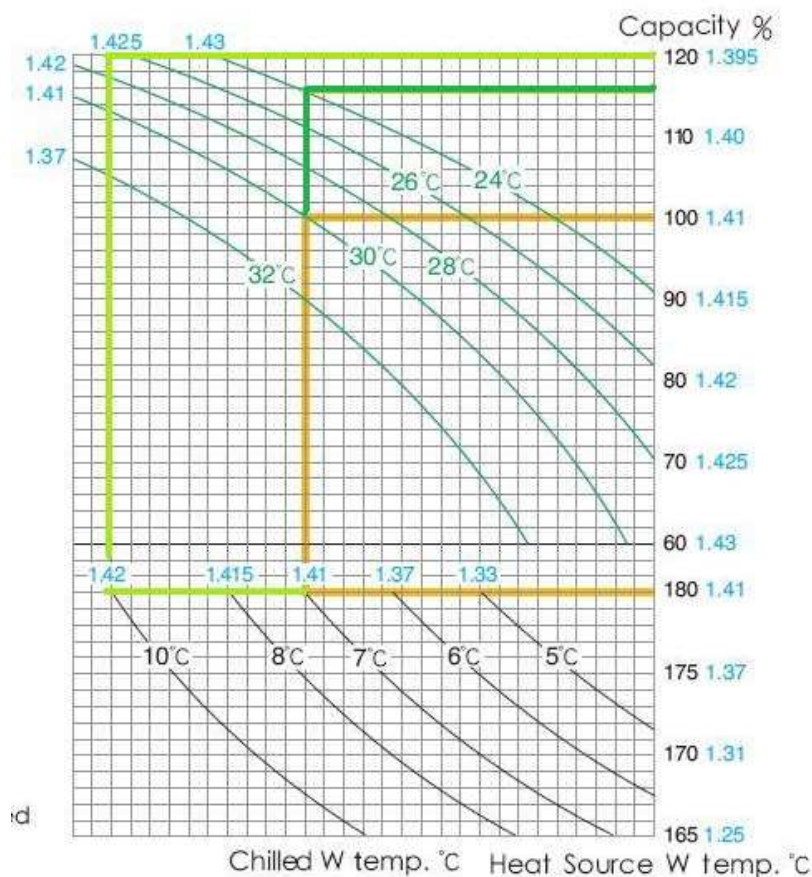


Figura 4.3.22. Rendiments d'una màquina d'absorció. Font; Catàleg de Broad. Any 2007

Els sistemes d'absorció simple efecte amb suport de caldera de gas requereixen una alta inversió amb el sistema de captació solar, pot arribar a ser més del 70 % de la inversió total. En canvi els sistemes d'absorció de doble efecte amb suport de caldera de gas se poden dissenyar amb sistemes de captació solar mes petits, amb una inversió total inferior al 40 %.

Una manera d'abaratir costos és, enlloc de dissenyar sistemes de refrigeració solar amb suport de gas, fer sistemes amb suport de amb refredadores convencionals. A dia d'avui els sistemes 100 % solars són possibles, però econòmicament difícilment viables, tot i que poden compaginar-se amb altres fonts renovables com s'ha vist a l'apartat anterior.

L'òptim energètic i econòmic dels sistemes de refrigeració solar és quan es combinen amb la utilització de calor residual o amb sistemes de cogeneració com a font auxiliar, fent que la inversió dels sistemes d'absorció es vegi compartida amb el sistema de cogeneració i se redueixen els costos, el que s'anomenen sistemes híbrids. Si es vol aconseguir una millor rendibilitat econòmica del sistema se podrien dur a terme els següents passos d'optimització:

- Anàlisi de les possibilitats de reducció del pressupost de la instal·lació. D'especial importància son els costos del subsistema solar (aprox. 70% de la inversió total).
- Optimització del rendiment energètic global i del cost del sistema:
 - Anàlisi de màquines d'absorció i màquines d'absorció d'altres fabricants, especialment del seu impacte en el rendiment energètic global.
 - Optimització dels paràmetres de la instal·lació (ajust fi): potencia de la màquina refredadora, volums d'acumulació, cabals d'operació en els circuits del sistema, estratègia i paràmetres de regulació, etc.

- Sistemes mixtes utilitzant, energia solar tèrmica i biomassa o sistemes híbrids amb energia solar tèrmica i cogeneració.

Els sistemes de producció de vapor tenen un potencial interessant als establiments de les Illes Balears, aquest generalment són amb resistència elèctrica i suposen prop del 2% del consum total dels Hotels. Si utilitzàssim sistemes d'energia solar amb concentració pels SPA's (veure apartat 2, figura 2.11), podríem abastir més del 70% de l'energia tèrmica consumida pels SPA's, amb una superfície d'uns 10.000 m².

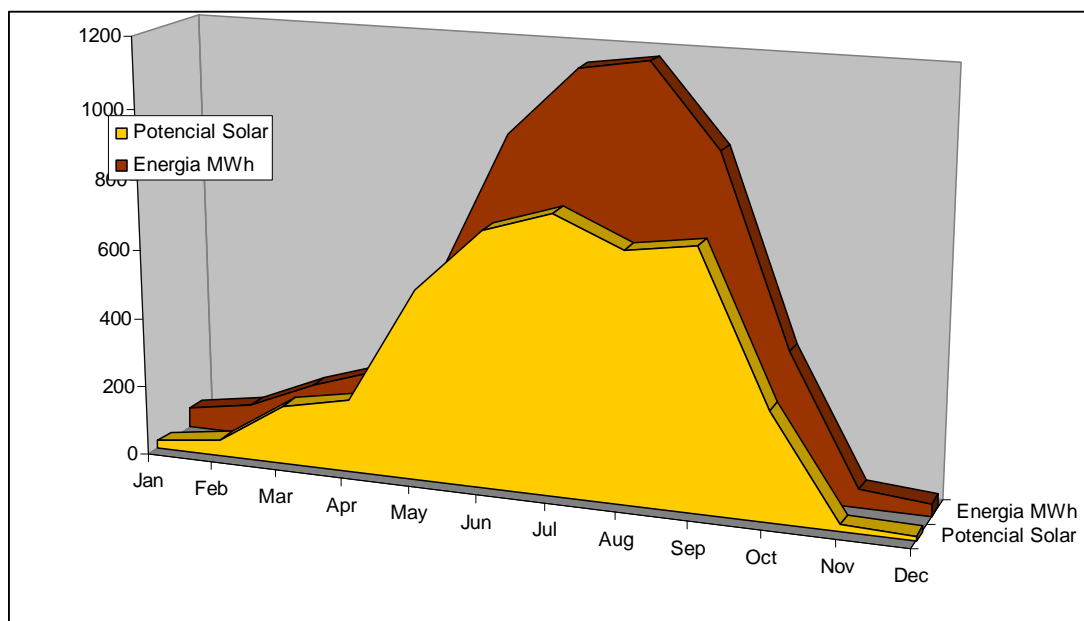


Figura 4.3.23. Potencial d'energia Solar per SPA's a les Illes Balears.

4.3.2.1.2 Energia solar fotovoltaica

És un dels sistemes d'aprofitament de l'energia solar més senzills i que els darrers anys ha sofert un increment exponencial degut a les primes donades pel Govern els darrers anys en la venda d'electricitat a la xarxa. Aquest increment de la demanda ha produït una revolució tecnològica en el sector i a més el increment de la producció de dispositius ha abaratit el cost dels components.

Codi Tècnic de l'Edificació

En la Secció HE5 del CTE ("Código Técnico de la Edificación"), relativa a la contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica, s'estableix que els edificis dels usos indicats en la taula següent incorporin sistemes de captació i transformació d'energia solar per procediments fotovoltaics quan superin els límits d'aplicació establerts en la taula. La potència elèctrica mínima determinada en aplicació d'exigència bàsica que es desenrotlla en esta Secció, es podrà disminuir o suprimir justificadament, en els casos especificats en l'apartat 1.1. (subapartat 2), de l'esmenada secció.

Tipus d'ús	Límit d'aplicació
Hipermercat	5.000 m ² construïts
Multitenda i centres d'oci	3.000 m ² construïts
Naus d'emmagatzemament	10.000 m ² construïts
Administratius	5.000 m ² construïts
<u>Hotels i hostals</u>	<u>100 places</u>
Hospitals i clíniques	100 llits
Pavellons de recintes ferials	5.000 m ² construïts

Taula 4.3.10 Àmbit d'aplicació. Font: CTE

En els edificis especificats en l'àmbit d'aplicació de la dita secció s'incorporaran sistemes fotovoltaics, per a ús propi o subministrament a la xarxa. En cas de connectar les instal·lacions a la xarxa de distribució, amb l'objecte de facturar l'energia produïda, s'haurà de realitzar la inscripció en el Registre d'Instal·lacions Productores en Règim Especial i tramitar el punt de connexió amb l'Empresa Distribuïdora.

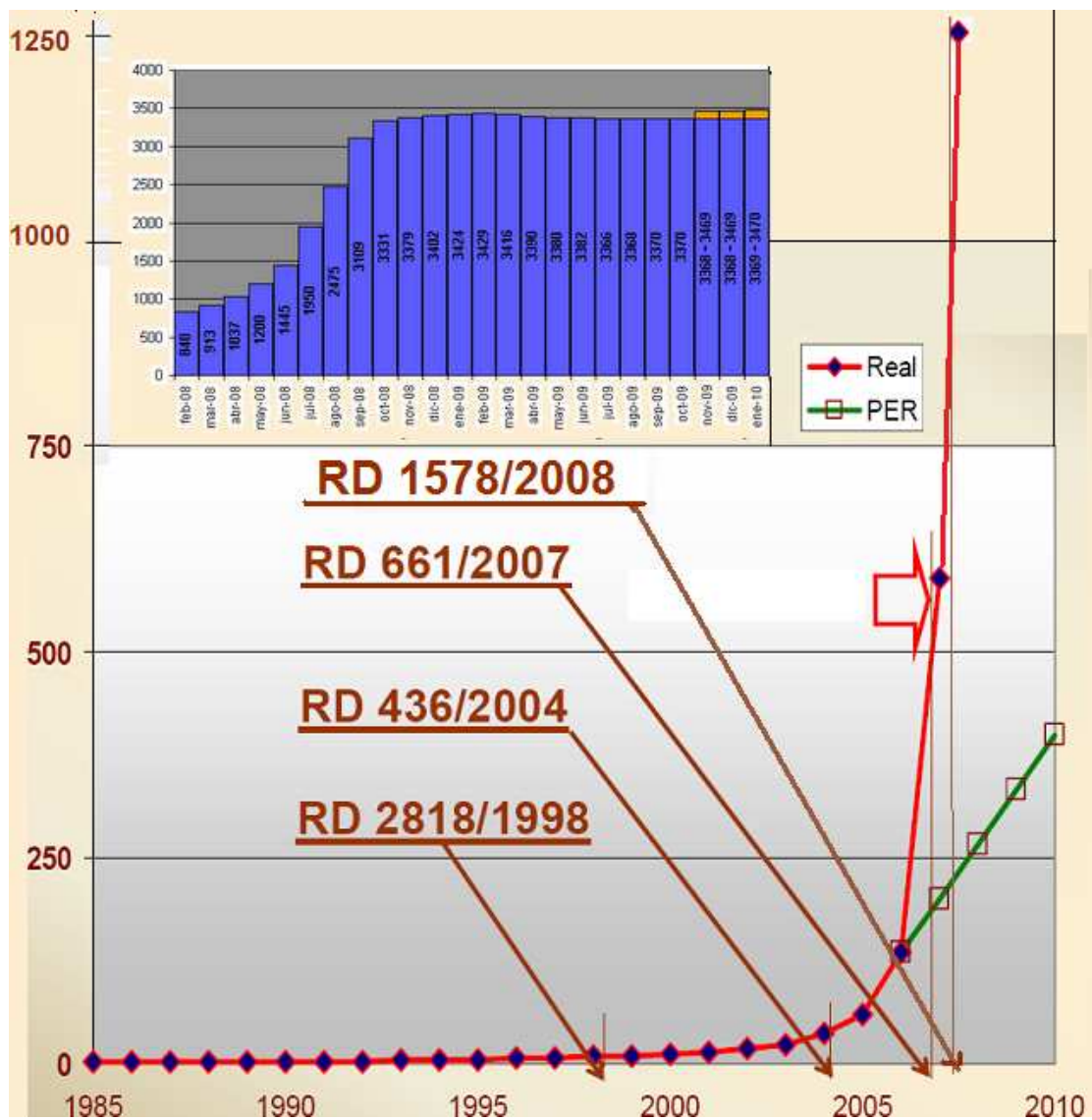
- Segons la Secció HE5 del C els hotels amb 100 places o més tenen l'obligació de tindre una contribució fotovoltaica mínima d'energia elèctrica, i deuran per a això incorporar sistemes de captació i transformació d'energia solar per procediments fotovoltaics.
- La potència mínima exigida dependrà de:
 - Zona climàtica on s'ubiqui.
 - Tipus d'ús de l'edifici.
 - Superfície construïda.
- El límit de potència mínima serà de 6,25 kWp.
- La potència elèctrica mínima es pot disminuir o suprimir justificadament, en els casos especificats en l'apartat 1.1. (subapartat 2), de l'esmenada secció (HE5), si es fa un estalvi equivalent amb emissions de CO₂.

Places	Superfície (m ²)	Potència (kWp)	Superfície panells (m ²)	Costos instal·lació Mín.	Costos instal·lació Màx.	Estalvi emissions CO ₂ (Ton/any)
100	2000	6.25	50	19.500 €	45 000	8.3
200	4000	8.13	65	25.366 €	58 537.44	10.7
300	6000	17.27	138	53.882 €	120 902.6	22.8
400	8000	26.41	211	82.399 €	184 893.8	34.9
500	10000	35.56	284	110.947 €	248 885	47.1
250.000	5 000 000	22 843.85	284	71.272.812 €	141 631 851	30 221

Taula 4.3.11 Potència de panells solar en Wp segons el CTE en funció de la superfície.

Font; Elaboració pròpia.

Si tota la planta hotelera li fos d'aplicació el CTE, hi hauria una potència instal·lada igual al 50% de la potència total que hi ha a finals del 2009 a les Illes Balears (54 MW), el que suposaria un estalvi de més de 30.000 Tones de CO₂ a l'any. Tot i el que establia la normativa fins al 29 de setembre de 2008 era molt rentable fer aquests tipus d'instal·lacions en sòl rústic, degut a que s'amortitzava amb menys de 10 anys i tenia una rendibilitat superior al 10% anual, la qual cosa ha fet que com s'ha dit abans la instal·lació de sistemes fotovoltaics ha sofert un creixement exponencial els darrers anys, que amb l'aprovació de les noves tarifes i un sistema de quotes han frenat bastant aquest tipus d'instal·lacions, sobretot en sòl rústic. No obstant el nou decret afavoreix les instal·lacions en coberta d'edificis, la qual cosa fan interessant a tot tipus d'edificis que tinguin un mínim de superfície solar lliure sense ombres. Tot i que el creixement s'ha reduït a dia d'avui s'està proper als 3.370 MW.



Actualment el preu de generació de l'energia fotovoltaica lleugerament superior al de la xarxa elèctrica, en funció del tipus de tarifa que es tinguin. La inversió inicial per aquest tipus d'instal·lacions s'ha reduït quasi un 50% els darrers tres anys, es troba actualment en uns

3000 € per kW pic (kWp), per la qual cosa son sistemes que s'amortitzen sense primes en uns 15 anys. Tot i que degut a l'expansió dels darrers anys hi ha moltes línies de recerca que estan treballant en millorar les plaques. Entre elles les que més destaquem son la que vol aconseguir la màxima eficiència (gairebé el 41%) i l'altra en abaratir el màxim els panells fotovoltaics, amb el mínim material i baix cost, encara que es tenguí una baixa eficiència (5%).

La major part dels fabricants de panells donen garanties de producció elèctrica mínima durant els 10 primers anys d'una potència del 90% sobre el valor nominal, i amplien fins arribar als 25 anys la potència del mòdul fotovoltaic de com a mínim el 80% respecte la potència nominal. En base a aquestes garanties es poden considerar amortitzacions a 25 anys, tal com estableix de RD 1578/2008, en que garanteixen les primes durant 25 anys.

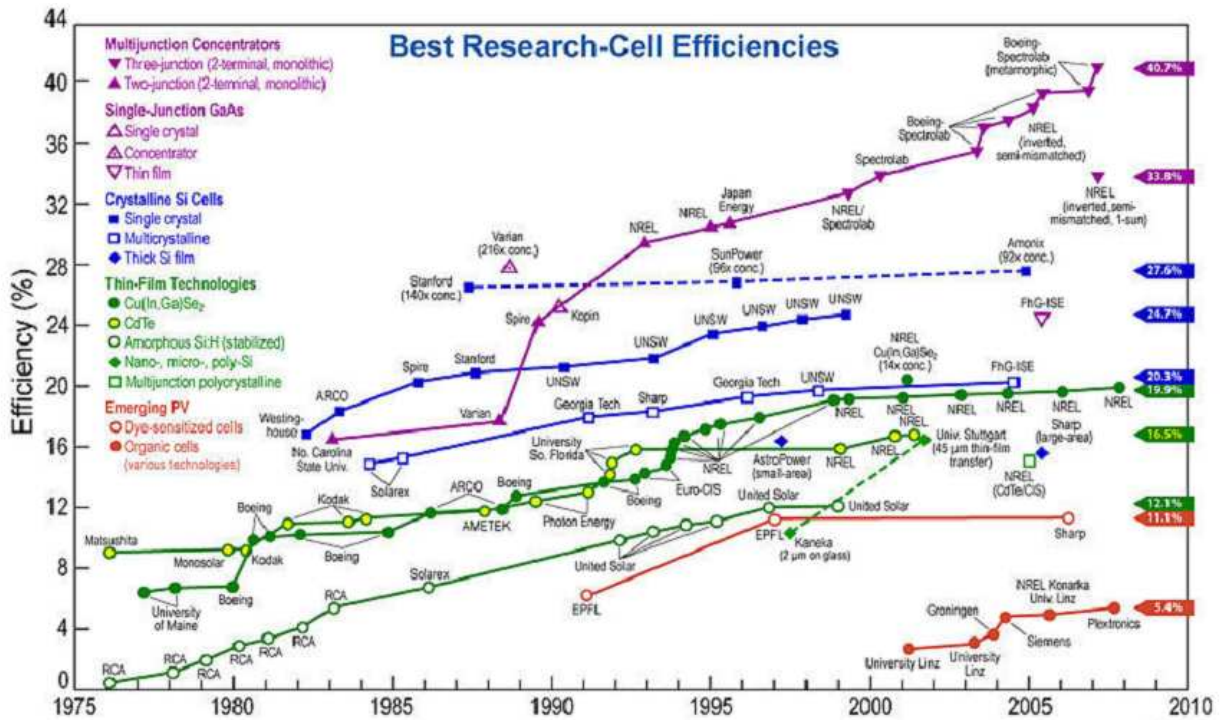


Figura 4.3.25. Escenaris de Tecnologies fotovoltaiques. Font; ISES

Si fructifiquen al mercat aquestes tecnologies, és possible que pugui competir en varis camps, tant en la generació elèctrica com en l'aplicació en sistemes fins ara reservats a l'energia solar tèrmica, com és la refrigeració solar o l'escalfament d'aigua. Si es fa el balanç energètic, tenint en compte les eficiències en Fotovoltaica combinant amb equips frigorífics eficients es pot comparar amb altres sistemes, amb el valor afegit que l'energia fotovoltaica no te problemes de sobrecalfaments, ni teòricament d'excedents, ja pot aprofitar-se durant tot les hores de generació per a altres usos elèctrics, a diferència de la tèrmica que només es pot aprofitar quant hi ha demanda tèrmica, amb una acumulació a curt plaç. En el cas de sistemes d'acumulació durant llargs períodes també és millor l'energia solar fotovoltaica, ja que tot i que es perd bastant eficiència però és millor que l'energia solar tèrmica.

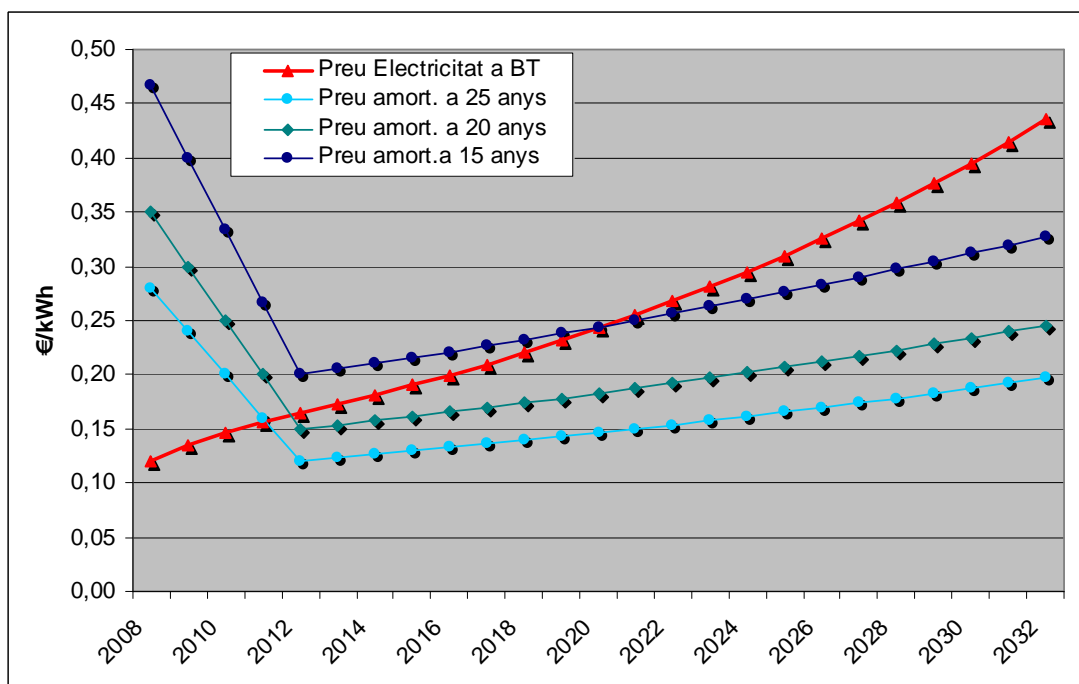


Figura 4.3.26. Estimació dels preus d'electricitat i de generació amb fotovoltaica. Font; Elaboració pròpia.

En els preus d'instal·lació de sistemes de generació d'energia fotovoltaica han anat disminuint els darrers anys degut al increment de la demanda i l'abaratiment dels costos de producció i ja s'ha arribat al que s'anomena la "Grid Parity". A diferència del que passa actualment amb les tarifes elèctriques que estan augmentant per damunt l'IPC, amb la qual cosa es possible que d'aquí a 2 o 3 anys, amb el ritme actual d'increment de preus sigui més barat autogenerar-se l'electricitat durant els dies de sol que comprar-la a les companyies elèctriques, sobretot a les tarifes que més paguen el factor d'energia, com són les empreses que tenen contractes amb Baixa Tensió, ja que molts d'hotels són grans consumidors i tenen un preus inferiors als 0,11 €/kWh. També s'ha de dir que per les grans tarifes que paguen un recàrrec del 100% a les hores punta.

Any	Preu inst. Fotovoltaica €/kWp	Hores pic any a les Illes Balears		preu €/kWh a 20 anys	
2007	7000	1200	1400	0,29	0,25
2008	6000	1200	1400	0,25	0,21
2009	5000	1200	1400	0,21	0,18
2010	4000	1200	1400	0,17	0,14
2011*	3000	1200	1400	0,13	0,11

Taula 4.3.12 Costos d'instal·lació i de Generació Fotovoltaica . Font; Elaboració pròpia

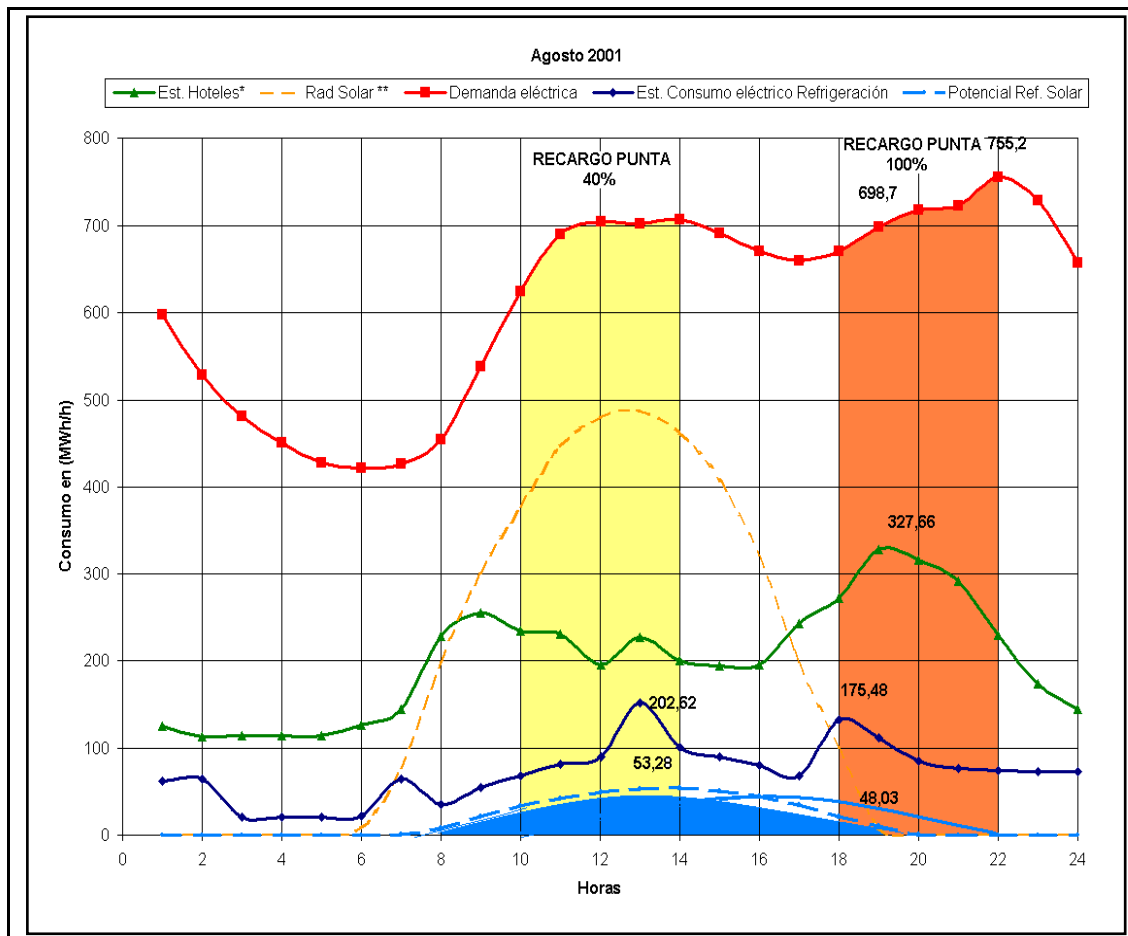


Figura 4.3.27. Simulació del consum elèctric de les Illes Balears- Elaboració pròpia i GESA-ENDESA. Any 2001.

En funció de la zona i la franja horària que l'electricitat està més penalitzada, com és la franja de 9h a 13 h a molts llocs de la Península hi ha un sobrecàrrec del 100% degut a que els mesos d'estiu es considera punta. En el cas de les Illes Balears, fins que no arribi el cable, el màxim recàrrec es troba a l'estiu entre les 18-22h, la qual cosa fa que hi hagi una fracció horària que pot ser interessant fer una part de la refrigeració amb energia solar.

4.3.2.1.3 La refrigeració Solar fotovoltaica vs Tèrmica

S'ha vist en l'apartat d'energia solar tèrmica, és un mercat molt estudiat els darrers anys a nivell científic però no acaba d'imposar-se en el mercat la refrigeració solar amb energia solar tèrmica. Són sistemes interessants com hem comentat a l'apartat anterior, ja que són els que aprofiten més l'energia Solar i tenen més eficiència instantània, a més permeten aprofitar els panells els mesos on es tenen majors eficiències i més excedents de calor. Tot i que hem de tenir en compte també factors econòmics i els anàlisis anuals, els sistemes d'expansió directe i les plaques solars fotovoltaïques es fabriquen en grans quantitats i els darrers anys els preus de fabricació i distribució s'han abaratit molt respecte als sistemes tradicionals tèrmics, a més les eficiències són elevades.

En aquest cas l'economia d'escala juga un paper molt important i fa, que va en contra de la termodinàmica i dels principis físics, els quals ens diuen sempre que és més eficient produir calor directament en calor. Tot i això en aquest apartat hem volgut fer una reflexió sobre la perspectiva de sistemes de refrigeració solar mitjançant plaques fotovoltaïques i sistemes d'expansió directe. Si tenim en compte els preus de mercat actuals, i fent una combinació de

diferents tecnologies eficients comentades en aquesta tesis poden extreure una sèrie de conclusions i gràfiques molt interessants per als dissenyadors de les instal·lacions.

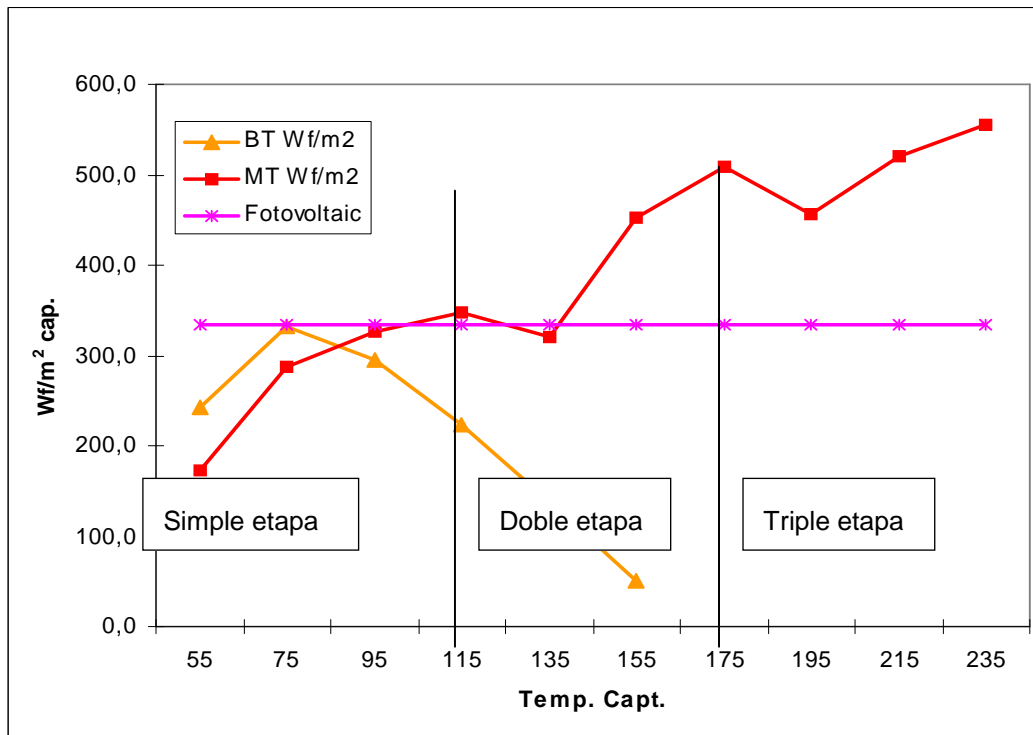


Figura 4.3.28. Comparativa de superfície de captació en refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica per superfície amb COP constant. Font; Elaboració pròpia.

Si no es tenen en compte altres usos energètics dels sistemes solars tèrmics i fotovoltaics, podem fer una aproximació d'avantatges i inconvenients dels diferents sistemes. Partint de la base que les dues tecnologies són molt difícils de comparar, ja que l'expansió directa utilitzen electricitat per fer el cicle frigorífic, que és una energia d'alta qualitat i en canvi els sistemes d'absorció utilitzen pràcticament només energia tèrmica per fer el cicle frigorífic, de menor qualitat i de menor cost energètic.

Es poden analitzar diferents escenaris de captació solar, anant des del que es consideren baixes temperatures fins a temperatures mitges. D'entrada els rendiments d'aprofitament solar de les plaques fotovoltaïques comercials és com a màxim del 20%, menor que les plaques solars tèrmiques poden tenir rendiments del 20% en mitja temperatura amb concentració fins al 90% als sistemes de baixa temperatura en temperatures exteriors elevades. Per temperatures baixes de captació els sistemes tant de Baixa Temperatura (BT) com els de Mitja Temperatura (MT), el múltiple del rendiment dels panells solars i de la màquina tèrmica són més eficients que els fotovoltaïcs amb màquines convencionals. Per a menys de 75°C es requereixen màquines d'adsorció discontinües i més cares que les d'absorció. A partir dels 75°C podem utilitzar màquines d'absorció de simple etapa, tot i que els panells convencionals tenen un menor rendiment. A partir de 100°C, ja és necessari anar a panells d'alta eficiència o amb tubs de buit o sistemes de concentració. L'eficiència de les màquines de simple etapa va augmentant a mesura que augmentam la temperatura, aquestes màquines poden arribar a funcionar fins als 120°C, en cap cas aquests sistemes arriben a superar un COP superior a 1.

A partir d'aquesta temperatura ja es necessiten màquines d'absorció de doble etapa, amb uns rendiments frigorífic respecte el tèrmic superiors a 1.

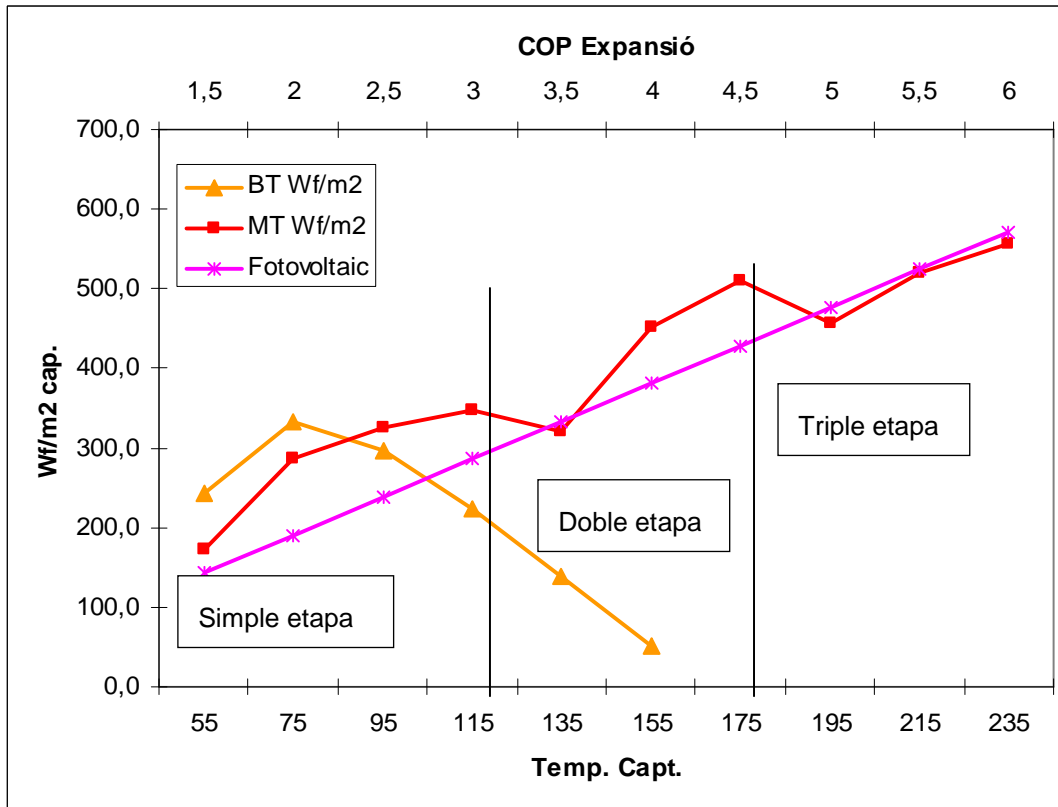


Figura 4.3.29. Comparativa de superfície de captació en refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica amb COP millorat. Font; Elaboració pròpia.

Si es combina la refrigeració solar fotovoltaica amb màquines de compressió eficients, amb COP superiors a 3, per la qual cosa es necessiten sistemes de condensació especials, combinats amb torres de refrigeració o sistemes geotèrmics, els quals són indispensables en les màquines d'absorció, per la qual cosa ens permet comparar els mateixos sistemes condensació.

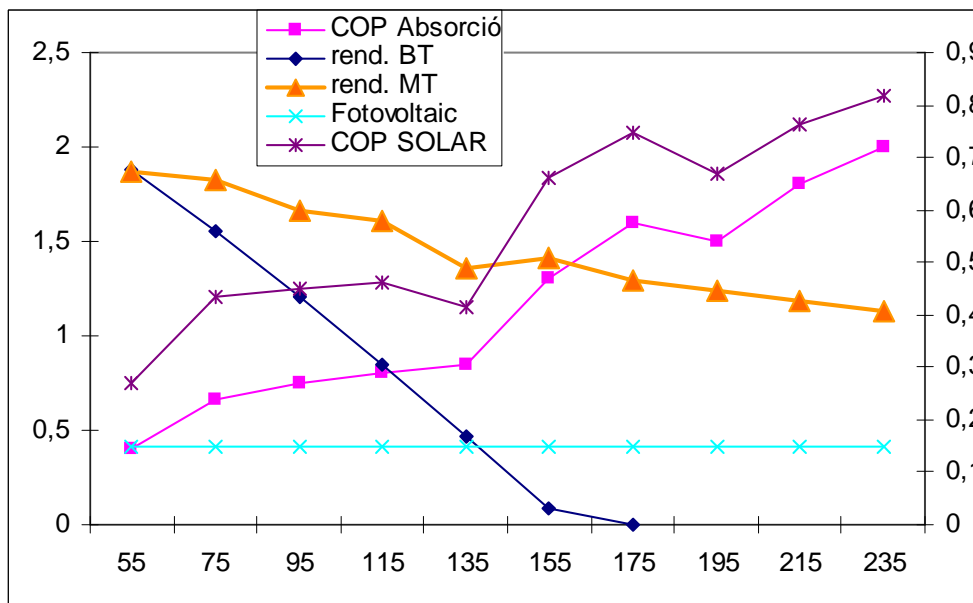


Figura 4.3.30. Comparativa d'eficiència global refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica amb COP constant. Font; Elaboració pròpia.

Si es te en compte els cost de les màquines de compressió enfront als costos de les màquines d'absorció, els preus del panells i inversos, podem comparar els preus d'instal·lació que pràcticament són semblants. Els preus són orientatius, faltaria incloure a més altres dispositius, com bombes, bateries,...

Els sistemes fotovoltaics, teòricament no tenim excedent, ja que l'energia elèctrica la podem utilitzar per altres usos no tèrmics, els quals són força constant durant totes les hores i dies de l'any en la majoria d'edificis (il·luminació, motors, ..). Aquest és un factor que pot fer que l'energia fotovoltaica sigui més interessant que la tèrmica és que aquesta primera es pot aprofitar teòricament tot l'any, fins i tot quan es troben tancats, abocant a la xarxa elèctrica l'excedent elèctric. Els edificis que tenen èpoques amb poc consum tèrmic o no aprofiten el calor per altres usos (Aigua Calenta Sanitària, Calefacció, piscines,..), pot ser que sigui més viable l'energia fotovoltaica. Si es disposa de xarxes tèrmiques on abocar l'excedent podríem comparar els dos sistemes amb igualtat d'aprofitament anual.

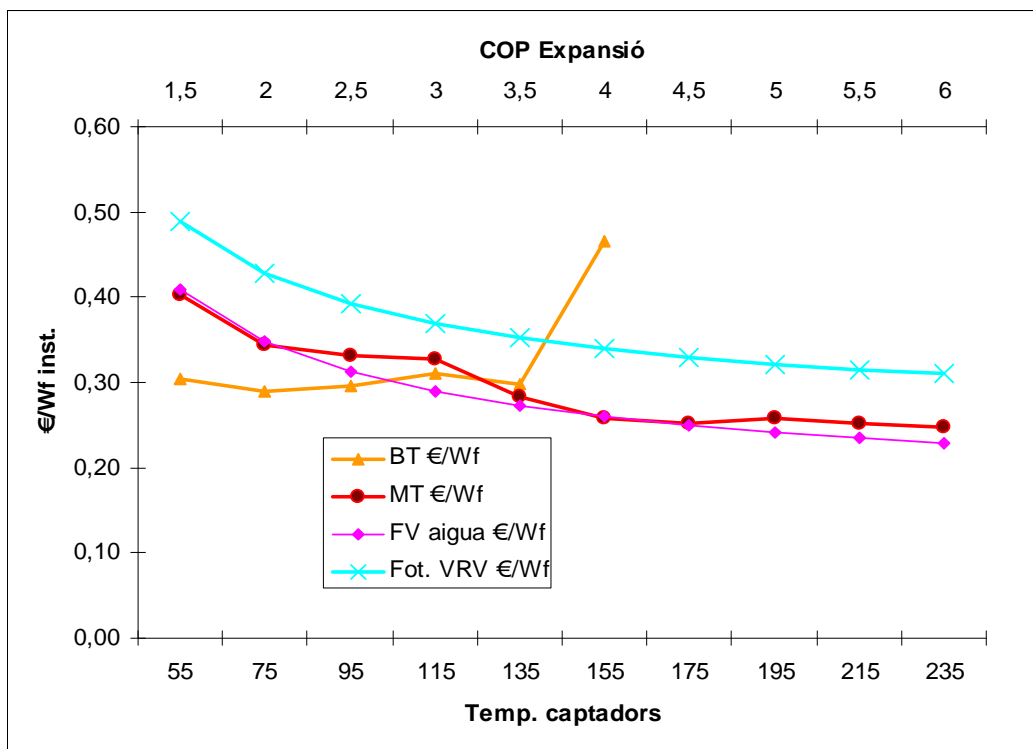


Figura 4.3.31. Comparativa de costos d'instal·lació de refrigeració solar tèrmica i fotovoltaica amb COP millorat.
Font; Elaboració pròpia

Si es combina el COP de les màquines d'absorció (eix ordenades esquerra) amb el rendiments de les plaques solars (eix ordenades de la dreta), podem obtenir el que s'anomena COP solar. Es pot veure a l'eix de les abscisses on tenim la temperatura mitjana de funcionament, que a partir d'una certa temperatura les plaques de baixa temperatura no tenen cap aplicació. El COP solar pot arribar com a màxim a 0,8, la qual cosa fa que a més temperatura sigui més competitiu enfront a altres sistemes.

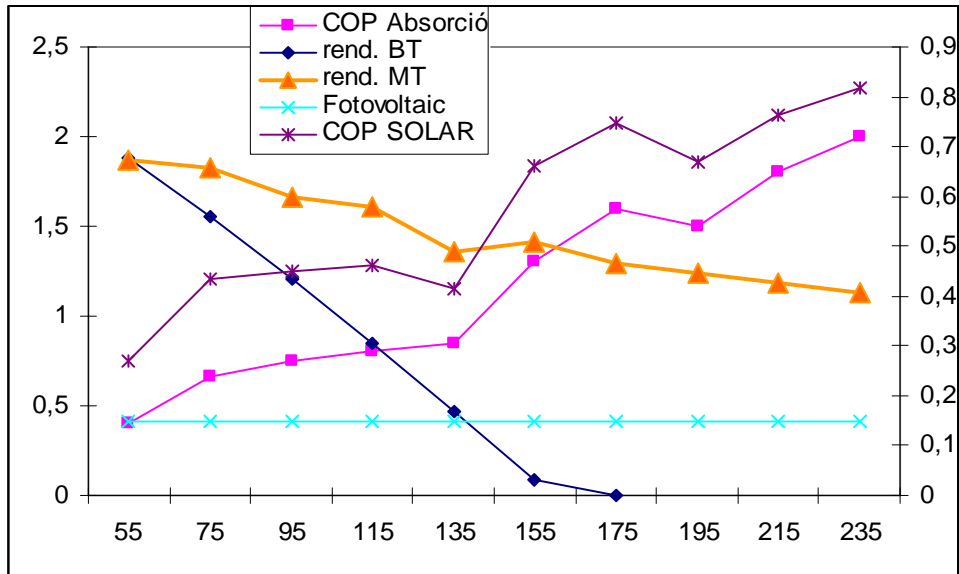


Figura 4.3.32. Comparativa de COP solar tèrmic i fotovoltaic. Font; Elaboració pròpia



Figura 4.3.33. Panell CCSTAR de concentració de temperatures de funcionament 100-200 °C. Font;Tecnologia Solar Concentradora

Per a sistemes de Mitja Temperatura (MT), podem trobar al mercat diferents tecnologies amb concentració, on es poden assolir els 200°C fàcilment. Hi ha sistemes cilindre parabòlics, sistemes amb miralls tipus fresnel o sistemes amb concentració de focus mòbil (CCSTAR), com el que es veu a la figura superior.

4.3.2.2 Biomassa

La biomassa es podria definir com l'energia solar convertida per la vegetació en matèria orgànica; aquesta energia se pot recuperar parcialment per combustió directa o transformant la matèria orgànica en altres combustibles. Comparat amb altres fonts d'energia és una de les que te menys impacte per a la producció elèctrica i que per més se pareix als combustibles fòssils en quant a l'emmagatzemament i transformació. Hi ha molts tipus de biomassa i moltes maneres de classificar-la en funció de l'origen, la composició, ..

Podem fer una primera classificació en funció de l'origen de la Biomassa vegetal;

- **Bosc i Forestal.** És l'única biomassa que realment s'explota en l'actualitat a tot el món. Si s'utilitza per a cobrir una part de la demanda energètica només pot constituir una opció raonable en països on la densitat territorial de la demanda es molt baixa, així com també la densitat de la població baixa (Tercer món). A Espanya al igual que Balears és deficitari en fusta, només es raonable contemplar l'aprofitament energètic de les restes de poda i neteja d'explotacions forestals (fusta, brancatge, fullatge, etc.), així com dels residus de la fusta (escorça, retalls,..). En aquest sentit, l'oferta energètica subjacent a les fustes ha estat avaluada en 3.678.180 Tep, dels quals a les Illes Balears se n'aprofiten uns 48.810 partint de la base de que la producció de fusta (a Espanya) en t/ha es aproximadament igual a la quarta part de la xifra al creixement anual de fusta, en m³/ha.
- **Residus agrícoles i ramaders i jaços d'animals.** Aquests constitueixen un altra font important de bioenergia, encara que no sempre sigui raonable donar-los aquest tipus d'utilitat. A Espanya només pareix recomanable l'ús per a la palla dels cereals en els casos en que el retirar-la del camp no afecti apreciablement a la fertilitat del terra, i dels residus ramaders i jaços dels animals, quan el no utilitzar-les sistemàticament com fems no perjudiqui les productivitats agrícoles. Seguint aquest criteri, a Espanya s'ha avaluat una hipotètica oferta energètica de 3.700.000 tep procedents de palla de cereals.
- **Cultius energètics.** Consisteix en cultivar vegetals per a la possibilitat de l'aprofitament de cultius energètics. Aquesta opció no es molt rentable. Es molt discutida la conveniència dels cultius o plantacions amb fins energètics, no només per la seva rendibilitat en si mateixos, si no també per la competència que exercirien amb la producció d'aliments i altres productes necessaris (fusta, etc.) Els dubtes augmenten en el cas de les regions amb clima temperat, on l'assimilació fotosintètica es inferior a la que se produeix en zones tropicals. Tot i així, a la resta d'Espanya s'ha estudiat en especial la possibilitat de certs cultius energètics, especialment sègol dolç i canya de sucre, en certes regions d'Andalusia on ja hi ha una tradició en el cultiu d'aquestes plantes d'elevada assimilació fotosintètica. Tot i que són una opció viable en la reactivació del sector agrari, ja que es calcula que anualment a l'Estat Espanyol s'abandonen més d'un milió d'hectàrees, s'estima que només a Balears hi ha de l'ordre de 100.000 Ha improductives, ermes o sense cultivar, per la qual cosa existeix un potencial d'aprofitar aquestes terres per a cultius energètics. No obstant, el problema de la competència

entre els cultius clàssics i els cultius energètics no se plantejaria en el cas d'altre tipus de cultiu energètic: els cultius aquàtics. Una planta aquàtica particularment interessant des del punt de vista energètic seria el jacint d'aigua, que posseeix una de les productivitats de biomassa més elevades del regne vegetal (un centenar de tones de matèria seca per hectàrea i per any) se podria recórrer també a certes algues microscòpiques (micròfits), que tendrien l'avantatge de permetre un cultiu continu. Així, l'alga unicel·lular *Botryococcus braunii*, en relació al seu pes produeix directament importants quantitats de hidrocarburs. En el cas del present estudi se farà un estudi de cultius energètics per explotacions agrícoles abandonades o en camps de guaret.

Tots són combustibles excel·lents i a més:

- Són renovables, se regeneren constantment amb l'ajut del sol.
- El seu us afavoreix el desenvolupament sostenible i l'economia del Medi rural i forestal.
- Estan disponibles als voltants del lloc d'aplicació i la seva utilització consolida l'economia i la creació de llocs de feina locals.

És important no oblidar aquesta tercera premissa, ja que la Biomassa si s'ha de transportar a llargues distàncies, sense compactar o assecar és inviable, ja que es consumeix més energia en el transport que en el consum. S'ha de tenir en compte que el P.E.R. es calcula que les energies renovables crearan més de 90.000 llocs de feina en els pròxims 4 anys i de les quals se calcula que la Biomassa suposarà uns 15.000 llocs de feina entre fabricació, producció i manteniment. Per la qual cosa a nivell de les Illes Balears pot tenir aplicacions en la generació de llocs de feina i l'activació de cultius abandonats, a part dels beneficis ambientals indirectes que suposa en l'emissió de contaminants per les cremes incontrolades i els riscos d'incendi que suposa l'acumulació en els boscos.

Cada any, una hectàrea de bosc o de cultiu té un potencial de produir entre 8.000 i 40.000 kWh d'energia tèrmica útil, suficient per a habitatge unifamiliar. En el cas d'un hotel de 200 places amb una parcel·la d'unes 18 Hectàrees es tendria un potencial a priori entre 144.000 kWh i 720.000 kWh, en funció del cultiu. Hem d'intentar analitzar el potencial energètic, no només dels cultius sinó també residus de cultius agrícoles o de producció d'oli com són els pinyols d'oliva o "orujillos", de vi o d'ametlla, que són els residus més predominants a les Illes Balears.

4.3.2.2.1 Sistemes de transformació energètica de la biomassa

La Biomassa dins les fonts de combustible actuals és la que té un potencial de cost i ambiental millor. Tot i que si ho comparem amb altres fonts d'energia renovable té major impacte, sobretot en l'emissió de partícules i contaminants. La biomassa pot ser aprofitada de moltes maneres, des de les més clàssiques de combustió fins a les més avançades com són la piròlisi. Hi ha hagut molt de canvis tecnològics en cadascuna d'elles. En aquest apartat s'analitzarà cada una de les tecnologies i la seva maduresa, exposant diferents exemples.

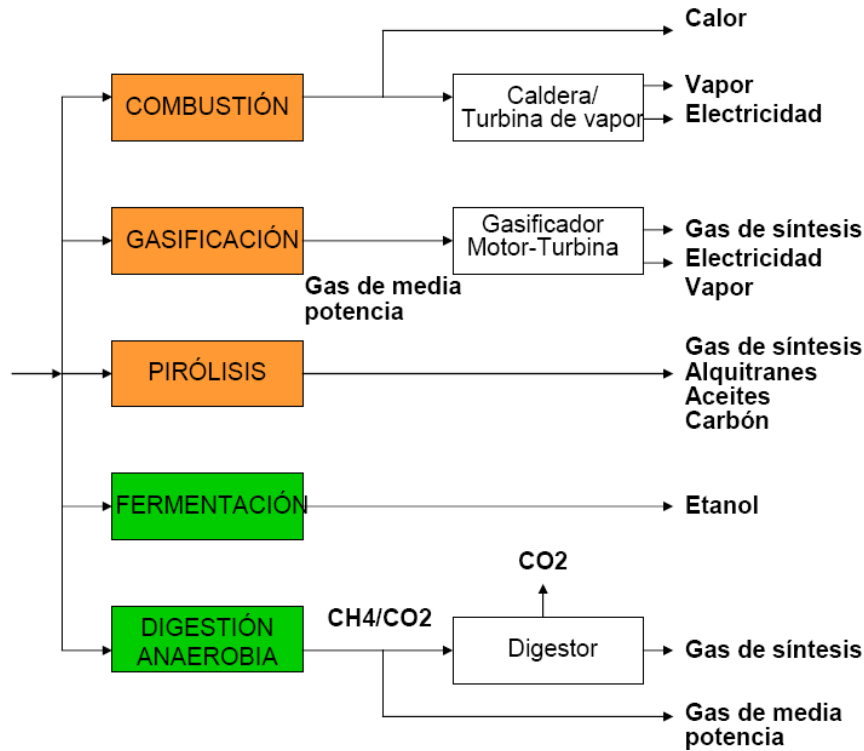


Figura 4.3.34 Tipus d'aprofitament energètic de la Biomassa. Font; Estudi Xavier Elías. Any 2005

Combustió Directa.

La combustió, és l'oxidació de la biomassa per l'oxigen de l'aire, allibera bàsicament; aigua i CO_2 , i pot servir per a la calefacció domèstica i per a la producció de calor industrial. La fusta que podem obtenir de les explotacions forestals o d'empreses de transformació té un poder calorífic diferent en funció de l'espècie i la humitat relativa, per tant si el comparem amb el diesel que és el combustible consumit per a la majoria d'empreses i llars seria entre un 50% i un 35% menys eficient. El dos desavantatges més grans se tenien fins ara en els sistemes convencionals (xemeneies, calderes,...) combustió és que la seva alimentació ha de ser manual i que la combustió directa emet moltes partícules i deixant restes després de la seva combustió, que s'havien d'extreure manualment, d'aquí que històricament s'haguessin anat abandonant progressivament en contra dels combustibles fòssils, que tenen una combustió més neta (gas, gasoil,...) i no necessiten alimentació ni neteja manual.

Compost químic	H.R. %		
	0 %	20 %	40%
Carboni	50,30	40,24	30,18
Hidrogen	6,20	4,96	3,72
Oxigen	43,08	34,46	25,85
Nitrogen	0,04	0,03	0,02
Sofre	0,00	0,00	0,00
Cendres	0,37	0,31	0,23
Total	100,00	100,00	100,00

Taula 4.3.13 Composició química % de la fusta en funció del contingut d'humitat relativa, en pes Font: DINIZ (1981)

Materials volàtils	80,0
Carboni fi	19,5
Cendres	0,5

Taula 4.3.14. Anàlisi aproximat en % de la fusta en base seca Font: MITRE (1982)

La tendència actual a fi d'eliminar les molèsties d'alimentació i neteja manual i donar compliment a l'emissió de contaminants és fer instal·lacions centralitzades amb depuració de gasos i totalment automatitzades amb transportador mòbil de cargol sense fi o toves d'alimentació. En el darrers 20 anys, les calderes de biomassa han experimentat un avanç considerable des dels caducs sistemes manuals, fumejants, fins als dispositius automàtics d'alta tecnologia. Les calderes modernes cremen biomassa d'alta qualitat com estelles de fusta, pèl·lets o residus agrícoles i agroalimentàries homogenis, sense fums i amb emissions comparables als sistemes moderns de gasoil i gas. La major avantatja dels sistemes de biomassa se troba en el balanç neutre d'emissions de CO₂.

Exemples d'algunes instal·lacions singulars de combustió.

Suècia, Dinamarca, Alemanya i Àustria hi ha infinitats de calderes domèstiques amb biomassa i instal·lacions centralitzades amb xarxes de districte, al nostre País comença a ser una realitat, gràcies a programes de suport, l'encariment dels combustibles fòssils i la difusió que s'ha donat. Algunes instal·lacions pioneres a la Península foren;

- A Jaén, es varen fer a través de les subvencions de l'IDAE dos col·legis públics amb calefacció alimentada per biomassa a Quesada, la instal·lació estava composta per tres calderes (una de 296 kW de potencia i dues de 174 kW) disposen d'una tremuja subterrània amb una capacitat per a 5.000 kg de matèria primera, un tremuja d'alimentació, una cremador de biomassa i la caldera. L'alimentació se realitza mitjançant uns remuntadors mòbils de cargol sense fi que connecten la tremuja amb la tremuja d'alimentació, la font de combustible és les restes de tafones d'oli "orujillo".
- A Lleida a través de les subvencions de l'IDAE se va fer una instal·lació de Calefacció amb residus d'indústries forestals en un centre de naturalesa i desenvolupament sostenible a Son. La caldera de biomassa, és de 175 kW de potència, subministra calefacció a través de sòl radiant i aigua calenta a l'edifici, mitjançant la combustió de triturats de fusta (serradís i borra de dos serraries locals).
- A Tarragona a través dels ajuts de l'IDAE i l'ICAEN se va fer una instal·lació a l'Hotel Flamingo, amb 76,2 m² de panells d'Energia Solar Tèrmica i dues caldera de Biomassa de 100 kW, amb closca d'ametlla, funciona des de l'abril del 2005.



Figura 4.3.35 .Caldera de biomassa i tremuja d'alimentació- Font. IDAE

Segons altres estudis de biomassa, analitzant tots els costos, instal·lació, funcionament i manteniment, el preu més barat és de les estelles de fusta, seguit dels pèl·lets, molt utilitzats al Nord i Est d'Europa, tot i que a Espanya només hi ha 4 plantes de producció (Una a Galícia, una a Navarra i les altres dues a Toledo). A Balears hi ha algunes explotacions que disposen d'aprofitament de la Biomassa per combustió directa, tant en diferents sectors, des del terciari, nivell d'Hotels (Bonsol, Brasilia,..) com en el secundari, nivell de teuleres (Vilafranca, Pòrtol,...), i a nivell del sector primari (Sa Canova, Son Catiu,..). Actualment hi ha diverses empreses que comercialitzen calderes de biomassa i pelets, algunes d'elles també participen en el programa Biomcasa de l'IDAE, una iniciativa que vol potenciar les empreses de Serveis Energètics en el camp de la Biomassa a través de crèdits tous a 10 anys.

Gasificació i Piròlisis

- **Piròlisis** , és la combustió incompleta de la biomassa en absència d'oxigen, la temperatura mitja és d'uns 500 °C, s'utilitza des de fa molt de temps per a produir carbó vegetal, històricament el carboner era un ofici bastant estès a la nostra comunitat i que tenia una doble funció, per una part netejava els boscos i per l'altra proporcionava un font de combustible per a les llars i empreses de les nostres Illes. A més del carbó la piròlisis dur l'alliberació del que s'anomena gas pobre, que és una mescla de monòxid (CO) i diòxid de carboni (CO₂), d'hidrogen i d'hidrocarburs lleugers. Aquest gas, de dèbil poder calòric, pot servir para accionar motors diesel, o per a produir electricitat, o també per a moure vehicles. A les illes Balears va ser molt utilitzat fins a mitjans del segle passat, i la font de combustible principal eren les clovelles d'ametlla. Les instal·lacions en la que se realitza la piròlisis i la gasificació de la biomassa reben el nom de gasògens. El gas pobre produït se pot utilitzar directament com s'ha indicat abans, o bé servir de base per a la síntesis d'un l'alcohol, el metanol, molt utilitzat en la producció del biodiesel. Aquest alcohol podria substituir les benzines per a l'alimentació de los motors d'explosió (carburol). La gasificació te com resultat una elevada quantitat de matèria gasosa i una petita quantitat de carbó i cendres. A dia d'avui és una de les tecnologies amb un potencial tecnico-econòmic més interessant, ja que s'ha millorat molt els reactors on es fa la combustió i permet aprofitar una de les tecnologies més predominats de transformació de l'energia com són els Grups electrògens i els motors Diesel. Hi ha diferents empreses a l'estat espanyol que estan fent recerca en aquest camp i disposen de vàries plantes pilot (GUASCOR, CIEMAT,..).

DIAGRAMA DE BLOQUES

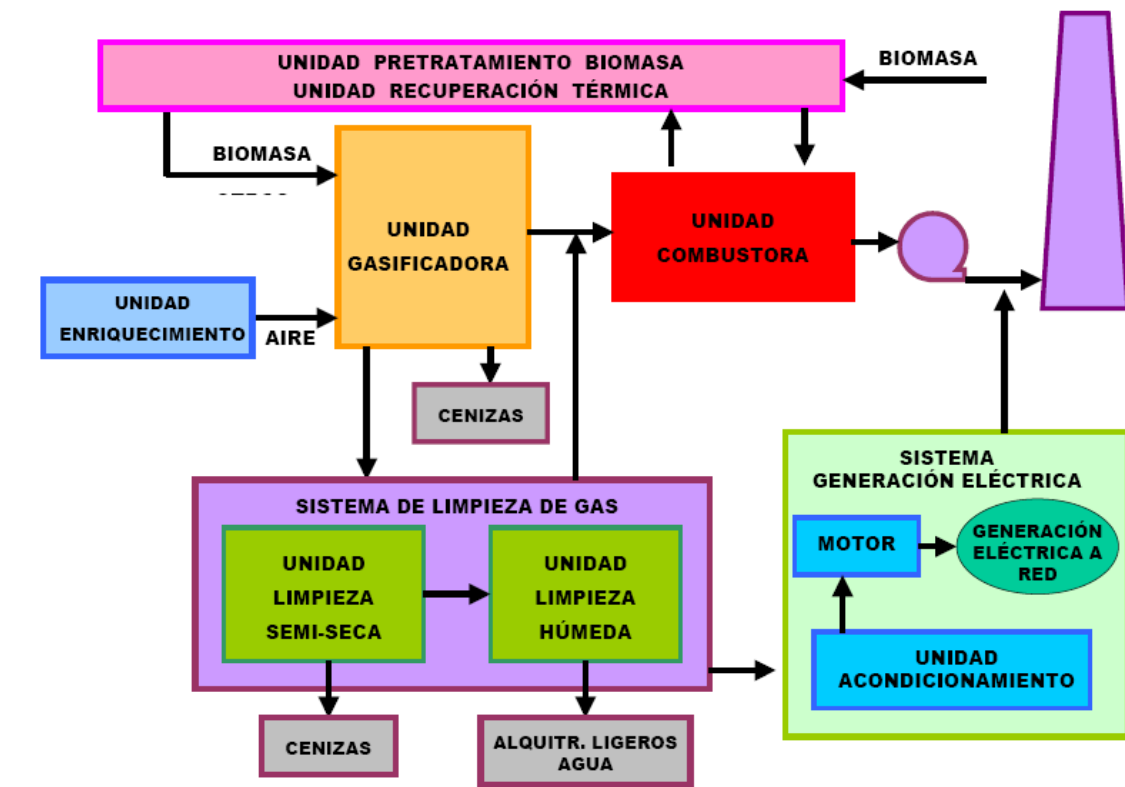


Figura 4.3.36 .Diagrama de blocs d'una instal·lació de gasificació. Font Catàleg Guascor.

Mètodes Biològics. Fermentació anaeròbia o Digestió metànica és la digestió anaeròbia de la biomassa per bacteries. És ideal per a la transformació de la biomassa humida (més del 75% d'humitat relativa). En els fermentadors, o digestions, la cel·lulosa és en essència la substància que se degrada en un gas, que conté al voltant de 60% de metà i 40% de gas carbònic. El problema principal consisteix en la necessitat d'escalfar l'equip, per a mantenir-lo en la temperatura òptima de 30-35°C. No obstant, l'ús de digestors és una tecnologia molt viable per a tenir una certa autonomia energètica de les explotacions agrícoles, per recuperació dels excrements i jaços del bestiar. A més, és una tècnica de gran interès per als països en vies de desenvolupament. A dia d'avui hi ha milions de digestors en explotacions de la Xina i la Índia principalment.

Aquesta tecnologia de conversió biològica, de què està agafant més força avui en dia en el nostre país. Podem dir que també és un procés de fermentació, és la digestió anaeròbia per la producció de metà. Aquesta tecnologia actualment duu uns 65 anys d'aplicació i ha començat a ésser més competitiu amb compostatge en qüestió de costos per el reducció de residus agrícoles i urbanes. Un avantatge addicional de metanització és mentre el producció de compost és un procés que consumeix energia, uns 30-35 kWh per tona de residus, la metanització és un procés que té un producció neta de energia, d'uns 100-150 kWh per tona de residus de entrada. El decisió de quina sistema per triar depèn molt al preu de donada per l'electricitat generada per el biogàs. Si no és favorable, un reducció de costos es pot obtenir amb un combinació de compostatge i metanització, encara que l'energia total produïda es lleugerament més baix, i l'operació combinada surt rentable amb la venda de les dues productes. Els

substrats per el procés de metanització son nombrosos: aigües residuals, fems i orina animal, fangs de depuradora, residus agrícoles, residus orgànics industrials, residus de jardineria i residus sòlids urbans (només el fracció orgànic biodegradable). En principi se descarta l'aplicació d'aquesta tecnologia en les primeres fases, ja que no es preveu tenir un volum suficient perquè sigui viable el manteniment del digestor, tot i que en un futur es considera una tecnologia interessant.

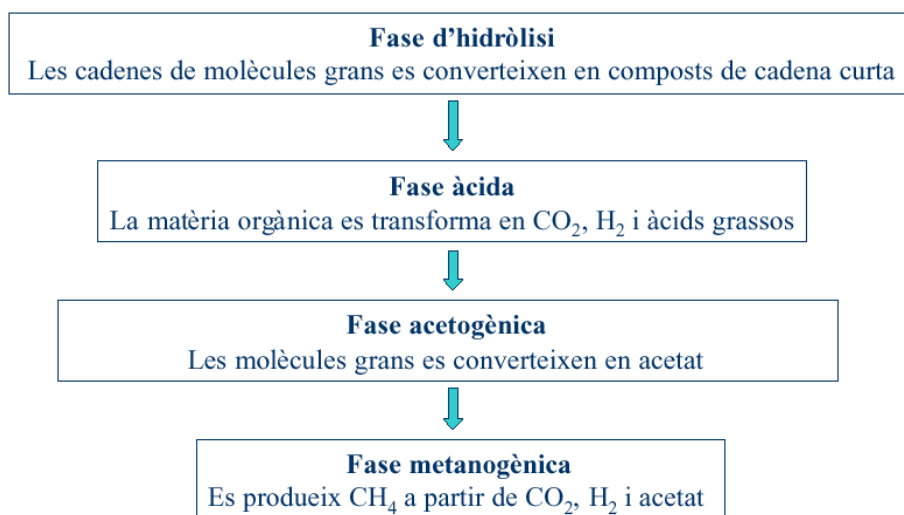


Figura 4.3.37. Esquema de l'obtenció del Biogàs. Font; Dr. JM Barceló -TIRME

Metà per a la producció de hidrogen.

Un altra aplicació pel metà del biogàs és transformar-lo en bio-hidrogen. Aquest bio-hidrogen té l'avantatge sobre altres fonts de hidrogen reformats a partir de combustibles fòssils el ser un combustible net que no contribueix a l'efecte hivernacle, ja que el metà es produït a partir de matèria orgànica renovable.

Hi ha dues maneres més comunes de produir hidrogen a partir de metà, mitjançant la reformació, o per l'ús directe en una cèl·lula de combustió de carbó fos (MCFC) on el metà és reformat dintre. De moment tampoc es considera viable tècnicament la implantació d'aquesta tecnologia, ja que és massa costosa i encara està en fase embrionària.

4.3.2.2 Potencial de Biomassa als establiments turístics de les Illes Balears

Amb la finalitat de tenir una instal·lació més sostenible i incorporant els criteris ambientals en la part energètica, se poden utilitzar energies renovables per a tal de cobrir una part important de la demanda energètica. La biomassa és una de les fonts més interessants d'energies renovables, ja que a diferència de les demés, és més fàcil d'emmagatzemar durant llargs períodes de temps, per tant es pot tenir plena disponibilitat i els sistemes i les temperatures de funcionament són semblants als combustibles fòssils (calderes de combustió).

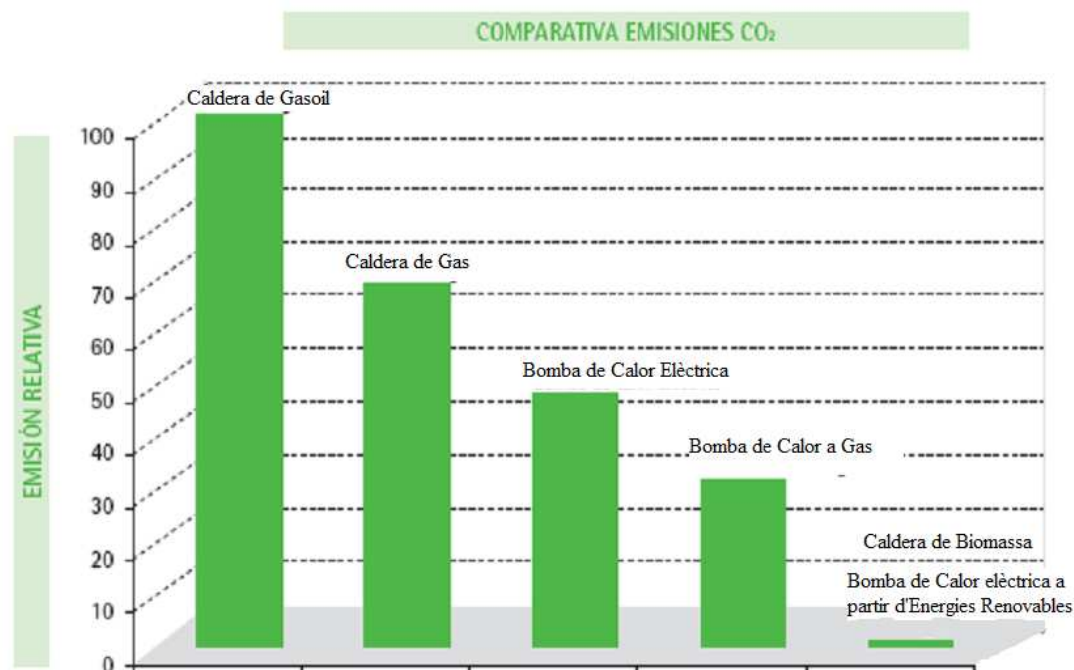


Figura 4.3.38- Comparativa d'emissions de CO₂. Font AVEN. 2003

La major avantatja dels sistemes de biomassa se troba en el balanç neutre d'emissions de CO₂, ja que es consideren nul·les degut a que és un diòxid de Carboni de cicle curt. El debat que hi ha amb la biomassa és l'energia que s'ha gastat per produir-la, transformar-la i transportar-la que si que ha produït emissions de CO₂, ja que s'utilitzen combustibles fòssils durant el seu cicle de vida de producció.

Un altra problema que havien tingut històricament i que va fer que fossin eliminades progressivament eren les molèsties d'alimentació, neteja manual i l'elevada emissió de contaminants. Actualment hi ha una nova generació de calderes que compleixen tots els requisits d'emissions, estan totalment automatitzades amb cargols sense fi o tremuges d'alimentació, i disposen de sistemes d'auto-neteja i eliminació de cendres. En el darrers 20 anys, les calderes de biomassa han experimentat un avanç considerable des dels caducs sistemes manuals, fumejants, fins als dispositius automàtics d'alta tecnologia. Les calderes modernes cremen biomassa d'alta qualitat com estelles de fusta, pèl·lets o residus agrícoles i agroalimentàries homogenis, sense fums i amb emissions comparables als sistemes moderns de gasoil i gas.

4.3.2.2.3 Restes producció vi

La vinya és un cultiu que en la darrera dècada ha tingut un progressiu augment, tot i que la producció de vi s'ha moderat els darrers anys, optant per explotacions de més qualitat, hi ha hagut un creixement del 36% de la superfície cultivada entre el 1996 i el 2002, per la qual cosa pel seu volum i potencial calorífic és una de les fonts energètiques de Biomassa amb un potencial interessant, ja que durant l'elaboració del vi es produeixen dues fraccions, una en el premsatge i l'altra en la vinificació, malgrat tot a dia d'avui és un residu que acaba en fangs de depuradores o com adob per al camp. Un potencial interessant que ja s'està estudiant a la península és la producció d'alcohol com a combustible amb els excedents que s'estan produint,

tot i que com passa a la nostra comunitat la massa crítica segurament no és suficient com per fer una planta rentable.

Brisa "Restes del Raïm"					
PCS. (kJ/kg)		18,84			
P.C.I. (kJ/kg)		17,2			
PCS. (kWh/kg)		5,233			
P.C.I. (kWh/kg)		4,778			
P.C.I. (kcal/kg)		4,52			
	Exp.	Ha.	Fracció	Ton residus	Potencial Energètic (MWh)
Vinya	1.641	1845	Raïm	5879	28081
			Poda	5837	29130

Taula 4.3.15. Poder calorífic de les restes de raïm i el seu potencial. 2008

En aquesta taula només s'ha considerat el residu sòlid, tant del raïm com de la poda, ja que el líquid, precisaria d'un procés de assecatge massa elevat, o bé s'hauria d'aprofitar per a la producció de biogàs. Per aquest apartat a diferència de l'altra biomassa que s'ha fet per illes s'ha classificat per les diferents zones de producció vinícola a les Illes Balears, cada una d'elles diferenciada amb la seva denominació d'origen.

4.3.2.2.4 Restes producció d'oli ("Sansa") oliva

És un cultiu en progressiu augment a les Illes Balears, ha sofert un 42% d'increment de la superfície cultivada entre el 2003 i el 2004, per la qual cosa pel seu volum i potencial calorífic és una de les fonts energètiques de Biomassa amb més potencial. El procés d'extracció de l'oli d'oliva a partir de les olives dona com a resultat una tercera part d'oli d'oliva per cada kilogram d'oliva, essent el residu resultant el que s'anomena "sansa" o "orujillo", format bàsicament pel pinyol de l'oliva i per les pells, d'aquesta part se'n pot extreure oli de segona categoria, a partir de l'escaldament amb aigua calenta i amb unes premses de més potència. Les cooperatives petites i mitjanes no disposen de la maquinària per la qual cosa ho solen donar a les més grans, les quals en fan l'oli de pinyolada ("orujo"). Tot i així queda sempre un residu, el qual és molt contaminant ja que té una alta càrrega de matèria orgànica, amb cadenes d'hidrocarburs difícils d'eliminar pels bacteris, per la qual cosa tarda anys en biodegradar-se, tot i que mesclant-lo amb altres fraccions orgàniques o fent un procés de metanització pot donar lloc a un compost de bona qualitat. L'estimació del potencial energètic de la sansa, pot variar en funció del grau de tecnificació que en el futur disposi aquest hotel, on es vol instal·lar una tafona i fer un oli de qualitat, aprofitant només la primera premsada. Per la qual cosa els valors que se donen són el més favorables, tot i que podria ser major si es produís excedent en la producció d'oli o males collites.

"Orujo"	
PCS. (kJ/kg)	17,27
P.C.I. (kJ/kg)	15,9
PCS. (kWh/kg)	4,797
P.C.I. (kWh/kg)	4,417

P.C.I. (kcal/kg)			4,15		
	Expl.	Ha.		Ton residus any	Potencial Energètic (MWh/any)
Oliveres	2.417	8.101	Sansa	12.541	56.505
		8.371	Poda	12.555	20.886

Taula 4.3.16. Poder calorífic de les restes de la sansa i el seu potencial

El potencial energètic en base a les dades dels cens agrari podria arribar a ser de més de 56.000 MWh en la producció d'oli i de més de 20.000 MWh en les restes de poda de les explotacions. Només amb la sansa es podrien abastir més del 10 % de la planta hotelera de les Illes Balears. La sansa és molt utilitzada en indústries de la Península, i a altres llocs de la Mediterrània. Se vol destacar l'exemple d'un Hotel l'illa de Creta, on el CRES, va dur a terme una experiència mitjançant un projecte europeu a l'any 2001, que encara es troba en funcionament. L'únic problema que no sempre es té l'espai ni les xarxes de subministra adequats per implantar aquestes tecnologies.

4.3.2.2.5 Restes producció d'ametlla

És un dels cultius més predominants a l'illa de Mallorca des de fa molts d'anys i que té més explotació arreu dels municipis, a més el seu ús és compatible amb altres cultius herbacis. També és una de les fraccions que històricament tenia més aprofitament i que el Pla Energètic establí com una de les prioritats en el seu foment. Actualment com és vist a l'apartat de combustió és una de les fraccions que s'està potenciant a altres Comunitats Autònomes de la Mediterrània, sobretot a Catalunya, on es disposa d'una planta de gasificació en funcionament, varies indústries, edificis municipals i uns quants hotels.

Característiques de la closca d'ametlla.

	Closca d'ametlla	Residus vegetals assimilables
Humitat	10-15%	15-30%
Densitat aparent (kg biomassa humida/m ³)	400-425	250-280
Anàlisi immediat (% base seca)		
carboni fix	17-20%	5-15%
gasos volàtils	70-80%	40-70%
cendres	0,6-1%	10-24%
Poder calorífic (kcal/kg)		
superior (humitat 0% base humida)	4.815	2.400
superior (humitat 13,2% base humida)	4.170	a
inferior (humitat 0% base humida)	4.500	2.900
inferior (humitat 13,2% base humida)	3.827	

Figura 4.3.39. Caracterització de la closca d'ametlla. Font ICAEN.

	Ha.	Producció en Tones		Ton residus	Potencial Energètic (MWh)
Ametllers	20.624	13.308	Clovella	12.981	57.763
			Poda	78.371	348.316

Taula 4.3.17. Producció i potencial Energètic dels Ametllers de les Illes Balears

El potencial energètic de la closca d'ametlla és un dels més importants i que té un major aprofitament per part d'algunes indústries locals (cimenteres, teuleres,...), la gran avantatge és que es te localitzada la seva producció en unes poques cooperatives. Si a més de les clovelles es tingué en compte les restes de poda el potencial energètic pot ser molt major que de les clovelles, d'uns 300.000 MWh tot i que es tracta d'un producte més deslocalitzat. Només amb la clovella d'ametlla es podrien abastir més del 10 % de la planta hotelera de les Illes Balears, tot i que aniria en detriment d'altres indústries locals que ja l'estan utilitzant.

Es va voler veure la viabilitat tècnico-econòmica d'aquestes instal·lacions amb la participació en el disseny de la instal·lació d'un Hotel on se proposaven dues opcions, en dues fases d'execució, cada una d'elles amb un nivell tècnico-econòmic molt diferent. Aquest hotel tenia l'avantatge que també tenia en propietat una explotació d'oliveres de recent plantació, per elaborar l'oli de l'hotel. L'explotació tindrà un potencial de producció màxima d'uns 30.000 litres d'oli a l'any segons estimacions pròpies, tot i que en funció de les condicions climatològiques, patògens i altres condicionants l'eficiència agrícola pot variar. A partir de l'estimació del cens agrari la producció màxima seria d'uns 14.000 litres d'oli. Possiblement una part de la collita es destini directament al consum humà com olives de taula, i la resta a la producció d'oli. Només serà aquesta part de la qual se'n podran aprofitar els residus.

4.3.2.2.6 Generació tèrmica amb biomassa

Aquesta primera opció que se considera més senzilla és la combustió directa. La instal·lació d'aprofitament tèrmic de la biomassa mitjançant la combustió directa, es pot fer mitjançant la instal·lació de calderes de biomassa que tenen potències des dels 20 kW als 2000 kW de potència. L'aplicació més senzilla és per a la producció d'aigua calenta sanitària i calefacció d'un hotel durant tot l'any. Per la qual cosa pot ser bastant autosuficient tèrmicament, aprofitant el 100% dels usos de calor per a partir de residus agrícoles o pèl·lets.

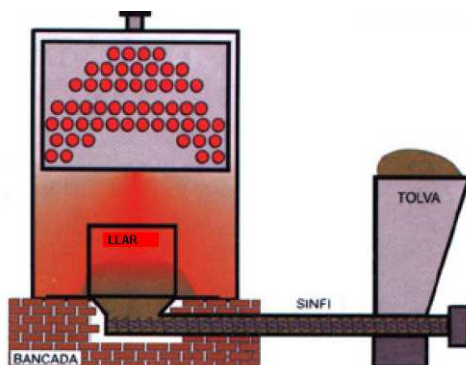


Figura 4.3.40. Esquema de caldera amb tremuja per a sansa . Catàleg LASIAN

CARACTERÍSTIQUES D'UNA INSTAL·LACIÓ

Exemple Hotel de tres estrelles - Habitacions; 100 (ocupació mitja 60%)

- Combustible; Sansa (orujillo)
- Potència Tèrmica; Caldera de biomassa 200 kW Funcionament; 365 dies/any
- Usos; ACS i Calefacció Demanda Calor; 72%
- Estalvi Energètic Total; 276 -371 MWh/any
- Sobrecost de la Inversió aproximat; 25.000 € Estalvi; 17.103 € Amortització; 1,5 anys

Sobrecost de la inversió respecte una instal·lació estàndard 25.000 €

La inversió només s'ha comptabilitzat el sobrecost respecte a un sistema convencional, ja que s'entén que pel funcionament de l'hotel s'haurien de comprar calderes de biomassa. L'amortització sense subvenció 1,5 anys, amb una subvenció del 40% se poden reduir un any, si a més li afegim l'aspecte ambiental amb la reducció de les tones de CO₂ fa més interessant la inversió. El volum del dipòsit de biomassa pot variar en funció dels servei que es pugui disposar de l'empresa que subministra la biomassa o del productor que proporcioni la fracció. En el cas de l'hotel estudiat es va dimensionar per un hotel de 200 places un volum de 28 m³, per tenir una autonomia d'uns 15 a 30 dies en funció del l'època de l'any. Generalment per sistemes convencionals amb dipòsits de combustibles fòssils es fa una acumulació mínima de 15 dies per poder tenir suficient autonomia en cas d'haver-hi vagues, festes o problemes tècnics de proveïment.

MES	Gasoil	GAS	Biomassa	Estalvi	"Sansa" Alpechin		
	Euros	Euros	Euros	Euros	kg/mes	kg/dia	volum m ³ /dia
Gen	3.458,86 €	2.305,91 €	1.048,14 €	2.410,72 €	11911	384	2
Feb.	2.401,61 €	1.601,07 €	727,76 €	1.673,85 €	8270	295	1
Mar	2.603,90 €	1.735,93 €	789,06 €	1.814,84 €	8967	289	1
Abr.	1.753,62 €	1.169,08 €	531,40 €	1.222,22 €	6039	201	1
Mai	1.876,12 €	1.250,74 €	568,52 €	1.307,60 €	6460	208	1
Juny	1.653,30 €	1.102,20 €	501,00 €	1.152,30 €	5693	190	1
Jul.	1.272,22 €	848,14 €	385,52 €	886,70 €	4381	141	1
Ago.	848,69 €	565,80 €	257,18 €	591,51 €	2923	94	0
Set	888,82 €	592,55 €	269,34 €	619,48 €	3061	102	0
Oct.	1.350,95 €	900,64 €	409,38 €	941,57 €	4652	150	1
Nov.	2.028,25 €	1.352,16 €	614,62 €	1.413,63 €	6984	233	1
Des	4.402,53 €	2.935,02 €	1.334,10 €	3.068,43 €	15160	489	2
TOTAL	24.539	16.359	7.436	17.103	84500	232	338

Taula 4.3.17. Costos energètics per mesos d'un hotel de 200 places amb biomassa per a ACS i calefacció. Font; Elaboració pròpia

4.3.2.2.7 Refrigeració amb biomassa

L'opció que es més senzilla d'aplicar és la combustió directa. La instal·lació d'aprofitament tèrmic de la biomassa mitjançant la combustió directa, com hem vist abans es pot fer mitjançant la instal·lació d'una caldera de biomassa amb potències que van des del 20 kW als 2000 kW de potència. En aquest segon cas a més de la producció d'aigua calenta sanitària es faria la climatització dels hotels durant tot l'any. Els mesos d'estiu se pot utilitzar plantes d'absorció que tenen potències des dels 10 kWt fins als 1500 kWt, per a la producció de fred, que a més es poden combinar amb altres tecnologies, com la solar tèrmica i la cogeneració.

En aquest segon cas es poden instal·lar calderes de biomassa convencionals o calderes de vapor o aigua sobreescalfada per fer refrigeració a doble etapa. En aquest segon cas només és interessant si es disposa de sistemes solars de mitja temperatura o es tenen necessitats de vapor per altres usos (Spa, bugaderia,..). El cost de la caldera i de les màquines d'absorció de doble etapa no difereix gaire de les de simple etapa, i a més degut a que tenen un COP de 1,2-1,3, es consumiria un en el cas de refrigeració quasi un 50% menys de biomassa.

En aquest segon cas l'establiment pràcticament seria autosuficient de la part tèrmica, sense necessitat de comprar cap tipus de combustible, aprofitant el 100% dels usos de tèrmics a partir de residus agrícoles o pèl·lets, amb un estalvi del 60% en els emissions de CO₂. En l'exemple anterior, amb una planta d'absorció de 174 kWt i amb tot el seu potencial energètic de 377 MWh/any, per la qual cosa necessitaríem unes 100 tones de residus d'oliva per a cobrir tota la demanda tèrmica.

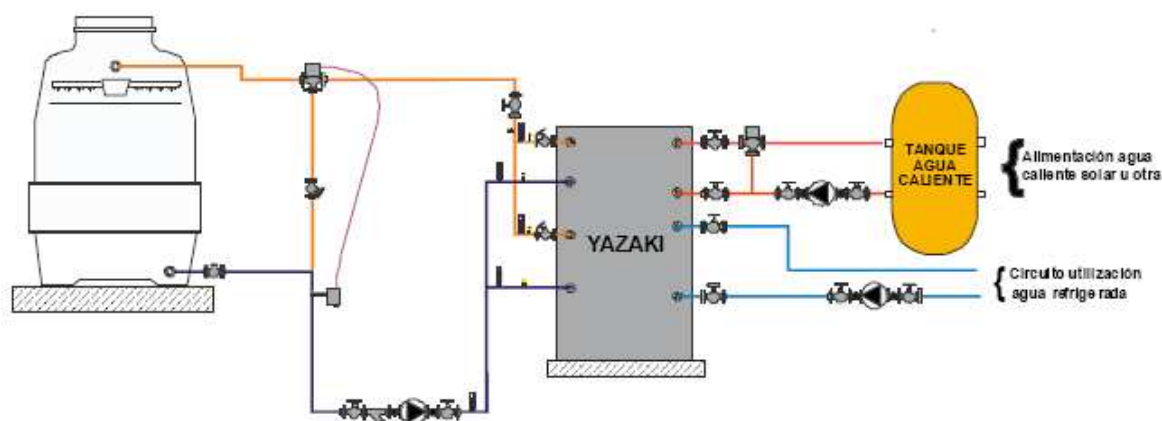


Figura 4.3.41. Instal·lació la màquina d'absorció. Catàleg Yazaki.

	ELECTRICIDAD	GAS	Biomassa	TOTAL	Estalvi
MES	Euros	Euros	Euros	Euros	Euros
Gen.	1.980,68 €	524,07 €	33,54 €	2.538,30 €	3.320,52 €
Feb.	1.395,42 €	363,88 €	23,29 €	1.782,59 €	2.305,56 €
Mar	1.751,71 €	394,53 €	25,25 €	2.171,49 €	2.499,71 €
Abr.	1.593,35 €	265,70 €	17,00 €	1.876,05 €	1.683,48 €
Maig	2.343,60 €	284,26 €	18,19 €	2.646,05 €	2.009,98 €
Juny	2.835,00 €	250,50 €	16,03 €	3.101,53 €	3.832,73 €
Jul.	2.929,50 €	192,76 €	12,34 €	3.134,60 €	4.067,15 €
Ago.	2.929,50 €	128,59 €	8,23 €	3.066,32 €	3.252,62 €
Set.	2.268,00 €	134,67 €	823,01 €	3.225,67 €	2.316,00 €
Oct.	2.155,00 €	204,69 €	861,88 €	3.221,56 €	448,13 €
Nov.	1.679,59 €	307,31 €	19,67 €	2.006,56 €	1.947,10 €
Dic	2.329,63 €	667,05 €	42,69 €	3.039,37 €	4.226,43 €
TOTAL	26.191	3.718	1.901	31.810	31.909

Taula 4.3.18. Costos energètics per mesos d'un hotel de 200 places amb biomassa per climatització i ACS. Font; Elaboració pròpia

CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

- **Hotel de tres estrelles**
- **Habitacions; 100**

- **Combustible; Sansa (orujillo)**
- **Potència Tèrmica;**
 - **Caldera de biomassa 200 kW**
 - **Maquina d'Absorció 174 kWt**
- **Funcionament; 330 dies/any**
- **Usos; ACS, Calefacció i Climatització**
- **Estalvi; 370 MWh/any**
- **Demanda Tèrmica; 75%**
- **Estalvi Energètic Total; 55%**
- **Sobrecost de la Inversió aproximat; 120.000 €**
- **Estalvi; 31.900 €**
- **Amortització; 4 anys**

4.3.2.2.8 Trigeneració amb biomassa

La instal·lació d'aprofitament de biomassa podria ser amb un nivell tecnològic més elevat mitjançant la piròlisis o combustió directa, per a la producció d'electricitat per a la venda. Seria una instal·lació que estaria dins el règim especial. Segons l'Article 2 del R.D. 661/2007 la biomassa es classifica dins la Categoria a Grup 1.2 Resta de cogeneracions Grup a2, com que l'aprofitament seria de les restes de pinyolada ("orujillo") tendria Categoria b.8.; la qual te una prima per centrals de menys de 2 MW fixa de 12,7998 c€/kWh partir dels primers 15 anys, i de 8,6294 c€/kWh passats aquest 15 anys, i sempre per sobre del preu de venda d'electricitat de les centrals convencionals.

Les explotacions de cogeneració o trigeneració són més rentables com més gran és la infraestructura, ja que permet optimitzar costos d'instal·lació i manteniment. En el cas de combustió directa en necessitaria una turbina de vapor i es podria aplicar per potències a partir de 100 kW.

En el cas de les plantes de gasificació, es te una eficiència del 30% i permet utilitzar motors de combustió. Les plantes existents actualment a nivell comercial són de 1 a 2 MegaWatts, tot i que a nivell embrionari se'n poden trobar de 350 kWe. Això ens afecta negativament amb dos aspectes, el primer és que per rentabilitzar una instal·lació es necessitaria processar més quantitat de residus i tenir més consum tèrmic per justificar el Rendiment Elèctric Equivalent. Per a tenir un funcionament de més de 5000 hores es necessitarien els residus provinents de vàries explotacions agrícoles, amb la qual cosa segons l'estudi del cens agrícola, per una planta amb una potència de 350 kWe, es necessitaria a nivell d'exemple el 10% dels residus de les explotacions d'oli de les Illes Balears, per la qual cosa s'hauria de fer un estudi més a fons del cost de transport d'aquest residus al punt de consum.

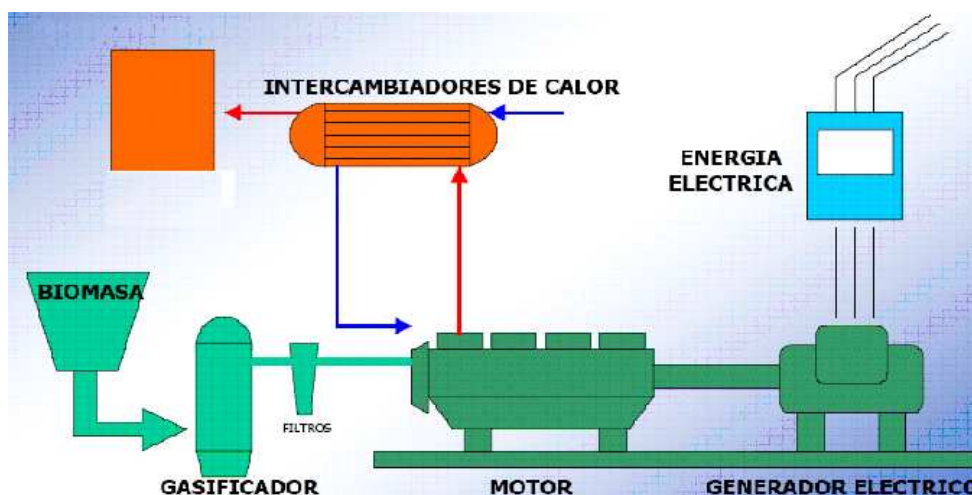


Figura 4.3.42. Esquema d'una instal·lació de piròlisi. Font; IDAE

Un altra problema afegit és que, a diferència de la caldera que és modular i se pot implantar en qualsevol establiment, una planta de piròlisi ha de tenir una elevada demanda tèrmica es considera rentable per un hotel de més de 250 llits, amb un mínim d'hores de funcionament.

Totes les instal·lacions de gasificació se dissenyen per a un funcionament en continu, amb una previsió de funcionament 5.000 a 8.000 hores, amb una necessitat d'operació mínima, estimada en una persona. Només amb la generació elèctrica ja fan interessant aquestes instal·lacions.

Cogeneración con biomasa (gasificación)		
Potencia bruta		1.224kW
Rendimiento gasificador		80,0%
Rendimiento motor		34,7%
Horas operación anual		7.500 h/año
Cantidad de biomasa consumida	PCI _n = 3.200 kcal/kg	8.887 t/año
Costes Biomasa	69,05 €/t	613.671 €/año
Costes de explotación	3€/tep	298.451 €/año
Inversión	3.105 €/kW	3,8 M€
Producción eléctrica neta		8.262 MWh/año
Producción térmica disponible		8.250 MWh/año

Taula 4.3.19 Exemple de planta de Gasificació amb Biomassa. Font ; IDAE

L'escenari ideal seria combinar la producció elèctrica i la tèrmica, ja que es podria aprofitar la baixa eficiència que tenen la major part dels processos de transformació de biomassa que tenim actualment (18-35%) aprofitant el calor residual per a usos tèrmics d'empreses i sector residencial proper, amb un rendiment tèrmic entre el 30-40%.

Consumo de biomasa	kW	19.600
	kg/h	4.000
Potencia térmica total gasificadores	kW	14.400
Caudal de gases de escape del motor	kg/h	43.197
Temperatura de los gases de escape	°C	456
Calor de gases de escape del motor	kW	3.810
Producción de vapor de agua (6 bar sat)	kW/h	5.600
Calor de refrigeración del motor	kW	2.778
Producción de agua caliente a 90 °C	m³/h	159
Calor total disponible	kW	6.588
Potencia eléctrica	kW	5.922
Rendimiento eléctrico	%	30,2
Rendimiento térmico	%	33,6
Rendimiento total	%	63,8

Taula 4.3.20 Rendiments i cogeneració amb Biomassa. Font ; IDAE

4.3.2.2.9 Potencial d'aprofitament de la Biomassa a les Illes Balears

Les Illes Balears tenen un potencial de biomassa bastant elevat, que varia en funció del municipi. La majoria de municipis costers, que són el que més densitat de consum energètic degut en part a la planta hotelera, també tenen un gran potencial de biomassa, ja que tenen majors superfícies agrícoles properes (Palma, Lluçmajor, Manacor, Ciutadella,..).

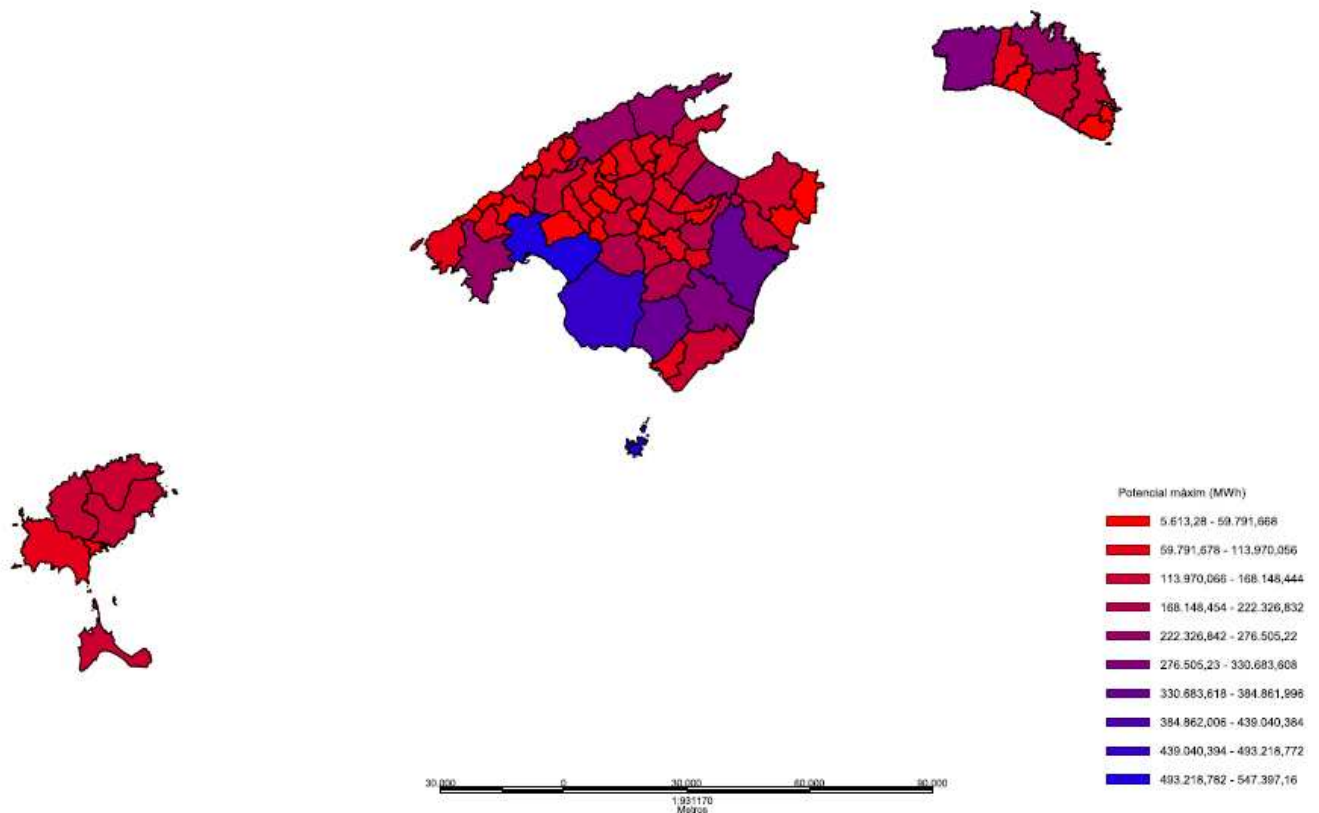


Figura 4.3.43 Potencial de biomassa per municipis a les Illes Balears. Font; Elaboració pròpia

Si s'aprofitàs tot aquest potencial energètic de les illes, es podrien assolir 883.795 MWh elèctrics que sumats als que es produeixen anualment a les plantes incineradora i de Metanització ens dona més 1023 GWh, el que suposarien el 18% del consum elèctric actual, si tenim en compte que el sector hotelier suposa com a màxim el 12% del consum energètic anual, podríem abastir l'increment del consum elèctric degut al turisme amb la biomassa de les Illes Balears.

	Dades Actuals	Previsions de Futur	Prod. Elèctrica actual	Consum respecte actualitat	Consum respecte actualitat
Biomassa	883.795	2.402.867	5.710.280	15%	58%
Incineració Residus	137.204	411.612	5.710.281	2%	10%
Metanització Fangs	2.286	11.430	5.710.281	0,04%	0,24%
Total	1.023.285	2.825.909	5.710.281	18%	67%

Taula 4.3.21. Potencial Energètic dels cultius energètics actual i futur.

El preu final de producció de Biomassa pot variar molt en funció de la fracció de biomassa, de l'eficiència dels equips i les dimensions de la planta, ja que ens varia la prima del Règim Especial, a nivell de resum es pot veure a la taula següent.

FUEL	PCI (LHV)	Preu combust.	Preu Tract i Transp. combustible	Preu de l'energia Tèrmica	Preu mínim d'operació i amort.	Preu mínim producció Elèctrica	Preu mig de Venda Electricitat amb Prima
	(kWh/ton)	(euro/ton)	(euro/ton)	€/kWh	€/kWh	€/kWh	€/kWh
Gas natural	11634	250		0,029	0,004	0,066	0,078441
Carbó	8488	120		0,0141	0,0035	0,047	0,078441
Restes vegetals i animals	3488	0-40	20-60	0,017	0,003	0,057	0,1177
Cultiu Energètic	5500	100	30	0,024	0,003	0,079	0,1177
Llenya	4400	80	30	0,025	0,006	0,100	0,1490
Pèl·lets	5163	50	100	0,029	0,02	0,116	0,1490

Taula 4.3.22 Comparatiu de poder de costos energètics en funció de la Biomassa. Elaboració pròpia.

Podem veure que en qualsevol dels casos el preu és inferior al preu de mercat, la qual cosa fa que se puguin amortitzar les inversions en períodes inferiors als 10 anys, fent que siguin semblants a les plantes de trigeneració.

4.3.2.3 Minieòlica

L'energia eòlica estava reservada fins ara a macro-parcs eòlics o a habitatges aïllats de la xarxa elèctrica. Els darrers anys també hi ha un moviment per instal·lar petits aerogeneradors en entorns urbans, cobertes d'edificis i jardins. Es tracta de l'energia minieòlica, de poca implantació, però a la qual els investigadors comencen a dedicar esforços i que esperen que sigui rendible econòmicament en pocs anys.

Es considera minieòlica els aerogeneradors de menys de 100 kW, i actualment a nivell comercial es poden trobar aerogeneradors des del 0,3 kW fins als 100 kW. L'energia minieòlica dins de les ciutats començarà a obrir-se lloc en els propers anys, unint-se a l'energia solar fotovoltaica com a font de generació renovable en els propis llocs de consum (habitatges, naus industrials, edificis públics ...) En aquest moment, són les dues fonts d'energia totalment netes que permeten a qualsevol petit o mitjà usuari generar energia elèctrica per autoconsum o per a venda a la xarxa elèctrica. D'aquesta manera l'energia minieòlica se suma al camí de microgeneració neta i eficient iniciat per l'energia solar fotovoltaica.

Els hotels també són edificis on s'hi poden instal·lar aquests tipus de tecnologies, tant per autoconsum com per a la venda a la xarxa.

En el cas de les Illes Balears, la majoria d'establiments turístics es troben a les zones costeres, on a part del sol, el vent té una presència quasi diària. Tot i que a velocitats baixes, la majoria d'aerogeneradors tenen un rendiment baix o nul. Només els mesos d'hivern i tardor es donen velocitats elevades que fan que hi hagi una elevada producció d'energia.

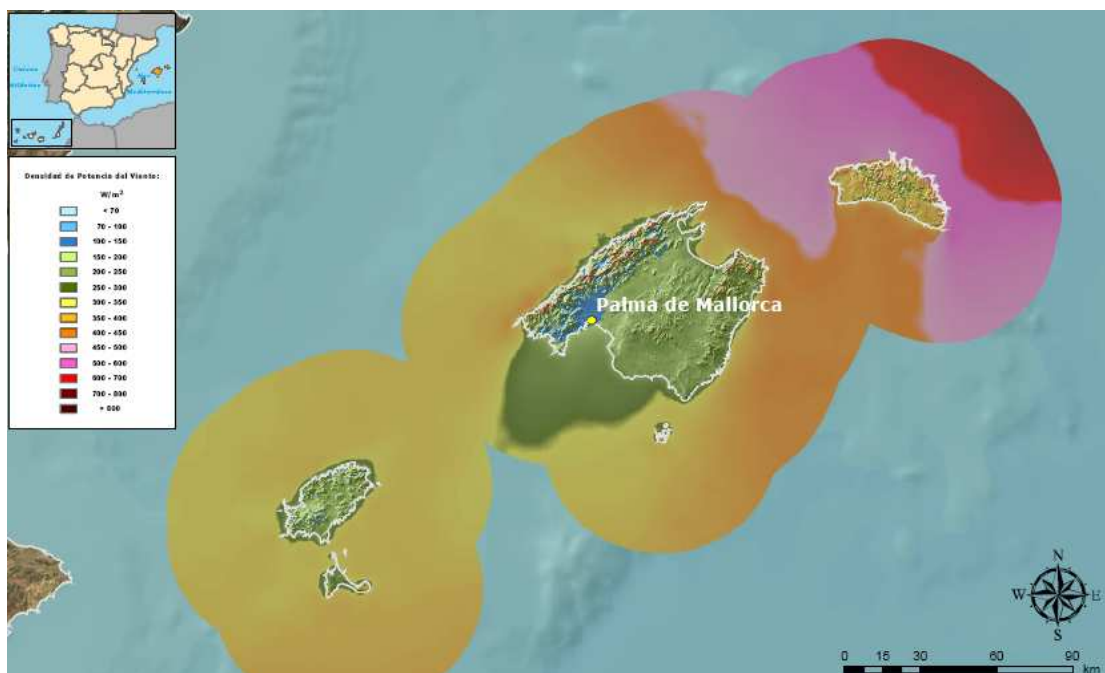


Figura 4.3.44 Potencial d'energia eòlica a 80 m. les Illes Balears. Font: IDAE 2009

Els països que ens rodegen (Portugal, Itàlia i França) ja compten amb regulacions específiques per a energia minieòlica. I els més avançats, com Gran Bretanya, s'han marcat com a objectiu generar entre el 30% i 40% de l'energia elèctrica del país en 2050 amb instal·lacions de microgeneració distribuïda en edificis, principalment minieòlica i solar fotovoltaica per mitjà del programa "Low Carbó Buildings" (Edificis amb Baixes emissions de CO₂). En l'actualitat el Regne Unit compta amb unes 100.000 instal·lacions de

microgeneració i es concedeixen Certificats de Renovables als seus propietaris, introduint incentius fiscals per a qui produeix energia verda.

No obstant això, a Espanya, encara no hi ha una regulació específica per a l'energia minieòlica que la diferenciï de la gran eòlica. Les grans companyies elèctriques pressionen al Govern perquè no faci un RD que no doni bons incentius per a la venda a la xarxa d'energia minieòlica. Tot i que és difícil posar portes al camp de la innovació i més tard o més prest serà una realitat al nostre país. Només per autoconsum pot ser una tecnologia interessant, ja que té un preu de producció semblant al de compra.



Figura 4.3.45 Microturbina sobre un edifici. Font; Ambientum. Aitor Rodriguez U.N.

El cost d'una instal·lació minieòlica amb una potència inferior a 100 kW pot variar de 1.000 a 3.000 €/kW, en funció del tipus d'aerogenerador, tipus de subjecció a posar, alçades i mesures correctores a la coberta. Si tenim en compte que en zones lliures d'obstacles properes a la costa de les Illes Balears, poden tenir entre 1500 a 2500 hores de funcionament equivalent anual, el resultat és que aquest tipus d'instal·lacions se poden amortitzar amb entre 5 a 10 anys depenent del cost d'instal·lació. S'han d'eleger aerogeneradors que tinguin bones corbes de rendiment, ajustat al perfil dels vents de la zona. A bona part de les Illes Balears es necessiten aerogeneradors comencin a produir a baixes velocitats (2-3 m/s), perquè funcionin més hores i aportin més energia anual, per la qual cosa tinguin una amortització més ràpida.

Aquest tipus d'instal·lacions tenen l'avantatge que si es volen utilitzar per autoconsum utilitzen la mateixa tecnologia que les plaques fotovoltaïques, per tant es poden fer sistemes híbrids amb acumulació d'energia amb bateries, tal i com es fa a sistemes aïllats, i aportar-la en les hores en que l'energia és més cara per cobrir una part dels consums de l'edifici.

4.4 Reconversió tecnològica. Edificis i processos.

4.4.1 Canvis de les instal·lacions i tancaments

4.4.1.1 Millora d'aïllaments en processos.

En qualsevol tipus d'instal·lació se pot aconseguir una apreciable reducció de pèrdues de calor mitjançant l'adopció de les adequades tècniques d'aïllament, amb un cost relativament baix, sobretot si es fa en la fase inicial de disseny, pràcticament el tenir uns centímetres més o menys d'espessor té un cost molt semblant, ja que el més car en aquests casos és la instal·lació i no el material. Tot i que per contra s'ha de dir que a partir de certs espessors, no es troben materials estàndard al mercat i això fa que pugui encarir significativament el cost. La normativa, CTE i RITE sobretot, ja ens obliguen als nous edificis a tenir unes dimensions mínimes d'aïllament, però en el cas d'edificis fets abans del 80 o modificacions fetes fora de normativa, era habitual que l'aïllament fora inexistent, tant en l'edificació com als dipòsits i tubs.

Entre els factors que cal tenir en compte a l'hora de determinar les característiques del calorífugat, mereixen especial menció les següents:

- Interval de temperatures: El material aïllant ha d'ésser capaç de suportar les temperatures a les que restarà sotmès sense patir deteriorament ni pèrdues d'eficiència. A la *Taula 4.4.1* s'indiquen alguns materials aïllants, les seves temperatures de treball i les possibles aplicacions.
- Conductivitat tèrmica: És la quantitat de calor que travessa un determinat espessor d'aïllament per unitat de temps. Lògicament l'efectivitat de l'aïllament serà més alta quan més baix sigui aquest factor.
- Resistències a la humitat: S'han d'escollir materials resistents a l'efecte de l'aigua.
- Espessor econòmic d'un aïllament: És aquell que verifica que la suma dels costos d'aïllament menys les pèrdues calorífiques siguin mínims.

Una bona estimació del cost mínim bé donat per l'equació:

$$e = \sqrt{k(T_i - T_e)} \frac{h \cdot P}{a \cdot P_a}$$

Essent:

e = Espessor d'aïllament

k = Coeficient de conductivitat (kcal/m² h °C)

T_i= Temperatura interior (°C)

T_e= Temperatura exterior (°C)

h = Hores anuals d'utilització

P = Preu de kcal (Eur)

a = Taxa d'amortització anual (Eur)

P_a = Gradient del preu de l'aïllament (Eur/m³)

Tipus Aïllaments	Interval Temp. (°C)	Conductivitat (kcal/h°C m ² /m)	Densitat (kg/m ³)	Aplicació
Escuma de poliuretà	-167 a 107	0.014 a 0.018	33	Dipòsits, recipients i reactors
Mantes de fibra de vidre	-167 a 232	0.022 a 0.076	10 a 50	Refredadors, dipòsits(calents i freds), equips processadors
Fulles elastomèriques	-40 a 104	0.032 a 0.034	7.5 a 100	Dipòsits, refrigeradors i reactors
Planxes de fibra de vidre	Ambient	0.029 a 0.045	27 a 100	Calderes, dipòsits, bescanviadors de calor, reactors
Planxes i blocs de silicat càlcic	232 a 650	0.028 a 0.075	100 a 170	Folres de calderes, caixes de fums i xemeneies
Blocs de fibra mineral	Fins 1.030	0.046 a 0.114	385	Calderes, dipòsits, reactors
Blocs de vidre cel·lular	-212 a 260	0.025 a 0.095	115 a 160	Dipòsits, canonades, reactors
Mantes de fibra de vidre	-84 a 285	0.019 a 0.068	10 a 50	Canonades i ràcords per a elles
Peces performades de fibra de vidre	-51 a 230	0.028 a 0.048	10 a 50	Canonades calentes i fredes
Membranes de fibra de vidre	-100 a 370	0.026 a 0.048	10 a 50	Canonades i ràcords per a elles
Peces performades i cintes elastomèriques	-40 a 104	0.032 a 0.034	7.5 a 100	Canonades i ràcords per a elles
Camisa fibra de vidre amb barrera de vapor	-28 a 65	0.025 a 0.040	11 a 34	Línies refrigerants, línies per temperatura doble, línies d'aigua refrigerada, canonades de fuel
Camisa fibra de vidre sense barrera de vapor	Fins 260	0.025 a 0.040	25 a 50	Canonades calentes
Blocs i planxes de vidre cel·lular	21 a 480	0.025 a 0.095	115 a 160	Canonades calentes
Blocs i planxes d'escuma d'uretà	93 a 150	0.014 a 0.018	25 a 67	Canonades calentes
Peces preformades de fibra mineral	Fins 650	0.030 a 0.08	134 a 165	Canonades calentes
Mantes fibra mineral	Fins 760	0.033 a 0.711	134	Canonades calentes
Fibra de vidre: camises aplicació en obra per línies aire lliure	208 a 426	0.026 a 0.070	40 a 100	Canonades calentes
Blocs de llana mineral		0.045 a 0.114	184 a 260	Canonades calentes
Blocs de silicat càlcic	650 a 980	0.042 a 0.091	165 a 230	Canonades calentes

Taula 4.4.1. Material aïllants Font; Auditories Energètiques.

Els estalvis en la millora d'aïllaments son inferiors en molts casos a un any, sobretot en dipòsits i tubs vistes, o zones amb fàcil accés. El cost del material és molt baix en comparació a les pèrdues tèrmiques que podem tenir.

4.4.1.2 Millora d'aïllaments en Tancaments.

L'aïllament o la conductivitat d'una edificació en els seus tancaments és un dels punts més importants en el consum energètic, ja que a l'hivern les càrregues de transmissió suposen, un dia sense radiació i menyspreant càrregues internes i amb poca ventilació, gairebé el 80% del consum de calefacció i més del 50% total. Els dies en que tenim radiació solar i càrregues internes elevades, hi ha més ventilació, la càrrega de transmissió pot passar a ser el 40% del total.

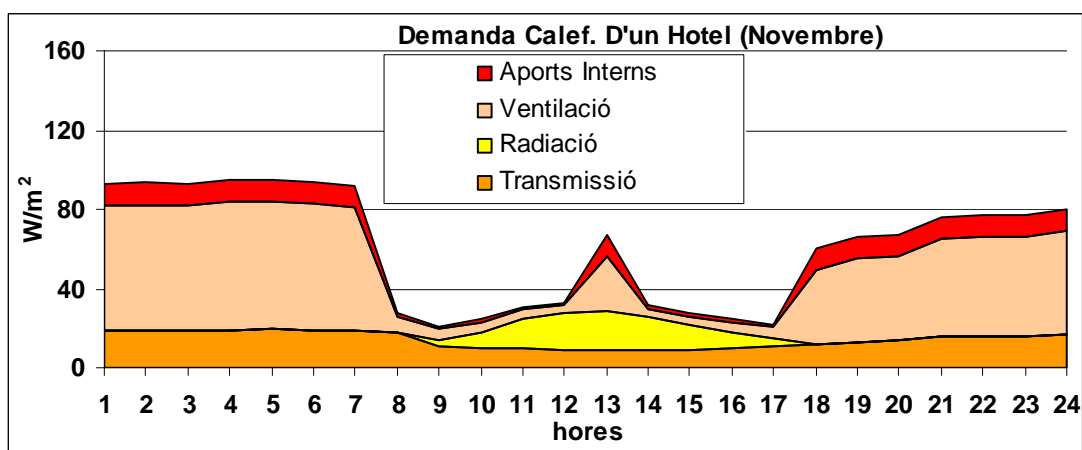


Figura 4.4.1. Simulació horària de càrregues tèrmiques d'un hotel a mes de novembre. Elaboració pròpia.

A l'estiu aquestes càrregues poden suposar entre un 20 a un 30% del consum de climatització i poden suposar en el còmput global entre el 10 i el 15% dels consums d'energia.

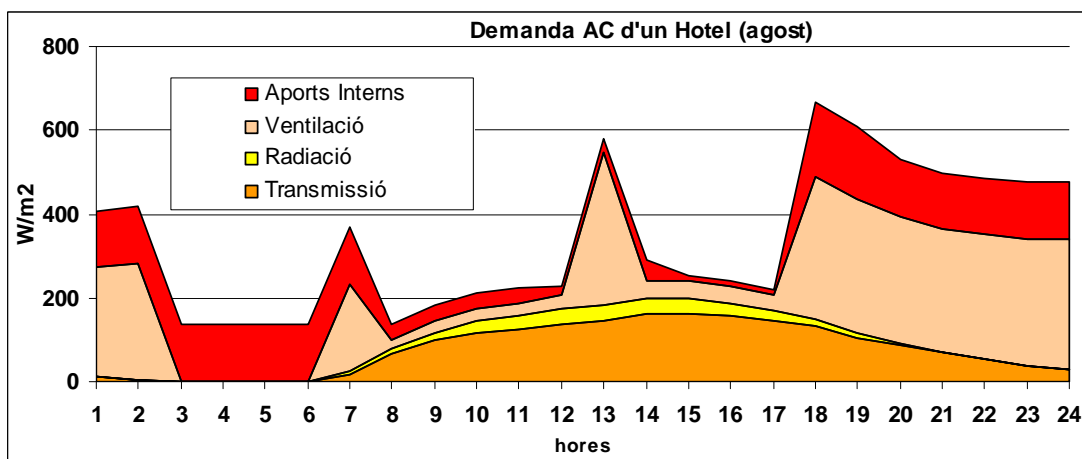


Figura 4.4.2. Simulació horària de càrregues tèrmiques d'un hotel el mes d'agost. Elaboració pròpia.

Per tant millorar els aïllaments pot suposar una reducció energètica important, sobretot a l'hivern. El problema que tenen els tancaments és que suposen una superfície molt elevada de l'hotel, el que suposa un cost molt important si se vol millorar tot l'aïllament, amb uns períodes de retorn molt baixos, superiors als 15 anys. Un edifici en funció de l'any de construcció pot tenir una diferent conductivitat en els tancaments exteriors.

PROTECCIONES SOLARES	
PROTECCIÓN SOLAR	AHORRO ENERGÉTICO
Persiana color oscuro	25%
Persiana color medio	25-29%
Persiana color claro	29-44%
Recubrimiento de plástico	40-50%
Vidrio oscuro (5 mm)	40%
Persiana más vidrio absorbente	47%
Árbol no muy tupido	40-50%
Árbol tupido	75-80%
Cortina color oscuro	42%
Cortina color medio	53%
Cortina color claro	60%
Plástico translúcido	35%
Toldo de lona	85%
Persiana blanca	85-90%
Celosía	85-90%
Vidrio polarizado	48%

Figura 4.4.3. Mesures de reducció de protecció solar .Font; AVEN 2003.

4.4.1.2.1 Tancaments Opacs.

Quan es calculen les necessitats de calor d'un edifici, és a dir abans de climatitzar-lo, s'ha d'examinar, en primer lloc, el grau d'aïllament que posseeix per determinar les pèrdues calorífiques. Per a un edifici ben aïllat suposa un estalvi energètic en les pèrdues per transmissió entre un 30-40 % respecte a una altra convencional, si a més està ben aïllat el consum pot arribar a ser el doble. Tot i que en el cas dels hotels de les Illes Balears, on molts d'ells romanen tancats els mesos d'hivern, quan les pèrdues per transmissió són més importants, poden arribar a ser entre el 80% de la càrrega de calefacció. En canvi els mesos d'estiu, degut a que els hotels tenen moltes càrregues internes, les pèrdues per transmissió passen a un segon terme i poden suposar només el 30% de les càrregues totals.

La normativa ha variat molt els darrers anys, però el fons és el mateix, l'objectiu és fer que les superfície dels tancaments, tinguin un coeficient de transmissió K (NBE-CT-79) o la transmitància tèrmica U(CTE), el més baix possible, ja que les pèrdues de calor que es produeixen a través de qualsevol superfície depenen de la temperatura exterior t_{ext} i de la temperatura interior t_{int} , per tant el calor perdut ve donat per la següent expressió:

$$Q_{NBE-79} = S K (t_{int} - t_{ext}) \quad Q_{CTE} = S U(t_{int} - t_{ext}):$$

Q és la calor perdut en kcal/h o en Watt.

S és la superfície de pèrdues en m^2 .

K és el coeficient de transmissió en kcal/h m^2 °C, U en W/m^2K .

t_{int} i t_{ext} les temperatures interior i exterior en °C o en °K.

	Anys 60-70 W/m ² °K.	Anys 80-90 W/m ² °K.	A partir Del 2006 W/m ² °K.
Murs exteriors	1,0-1,3	1– 1,2	0,7-0,82
Coberta	1,2-1,8	1-1,4	0,45
Terra	1,2-1,8	1– 1,2	0,5
Finestres i portes	5,0 – 6,0	2,7- 5,0	1,9-3,5
Tanc. interiors	1,5	1,5	1,0
Conductivitat Global	1,2 - 2	0,9 – 1,8	0,6 – 1,3
Consum Calefacció	50-170 KWh/ m ²	40-161 KWh/ m ²	25-111KWh/ m ²
Consum Refrigeració	80-190 KWh/ m ²	65-180 KWh/ m ²	30-120KWh/ m ²
Consum Climatització	130-360 KWh/ m ²	105-341 KWh/m ²	55-231 KWh/ m ²

Taula 4.4.2. Resistència tèrmica típica dels tancaments a les Illes Balears i estalvis en edificis residencials- Font: Elaboració pròpia i CTE.

4.4.1.2.2 Tancaments transparents .

Són components de pas de llum i radiació situats a un pla sensiblement vertical perifèric del local al que il·lumina. Normalment permeten també la vista cap a l'exterior, la ventilació, la captació solar, etc., tot i que no sempre és així. Necessiten generalment de complements que millorin el seu comportament a l'estiu: proteccions solars, tamisadors de llum, reixetes i sistemes d'obertura, etc.

Tot i la seva quotidianitat, són segurament uns dels elements més complexos de l'Arquitectura.

Tipus de tancament	Espessor de la càmera d'aire, (en mm)	Tipus de fusteria	Coefficient de transmissió tèrmica K (W/m ² °C)
Simple		Fusta, PVC	5,0
		Metà·lica	5,8
Doble	6	Fusta, PVC	3,3
		Metà·lica	4,0
Doble	12	Fusta, PVC	2,9
		Metà·lica	3,7
Doble finestra	> 30	Fusta, PVC	2,6
		Metà·lica	3,0

Taula 4.4.3. Conductivitat de vidres i fusteria. Font:Tesis UPC.

La seva orientació, els complements i l'entorn fan que es comporti de formes molt diferents respecte als tres fenòmens. Com a elements de **captació solar**, la seva orientació òptima és el sud exacte, tot i que variacions de fins ±15° en reduiran molt poc el rendiment (energia

aprofitada respecte a energia captada), que es situa entre el **0,4** i el **0,7**, mentre que el retard (temps que triga en revertir a l'interior l'energia que hi entra) és pràcticament nul.

El CTE estableix que s'han de dotar de complements de protecció per evitar sobreescalfaments durant les èpoques càlides, però els hotels fets abans de la seva entrada en vigor no estaven obligats a fer aquestes mesures. Tot i això, per temes de llum i estètics tots els hotels disposen si més no de cortines interiors. El que no és tan habitual és que disposin de persianes exteriors, les quals són les que tenen una major reducció de la radiació solar a l'estiu.

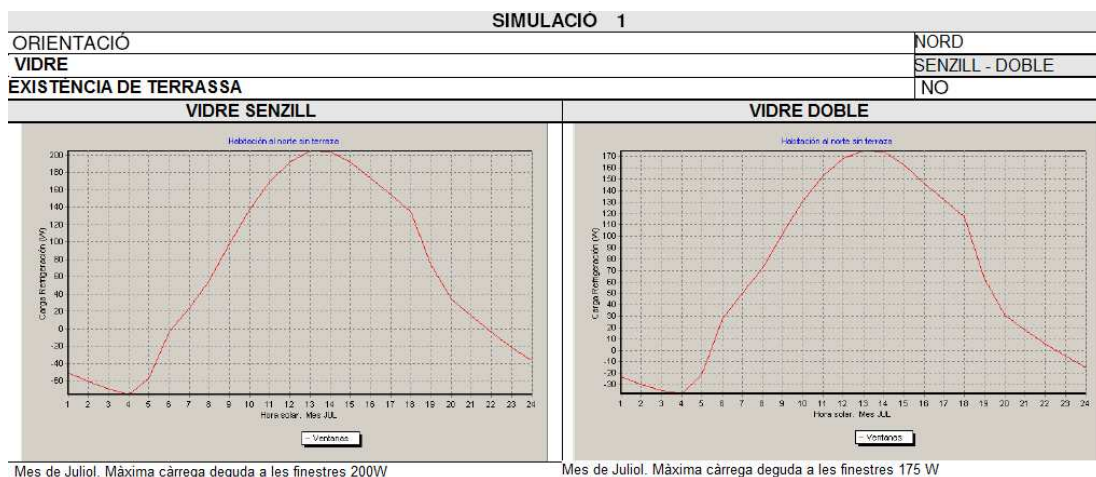
Des d'un punt de vista de **transmissió tèrmica** són punts dèbils, tot i que la utilització de vidres més o menys sofisticats (amb cambra, reflectants, aïllants transparents, etc.) i fusteries especials milloren el seu comportament, igual que ho fan els elements d'aïllament i protecció mòbils com porticons, persianes, etc.. Cal doncs procurar no sobredimensionar-les, orientar-les i protegir-les de forma molt acurada.

L'entrada de llum directa pot provocar greus enlluernaments als usuaris, per la qual cosa cal disposar d'elements filtrants (cortines, persianes venecianes, etc.) que a més poden ajudar a difondre la llum als interiors.

Al ser elements perifèrics, en general la major part de la llum que hi entra no arriba més enllà de **dues vegades l'alçada de la llinda sobre el pla de treball**. En casos normals, això significa que més enllà d'una franja de 5 o 6 metres paral·lela a la façana del local, la llum és més aviat escassa. Per tant, quan més profund és un local, més alta convé que sigui la llinda de les finestres.

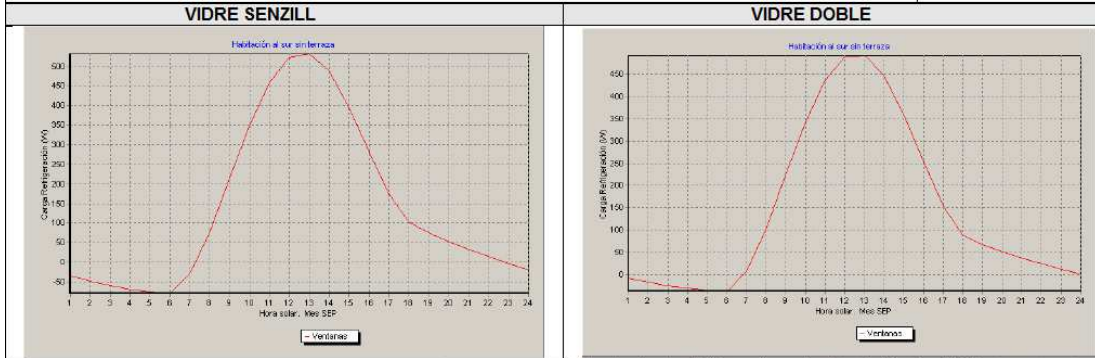
Si són practicables actuen com a bons elements de ventilació, però convé dotar-les de sistemes permanents (reixetes graduables) independents de la seva obertura total.

El fet de tenir finestres amb vidre senzill o doble pot suposar estalvis importants en les pèrdues per transmissió de les finestres, sobretot a l'hivern. En diferents simulacions fetes i diferents orientacions d'una habitació típica d'hotel, amb una finestra de 2 m², els resultats són que per l'orientació nord, l'estalvi pot arribar a ser del 15% a l'estiu i del 41% a l'hivern. Per tant al igual que els tancaments globals els vidres tenen més pes a l'hivern que a l'estiu.



SIMULACIÓ 2

ORIENTACIÓ	SUR
VIDRE	SENZILL - DOBLE
EXISTÈNCIA DE TERRASSA	NO

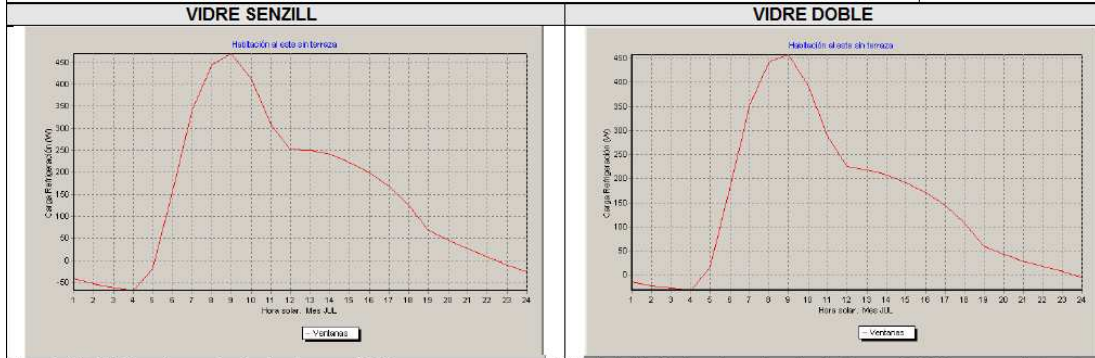


Mes de setembre. Màxima càrrega deguda a les finestres 550 W

Mes de setembre. Màxima càrrega deguda a les finestres 500W

SIMULACIÓ 3

ORIENTACIÓ	EST
VIDRE	SENZILL - DOBLE
EXISTÈNCIA DE TERRASSA	NO

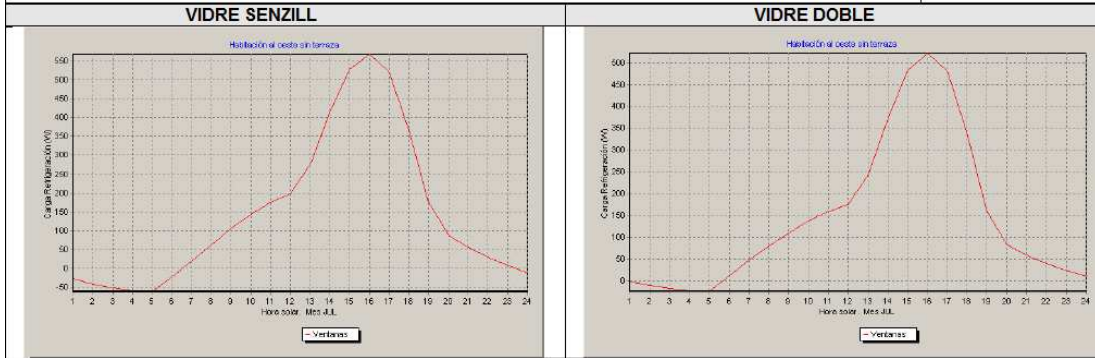


Mes de Juliol. Màxima càrrega deguda a les finestres 475 W

Mes de Juliol. Màxima càrrega deguda a les finestres 455 W

SIMULACIÓ 4

ORIENTACIÓ	OEST
VIDRE	SENZILL - DOBLE
EXISTÈNCIA DE TERRASSA	NO



Mes de Juliol. Càrrega màxima deguda a les finestres 575 W

Mes de Juliol. Càrrega màxima deguda a les finestres 530 W

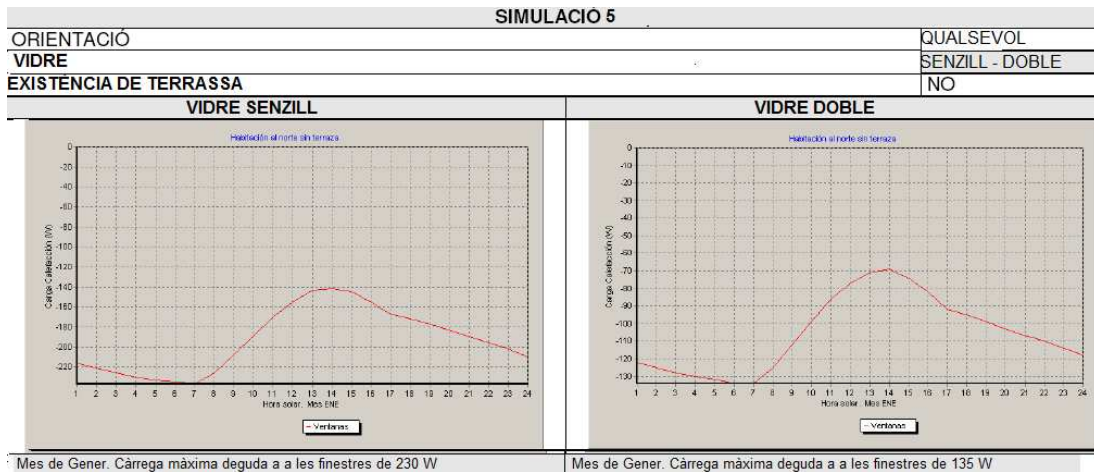


Figura 4.4.4 Simulació horària de càrregues tèrmiques dels vidres en d'un hotel. Font; Auditories energètiques. Any 2003

Tot i que la fusteria exterior, tant metàl·lica com de fusta és un dels elements que es canvia cada 15-20 anys, degut a la corrosió i envelliment, en un estudi fet a la Platja de Palma a 26 hotels, es va trobar que 12 d'ells encara tenien vidres senzills i fusteria sense cap tipus de pont tèrmic. La fusteria exterior és una inversió bastant elevada amb un períodes de retorn elevats enfront a altres mesures, però té altres avantatges no només energètics sinó estètics que ajuden a donar una imatge de modernitat a l'establiment. Aquest paràmetre és més intangit i no s'ha tingut en compte en el present estudi.

	TOTAL D'HOTELS	PROMIG PER HOTEL
Estalvi energètic (kWh/any)	1.532.180,00	127.681,70
Estalvi econòmic (€/any)	57.835,00	4.819,60
Reducció d'emissions de CO ₂ (kgCO ₂ /any)	524.386,00	43.698,80
Cost d'inversió (euros)	1.434.636,00	119.553,00
Període d'amortització (anys)	24,8	24,8

Taula 4.4.4. Inversió i estalvi en la millora dels vidres en Hotels de la Platja de Palma . Font; Auditories energètiques. Any 2003

En altres estudis fets amb el CALENER i amb programes de simulació energètica, el fet de tenir vidres senzills ajuda a refrigerar l'edifici durant les hores en que la temperatura exterior és inferior a l'interior (degut a les càrregues internes). Per tant en edificis mal ventilats, els vidres senzills ajuden a minorar el consum energètic per refrigeració. Si tenim en compte que en el global de l'any, els hotels consumeixen més energia els mesos d'estiu, i que moltes hores de l'estiu, la temperatura exterior és inferior a l'interior, podem veure que en aquest cas és més important vidres amb un alt factor solar que el fet de que siguin senzill, dobles o triples.

4.4.1.3 Sectorització .

Existeixen edificis on els sistemes tèrmics no estan sectoritzats i constitueixen un sol circuit, la qual cosa fa que per una petita demanda en una zona s'hagi de mantenir tot el circuit en marxa. Era molt usual als anys 60, 70 i fins a principis dels 80 fer un sol sector de calefacció,

recirculació d'ACS, climatització,.. S'ha pogut veure a l'apartat 3, on es veuen clarament diferents esquemes de principi.

Els anys 90 es va començar a sectoritzar els hotels, diferenciant zones nobles, cuines, habitacions, i fins i tot habitacions per façanes. Aquestes mesures permeten un gran estalvi en el bombeig i en les pèrdues tèrmiques de recirculació.

A dia d'avui ja es suposa un criteri estandarditzat i se sol ajustar la sectorització amb els programes de simulació dinàmica de l'edifici. Ja s'ha vist en detall la importància d'una sectorització adequada en l'apartat de bombeig. Aquests canvis moltes vegades només són assolibles quan s'han de canviar els tubs per envelliment, en la reconversió s'ha d'aprofitar per fer un redisseny i sectoritzar al màxim els diferents circuits de calefacció, refrigeració i ACS, per poder optimitzar les bombes a cada sector, amb un control específic.

4.4.1.4 Regulació amb Vàlvules i Bombes.

Un altre criteri que fins a l'entrada del RITE al 1998 no es va estandarditzar era la utilització de vàlvules de 2 i tres vies per reduir el consum dels circuits i dispositius que estan apagats. Era molt habitual fer hotels on els fan-coils i climatitzadors sempre estaven recirculant aigua, provocant una pèrdua energètica important en les hores on no hi havia demanda, també s'ha pogut comprovar a l'apartat 3.

La utilització de vàlvules de 3 vies és molt útil per regular temperatures i cabals per sectors, ja que hi pot haver diferents demandes simultànies que no necessàriament necessiten el mateix gradient tèrmic, per la qual cosa aplicant el segon principi de la termodinàmica, sempre s'ha de minimitzar l'entropia.

Aquest sistemes requereixen d'un cost afegit de sistemes de control, que no sempre estan presents als hotels, però que com s'ha pogut veure al principi d'aquest apartat és un dels estalvis més importants amb la mínima inversió.

També es pot actuar sobre els subcircuits amb bombes de cabal variable, substituint les vàlvules de 3 vies. Actualment amb l'abaratiment dels costos en dispositius electrònics, moltes vegades pot ser més econòmic i te menys avaries una bomba de recirculació amb variador que una vàlvula de tres vies.

4.4.2 Canvi d'equips d'aire condicionat.

Les refredadores i bombes de calor se classifiquen generalment en funció del fluid del que prenen el calor i el fluid al qual el cedeixen:

- Sistemes AIRE-AIRE: Les refredadores agafen el calor de l'aire interior i escalfen l'aire exterior. Les bombes de calor agafen el calor de l'aire exterior o de l'extracció i escalfen l'aire interior o el de recirculació. Generalment transfereixen el calor/fred a una bateria amb un ventilador d'aire, se solen dir d'expansió directe.
- Sistemes AIRE-AIGUA: Les refredadores agafen el calor de l'aigua i el cedeixen a l'aire, essent el tipus més habituals en instal·lacions hoteleres. Les bombes de calor actuen a l'inversa, els mesos d'hivern, tot i que no són tan habituals, degut a que els dies més freds no funcionen amb rendiments bons.
- Sistemes AIGUA-AIGUA: Agafen el calor de l'aigua de la instal·lació i el cedeixen a un altra circuit d'aigua (aigua per altres processos (ACS, piscina, calefacció,..), nivells freàtics, aigües residuals, etc.). En el cas de bombes de calor actuen de forma inversa. Aquest tipus de refredadores o bombes presenten rendiments energètics superiors a les que utilitzen aire exterior, degut al major calor específic de l'aigua i a la uniformitat de temperatures durant tot l'any.
- Sistemes AIGUA-AIRE: Son similars a l'apartat anterior, excepte que la calor s'absorbeix directament a l'aire en el cas de refredadores o se cedeix en el cas de Bombes de calor.

4.4.2.1 Canvi de màquina frigorífica.

Una altre dels casos més directes es produeix als hotels que no disposen del fraccionament de potència adequat a les necessitats de la instal·lació, i no es dissenya un control adequat perquè es fraccioni correctament la seva potència i facin que la instal·lació funcioni al màxim rendiment. Com major és una planta frigorífica, millor és la seva eficiència i millor és el fraccionament de la seva potència.

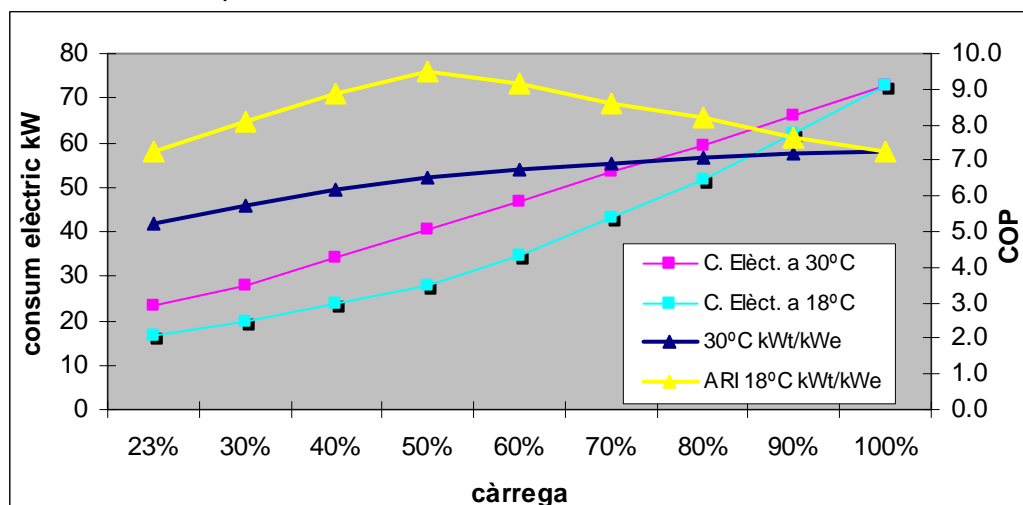


Figura 4.4.5. Consum elèctric d'una planta frigorífica Aigua-Aigua en funció de les càrregues. Font; Catàleg Carrier

Rendiments de màquines frigorífiques a diferents temperatures de condensació i a diferents càrregues. En aquest cas una mateixa màquina condensant a 18°C, el seu màxim rendiment està al 60% de la càrrega i condensant a 30°C els seu màxim rendiment està a al 100% de la càrrega.

Les dimensions de la màquina també influeix molt, generalment quan més gran és una màquina més eficient és i més permet fraccionar la potència.

Potència de la màquina (kWt)	E.R.R. a plena càrrega (kWt/kWe)	IPLV* E.R.R. (kWt/kWe)	Eficiència a plena càrrega (kW/ton)	IPLV* Eficiència (kW/ton)
> 527.4	4.45	5.17	0.79	0.68
527.4 1054.8	4.88	5.58	0.72	0.63
< 1054.8	5.49	6.17	0.64	0.57

*IPLV = integrated part-load value.

Taula 4.4.5. Eficiència de les màquines en funció de la seva potència. Font; ASHRAE 90.1-2001

Actualment també hi ha fabricants que permeten que dues màquines se comportin com una de sola, amb el propi software de la màquina. D'aquesta manera se poden aconseguir fraccionaments de potència, fins i tot majors que amb una màquina gran. A la taula següent podem veure que la màquina 200 és millor que la 190, en tots els aspectes, eficiència, n. d'etapes,..., fins i tot permet arribar a una potència menor, però en aquest cas seria millor instal·lar dues 100.

Model 30HXC	200	190	175	100	80	2x100	2x80
Capacitat frigorífica nominal	707	638	604	345	290	690	580
Pes en funcionament	3873	3179	3083	2302	2274	4604	4548
Compressors semihermètic, tornavis bessons							
Quantitat de Circuits A	2	1	1	1	1	2x1	2x1
Quantitat de Circuits B	1	1	1	1	1	2x1	2x1
Control de capacitat							
No. d'etapes de control	8	6	6	6	6	12	12
Capacitat de pas mínim	14%	21%	21%	21%	19%	11%	10%
Potència mínima	98.98	133.98	126.84	72.45	55.1	72.45	55.1
Potència elèctrica	154	141	133	74	59	148	118
E.R.R. cond. a 30-35°C	4.59	4.52	4.54	4.66	4.92	4.66	4.92

Taula 4.4.6. Eficiència de les màquines Aigua-Aigua en funció de la potència. Font; Catàleg Carrier

4.4.2.2 Canvi de sistemes de condensació. màquina frigorífica.

Sistemes aire-aigua a aigua-aigua o de recuperació parcial de calor.

A fi d'evitar un consum elèctric excessiu, amb la finalitat de tenir una instal·lació més sostenible i incorporant els criteris ambientals en la part energètica, se pot utilitzar sistemes de condensació amb aigua, tant per a la producció d'ACS, esclafament de piscines i altres usos tèrmics dins el propi hotel com amb la condensació amb sistemes geotèrmics. En edificis existents suposa un canvi important, ja que s'han de substituir les plantes refredadores convencionals, tipus AIRE-AIGUA (per condensació d'aire) per una màquina de Quatre cicles, tipus AIGUA-AIGUA, de la mateixa potència. Tot i que suposa un cost importat, aquest canvi suposa millorar el COP dels equips frigorífics de 2.22 fins al a 5.07 si es condensa a 25°C, amb un estalvi importat del consum d'energia elèctrica.

Condensació						
30°C/ 35°C.	Potència elèctrica consumida	154	141	133	74	59
	E.R.R.	4.59	4.52	4.54	4.66	4.92
45/50°C	Potència elèctrica	223	212	192	108	87
	E.R.R.	3.17	3.01	3.15	3.19	3.33
68°C	Potència elèctrica	278	287	229	136	108
	E.R.R.	2.54	2.22	2.64	2.54	2.69

Taula 4.4.7 Consum elèctric de les màquines Aigua-Aigua en funció de la temperatura. Font; Catàleg Carrier

Els sistemes geotèrmics, poden ser de circuit obert o tancat. Condensant amb aigua de pou, rius, llacs o marina, en aquest casos s'ha de disposar d'una autorització administrativa per part del departament de Medi Ambient. També poden ser circuits tancats, amb un sistema de tubs disposats horitzontalment sota el terra o amb tubs disposats verticalment amb pous. En aquest segon cas, al ser un circuit tancat no necessiten cap tipus d'autorització, ja que no afecten als aqüífers, tot i que són lleugerament més cars. Aquests sistemes permeten combinar també la calor de condensació amb un sistema de recuperació de calor per a la producció d'aigua calenta, això suposa un estalvi important en el consum de Gasoil, però pot penalitzar el consum elèctric, ja que al fer condensar els equips frigorífics a més temperatura el COP es manté en 2.52.

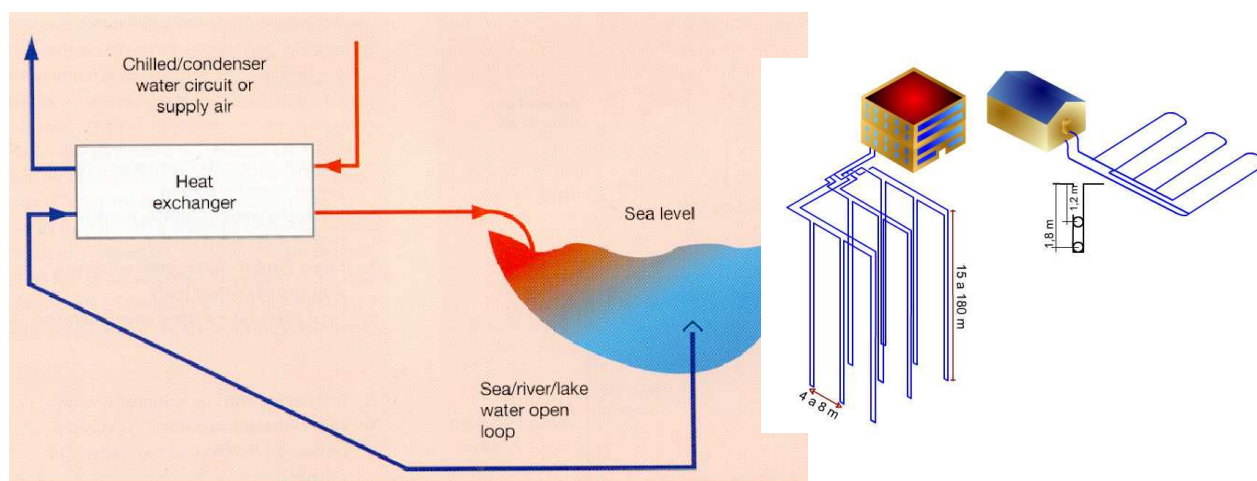


Figura 4.4.6-Sistemes de condensació geotèrmica. Font; CIATESA – ASRHAE

Optimització energètica

Una de les avantatges de l'ús d'equips aigua-aigua utilitzant com a embornal ambiental ("sumidero") el terreny és sense cap mena de dubte el major rendiment frigorífic. Per a demostrar-ho recordem en primer lloc el concepte de C.O.P. teòric en la màquina de Carnot. On les temperatures del focus fred (evaporador) i del focus calent (condensador) expressades en °K. Per la qual cosa, com major sigui la temperatura del focus fred i menor la del focus calent millor rendiment s'obté, respectant sempre les limitacions frigorífiques imposades per la vàlvula d'expansió. Comparant un equip aire-aigua amb un equivalent terra-aigua en les condicions que s'exposen,

Cicle de calor:

Equip Aire – Aigua:

T ambient: 0°C bh

T evaporació: -9°C

T aigua: 40 / 45°C

T condensació: 50°C

Equip Terra – Aigua:

T aigua condensació: 40 / 45°C

T condensació: 50 °C

T aigua evaporació: 5 / 10°C

T evaporació: 0 °C

El COP real obtingut en l'equip aire-aigua, és de 2,5 front al 3,4 de l'equip terra-aigua, i pot arribar a ser de 5,1 en equips aigua-aigua, ja que segon les dades experimentals els pous estan a una temperatura constant de 19,5°C. Aquest COP es instantani i pot ser menor que l'estacional, on ha de tenir-se en compta la variació de temperatura durant el dia i de l'estació, a més a més dels períodes d'inversió de cicle per desgebrament ("desescarhe") en el cas de l'equip aire – aigua. En aquest sentit la bomba de calor aigua-aigua té un comportament molt estable donat que a distàncies petites de la superfície la variació de temperatura es petita davant variacions molt grans a l'ambient.

Cicle de fred:

Equip Aire – Aigua:

T ambient: 40°C bs

T condensació: 58°C

T aigua: 7 / 12°C

T evaporació: 2°C

Equip Terra – Aigua o Aigua-Aigua:

T aigua condensació: 20 / 25°C

T condensació: 25-35°C

T aigua evaporació: 7 / 12°C

T evaporació: 2°C

Per validar aquests tipus de tecnologies, es va participar en el disseny de l'Hotel "Los Mirlos" i "Los Tordos" tenia previst l'ampliació de la instal·lació d'aire condicionat a totes les habitacions i plantes nobles del complexa. Si es tractàs d'un hotel convencional, d'acord a l'estàndard establert, les fonts d'energia serien electricitat per a motors, il·luminació i climatització-refrigeració, gas per la cuina, calefacció i producció d'aigua calenta sanitària. En base al consum d'altres hotels, el consum degut a la implantació de climatització a les habitacions incrementarà els consum energètics entre 3-5 kWh per estància. Suposant una ocupació semblant a la de l'any auditat, segons es proposa a la taula següent s'ha fet un estudi dels

consum energètics estimats, que suposarien un increment del 26% en el consum energètic i del 30% en els costos dels dos hotels respecte a la que tenien sense climatització.

		GASOIL	(GLP)	ELECTRICITAT	TOTAL
MES	estades	kWh	kWh	kWh	kWh
GENER	0	0	0	3.843	3.843
FEBRER	0	0	0	3.292	3.292
MARÇ	0	0	0	5.281	5.281
ABRIL	1.312	7.386	5.853	26.532	39.771
MAIG	21.822	122.853	7.328	134.681	264.862
JUNY	34.730	195.523	25.253	347.300	568.076
JULIOL	33.614	189.240	41.573	403.368	634.181
AGOST	44.115	248.359	22.541	485.265	756.165
SETEMBRE	28.144	158.445	32.884	295.512	486.841
OCTUBRE	12.295	69.218	15.429	67.791	152.438
NOVEMBRE	0	0	0	0	0
DESEMBRE	0	0	0	0	0
TOTAL ANUAL	176.032	991.026	150.861	1.772.865	2.914.752

Taula 4.4.8- Estimació de consums amb un sistema de climatització estàndard.

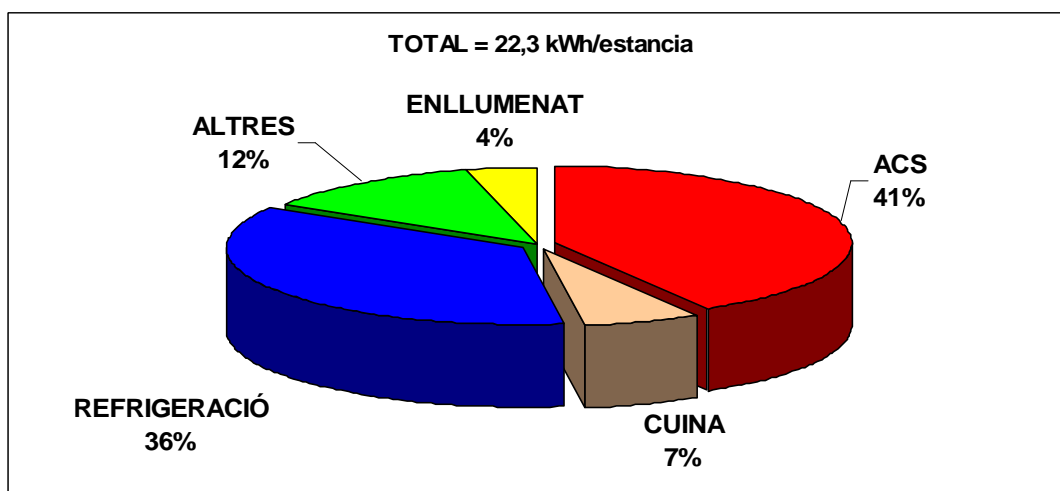


Figura 4.4.7.-Consum per usos amb climatització. Font; Auditories energètiques i elaboració pròpia.

Es pot veure que la instal·lació d'equips de climatització, augmenta el confort dels clients, però també suposa un augment en el consum energètic i els seus costos, a més de variar els percentatges per usos que suposa un increment dels serveis de l'hotel.

Estudiant les dades utilitzades a l'apartat anterior, i suposant una ocupació semblant a la de l'any auditat, es pot fer un estimació dels consum energètics estimats amb les màquines de quatre cicles (aigua-aigua) i els equips existents (aire-aigua). La condensació es farà per aigua de pou i es combinarà amb recuperació de calor per a la producció d'aigua calenta sanitària. S'han avaluat els 'increment de consum elèctric que suposa en la instal·lació elèctrica.

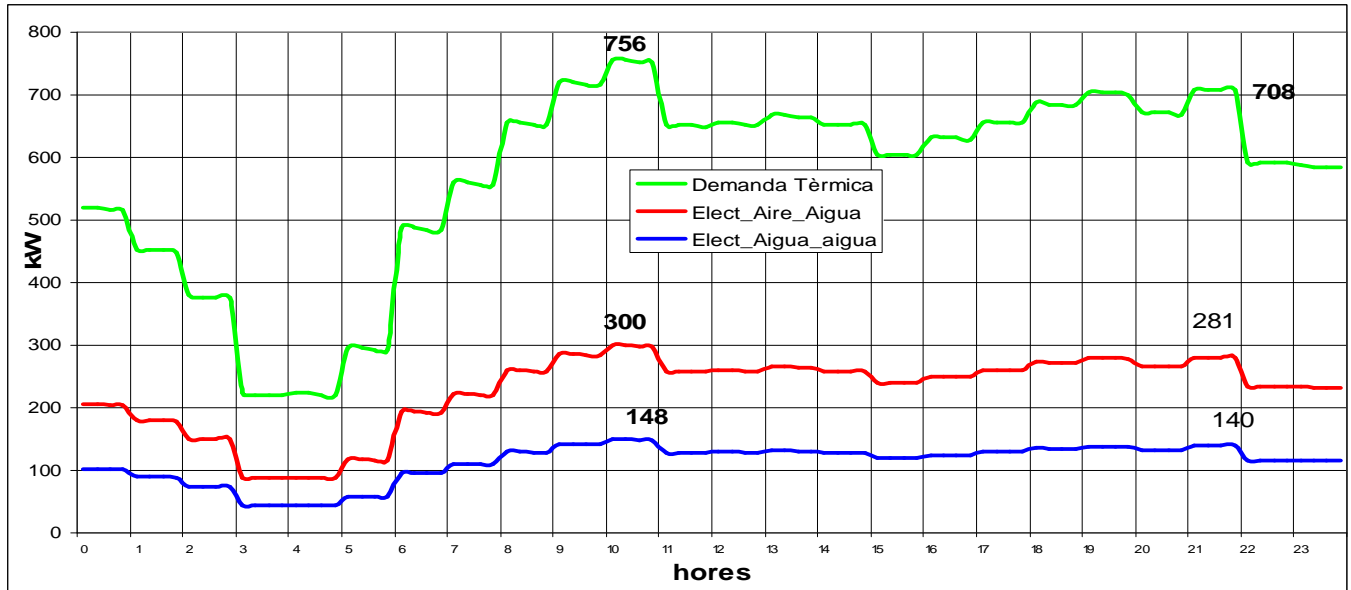


Figura 4.4.8a.- Estimació dels consums elèctrics dels equips de climatització enfront a les càrregues tèrmiques en un dia del mes d'agost en un dels edificis. Los Mirlos.

L'estalvi energètic és més elevat a les hores de més demanda tèrmica, que coincideixen amb les hores on les companyies elèctriques penalitzen (10-14h) (18-22 h). La qual cosa implica un estalvi econòmic en la el recàrrec, tant de màxime com de consum en hora punta que imposaria l'empresa subministradora. A més minimitza l'impacte en les puntes de consum per la xarxa elèctrica. Tot i que només es disposaran dues màquines frigorífiques aigua-aigua, per a l'ampliació, la refrigeració es preveu realitzar sempre prioritant el sistema més eficient enfront al sistema aire-aigua, d'aquesta manera es tindrà una màxima producció d'A.C.S. i un mínim consum elèctric en tot moment.

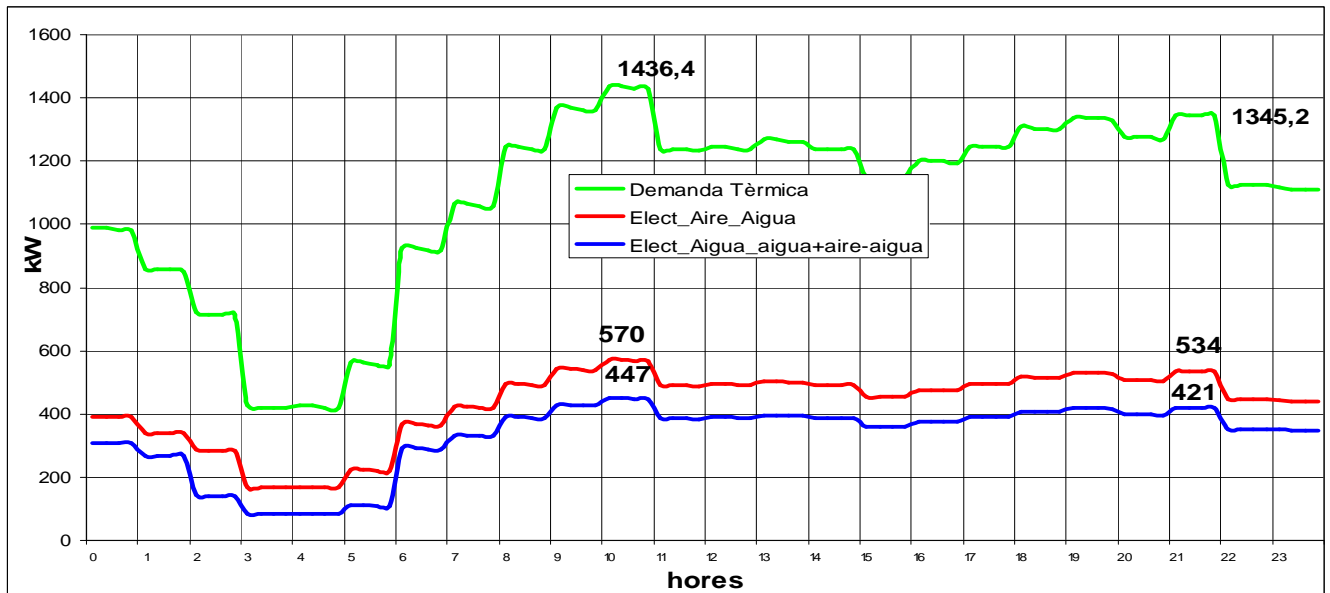


Figura 4.4.8b.- Estimació dels consums elèctrics dels equips de climatització enfront a les càrregues tèrmiques en un dia del mes d'agost en els dos edificis

Els sistemes d'equips de climatització amb recuperació de calor ja fa anys que s'instal·len als hotels, produint uns estalvis importants en els consums de combustibles fòssils, en el nostre cas és gasoil. El sistema proposat a part de d'aprofitar l'energia geotèrmica dels pous de captació també disposarà d'un sistema de recuperació de calor per a la producció d'aigua calenta. Aquest sistema serà més interessant en funció de l'hora del dia en que es produeixi. En la següent figura s'han avaluat els rendiments energètics dels equips en funció de la temperatura de condensació de l'aigua, que serà semblant a la temperatura de producció d'ACS. Es pot veure clarament que la recuperació de calor és interessant fins als 50°C, a partir dels quals l'eficiència energètica total del sistema deixa de ser interessant. S'ha de tenir en compte que la recuperació a altes temperatures si no es complementa amb equips frigorífics estàndards pot penalitzar el confort dels usuaris.

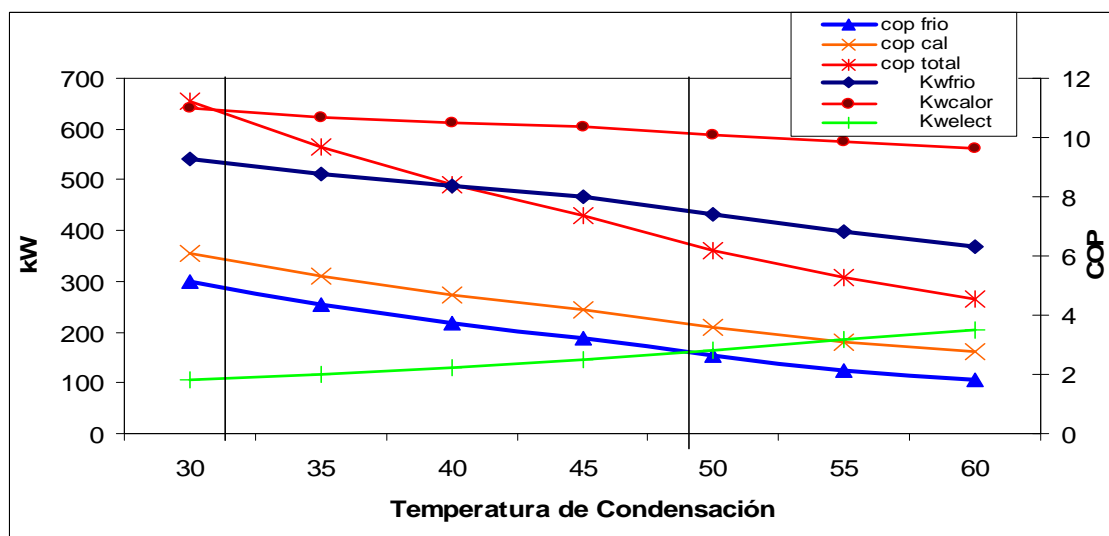


Figura 4.4.9.- Comparatiu de l'eficiència energètica

Tot i que sempre hi haurà un estalvi econòmic, ja que sempre és més rentable aprofitar el calor de les plantes refredadores abans que llençar-lo a l'aire, és interessant veure que a determinades hores del dia s'haurà de canviar la Temperatura de consigna dels equips per tenir més estalvi econòmic, amb l'inconvenient que es tindrà menys temperatura, tot i que vendrà compensat per a una major temperatura d'acumulació de l'ACS a altres hores. S'ha de tenir en compte també que la temperatura de servei d'ACS se complementarà sempre amb un consum de gasoil per arribar a les temperatures mínimes que marca la legislació vigent, a fi d'evitar possibles focus de legionel·la. En la següent figura s'han avaluat els estalvis econòmics respecte a un sistema convencional (Aire-Aigua) i el rendiment energètic dels equips.

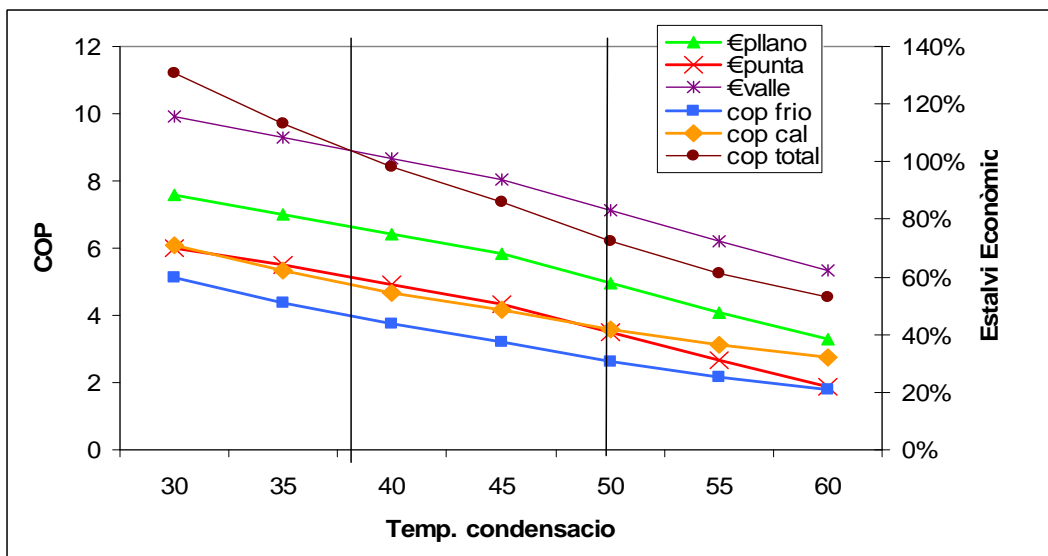


Figura 4.4.10.- Estalvi econòmic respecte el consum elèctric i tèrmic

L'estalvi en la producció d'aigua calenta pot arribar a ser entre 100 € i 125 € per dia de funcionament en una dels hotels, que es tradueix en més de 15.000 € durant la temporada. Això mateix aplicat als dos hotels en dona un estalvi potencial de més de 30.000 € durant tota la temporada estival. Si afegim el fet de que la producció d'ACS en aquests dos hotels es fa amb Gasoil, el qual cada any esta sofrint uns increments de preu més elevats, fa que sigui una opció encara més interessant.

Mes	Consum kWh	Maxímetre W	Pla kWh	Punta kWh	Vall kWh	Reactiva kVArh	TOTAL FACTURA
Gener	3.843	10.000	403	400	2.640	1.500	941,9
Febrer	3.292	10.000	1.294	400	1.520	1.500	946,5
Març	5.281	268.900	2.408	642	2.342	6.000	1.287,4
Abril	26.532	577.400	12.712	3.600	10.240	15.000	3.879,1
Maig	134.681	533.000	71.484	22.080	41.200	19.191	11.349,5
Juny	279.292	742.800	83.053	59.533	136.706	39.797	22.526,0
Juliol	322.365	902.800	101.717	74.332	146.316	45.935	27.319,6
Agost	383.271	902.800	112.219	77.690	193.362	54.613	30.357,4
Setembre	248.392	742.800	78.045	55.532	114.816	35.394	20.756,0
Octubre	67.791	432.000	31.300	15.959	38.534	9.660	5.672,1
Novembre	1.000	10.000	0	0	0	0	770,8
Desembre	1.000	10.000	0	0	0	0	770,8
							126.577,2

Taula 4.4.9.- Estimació de consums elèctrics amb un sistema de climatització aigua-aigua.

		GASOIL	(GLP)	ELECTRICITAT	TOTAL
MES	estades	kWh	kWh	kWh	kWh
GENER	0	0	0	3.843	3.843
FEBRER	0	0	0	3.292	3.292
MARÇ	0	0	0	5.281	5.281
ABRIL	1.312	7.386	5.853	26.532	39.771
MAIG	21.822	122.853	7.328	134.681	264.862
JUNY	34.730	97.761	25.253	279.292	402.306
JULIOL	33.614	94.620	41.573	322.365	458.558
AGOST	44.115	124.179	22.541	383.271	529.991
SETEMBRE	28.144	79.223	32.884	248.392	360.499
OCTUBRE	12.295	69.218	15.429	67.791	152.438
NOVEMBRE	0	0	0	0	0
DESEMBRE	0	0	0	0	0
TOTAL ANUAL	176.032	595.242	150.861	1.474.740	2.220.843

Taula 4.4.10.- Estimació de consums amb un sistema de climatització amb condensació per aigua de pou i recuperació de calor per ACS

L'estalvi energètic global, respecte un sistema convencional seria de més d'un 24%, això suposa que l'increment energètic seria, fins i tot uns 4% inferior al que es tenia abans d'instal·lar-se els equips de climatització. A més suposaria un estalvi de quasi 700 MWh/any, si a més es té en compte que el rendiment actual de les centrals elèctriques de les Illes Balears és inferior als 40%, hi ha uns estalvis ambientals afegits, amb una reducció considerable de tones de CO₂.

Complementant les plantes frigorífiques previstes en el projecte inicial, que donen servei a una part de l'establiment turístic, amb les dues noves plantes de quatre cicles refrigerades per aigua de pou, es pot assolir un estalvi d'uns 50.000 € si es prioritza la producció frigorífica amb les màquines aigua-aigua. El sobrecost en la perforació dels pous de captació i evacuació d'aigua marina, sistema de bescanviadors, bombes d'aigua i l'habitació prototip s'estima en uns 150.000 €, el que suposarà una amortització d'uns tres anys. Si no es tingués en compte el sobrecost d'equips frigorífics, el cost inicial hauria estat inferior a 60.000 €, amb una amortització de quasi un any.

	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA AIGUA-AIGUA
GASOIL	59.461,50 €	35.714,49 €
GN- GLP	7.543,05 €	7.543,05 €
ELECTRICITAT	145.906,79 €	121.371,10 €
	212.911,34 €	164.628,65 €

RESUM DE CARACTERÍSTIQUES DE LA INSTAL·LACIÓ

Hotel de quatre estrelles

- **Habitacions; 668**
- **Combustibles; Gas(GLP), Gasoil, Electricitat**
- **Potència Tèrmica;**
 - **Calderes 2x 930 kW = 1860 kW**
 - **Màquines convencionals 3x 280 kWt = 840 kWt**
 - **Màquina de Quatre cicles 2x 413 kWt (30HXC-120) = 826kWt**
- **Funcionament; 180 dies/any**
- **Acumulació Aigua : Tres tancs de 4.500 L = 13.500 L.**
- **Usos; ACS, Calefacció i Climatització**
- **Estalvi respecte un sistema convencional**
 - **Energètic; 690 MWh/any**
 - **Reducció del consum d'energia; 24%**
 - **Estalvi Econòmic; 50.536 €**
 - **Cost de la Inversió; 157.332,20 €**
- **Amortització estimada; 3 anys**

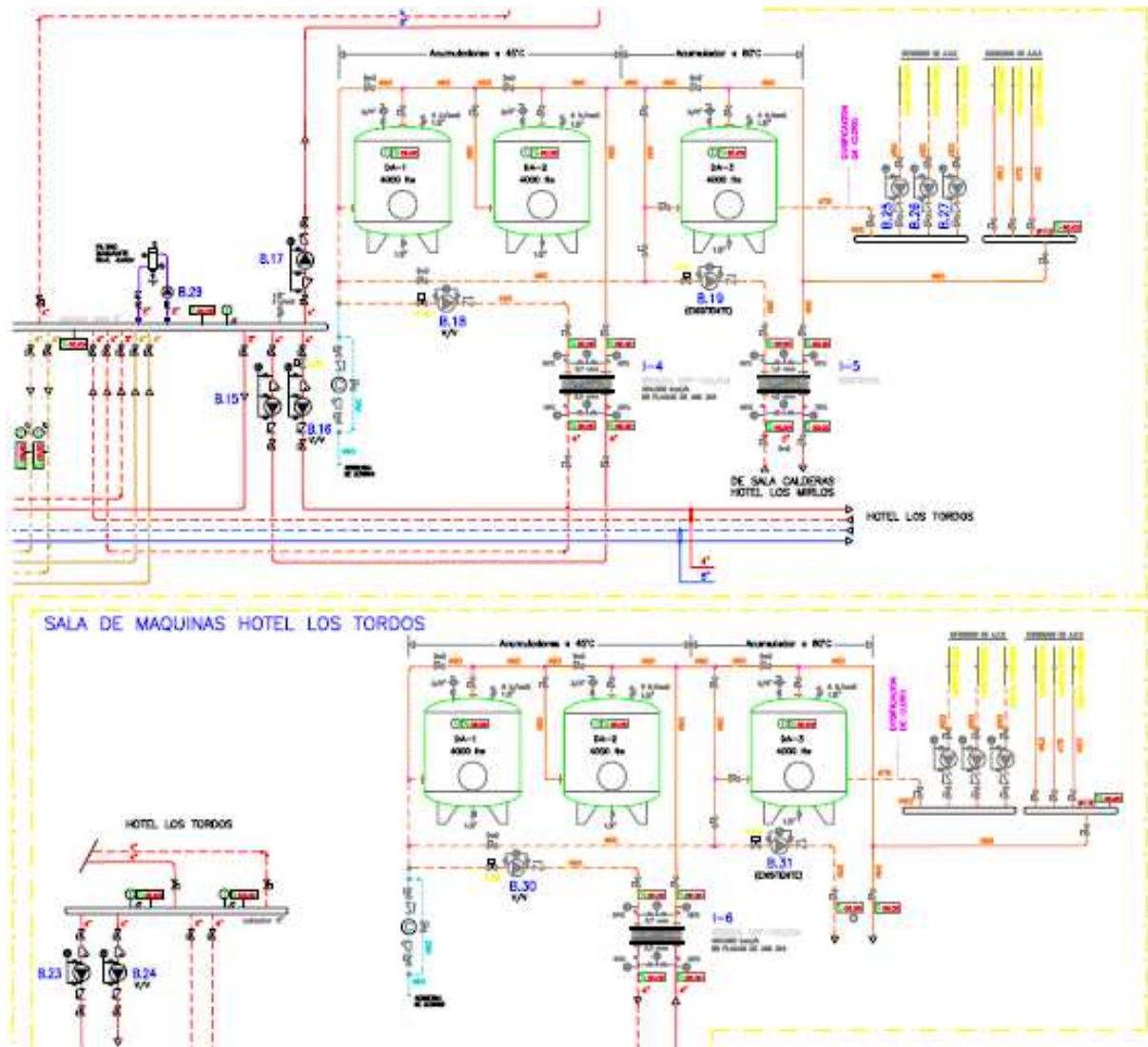


Figura 4.4.11.- Esquema de principi de la instal·lació de producció d'ACS

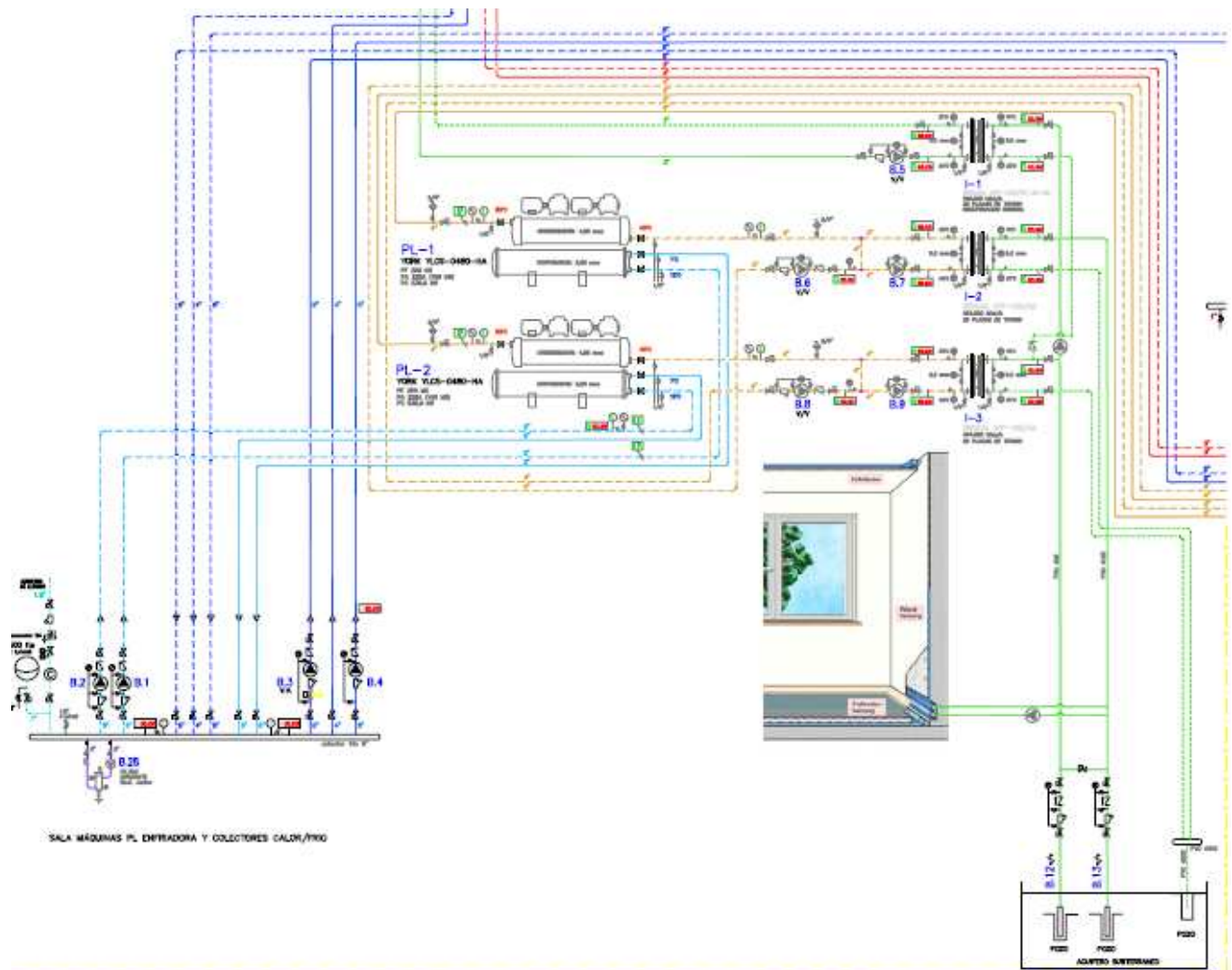


Figura 4.4.12.- Esquema de principi de la instal·lació de refrigeració

La instal·lació de climatització es va finalitzar al maig del 2006 i es varen poder avaluar els consums reals i validar com passant d'uns sistema convencional de Climatització amb Refredadores Aire-aigua i Calderes de Gasoil per a la producció d'ACS, va canviar a un sistema Aigua-aigua i recuperació de calor per a la producció d'ACS, baixant el consum de calor els mesos d'estiu un 96%, gairebé el doble del que s'havia estimat. El consums elèctrics varen augmentar, ja que es va climatitzar el doble de dependències, tal com s'havia estimat, i corregint l'ocupació real fou un 5% superior al que s'havia estimat els mesos d'estiu. Si l'hotel s'hagués climatitzat amb un sistema convencional s'hagués augmentat un 46% el consum elèctric anual, en canvi amb el sistema Aigua-aigua només es va augmentar un 23%.

Comptant l'increment de preus que va sofrir el gas-oil i l'electricitat, van fer que la instal·lació s'amortitzés en menys d'1.5 anys, la meitat del que s'havia previst.

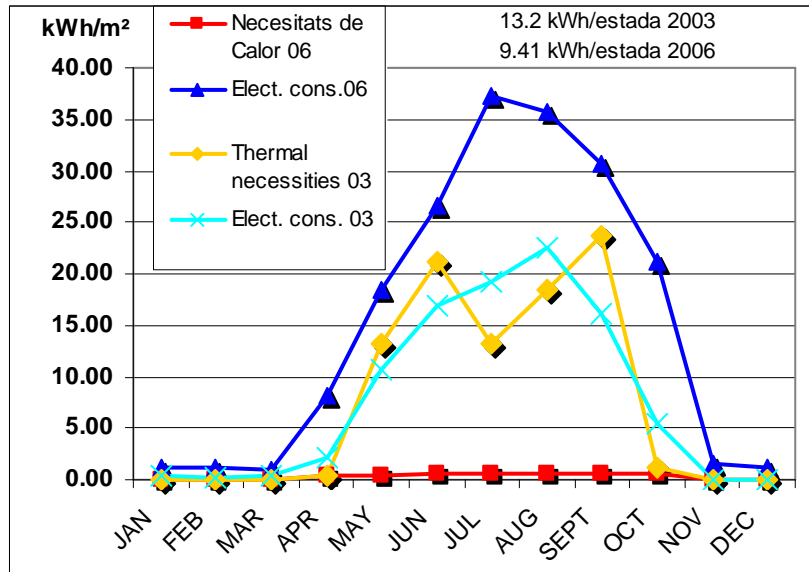


Figura 4.4.13 Modelització d'un Hotel amb Climatització. Font; Elaboració pròpia. 2003-2006

4.4.2.3 Sistemes absorció i adsorció.

Un canvi tecnològic important són els sistemes d'absorció i adsorció, els quals són sistemes amb menys elements mecànics que els d'expansió-compressió convencionals, tot i que per la complexitat de la maquinària i dels sistemes auxiliars, requereixen un nivell tecnològic de manteniment major (torres de refrigeració,..) i que les mides siguin majors que les d'expansió directa, han fet que no s'hagin imposat respecte als de compressió convencionals, i els preus per mides petits son molt elevats.

	simple efecte	simple efecte	doble efecte	doble efecte
medi	aigua calenta	aigua sobreesc.	aigua sobreesc.	vapor
temperatura/pressió generador (°C)	95-75 95-85	130-83 130-80	150-187	140-185 1.5 bar
T im/ret fred (°C)	6-12	6-12	4.5 - 15	6-12
T im/ret refrigeració (°C)	15-35 27-35	15-32 27-35	15-40 27-35	26-34
potència (kW)	35-6000	300-4900	1300-7000	350-5000
COP	0.6-0.75	0.72-0.75	1-1.15	1-1.2

Taula 4.4.11. Comparativa de característiques de funcionament de màquines d'absorció. Font; Hans Schweiger.

En aquest cas s'han d'utilitzar màquines d'absorció que per norma general són molt més cares que els sistemes convencionals a compressió, tot i que a partir d'una certa potència són força competitives i amb preus molt semblants, i a mig plaç són fins i tot més rentables.

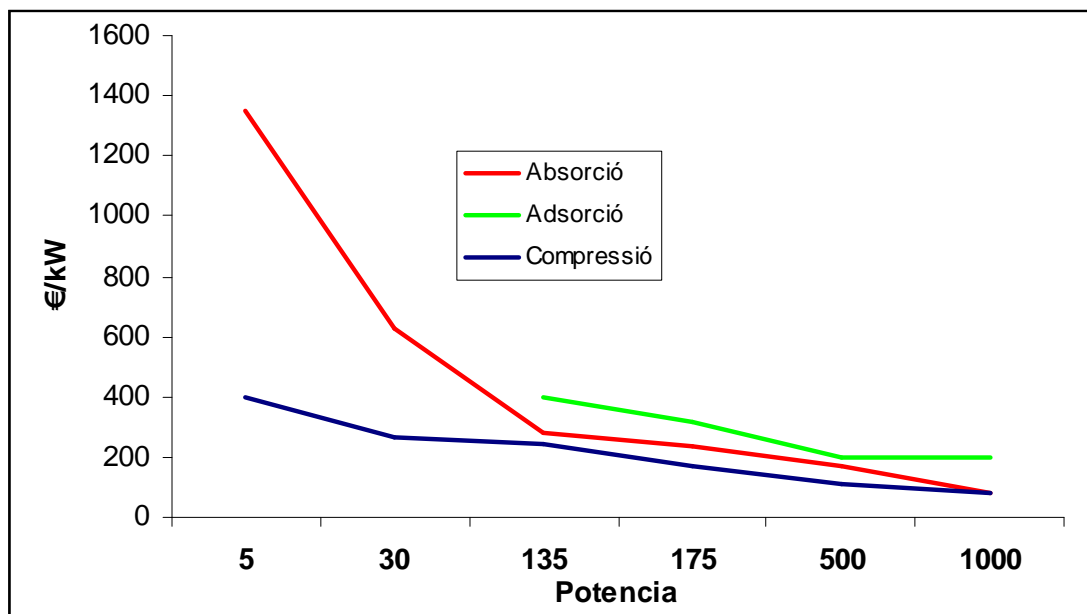


Figura 4.4.14. Preus de màquines frigorífiques en funció de la potència. Any 2007

Exemple de substitució d'una màquina de refrigeració a compressió per una d'absorció a gas.

Exemple de dues màquines d'Absorció – Compensió de 422 kWt instal·lades en un Edifici.			Compressor Sistema Tornavís Elèctric	Sistema Absorció
Potència Tèrmica Demandada		kWt	844	844
Potència Elèctrica				
Equips	Màxima	kW	192	5
Auxiliars	Màxima	kW	32	40
Hores anuals d'operació a plena carga		hs/any	1000	1000
Consum d'energia elèctrica				
Potència	Contractada Fora de Punta	kW		
	Contractada Punta	kW		
Energia Elèctrica		kW/any	224,000	45,000
Consum Gas Natural		Nm ³ /any	0	76,800
Tarifes Aplicades				
Energia Elèctrica	Tarifa N°3 – MT			
Potència	Fora de Punta	\$/kW	2.92	2.92
	Punta	\$/kW	4.67	4.67
Energia		\$/kWh	0.0365	0.0365
Impostos	Capital		6.38%	6.38%

Gas Natural	Tarifa S.G.P.				
	Fins a	1000Nm ³	\$/Nm ³	0.13430	
	Els següents	8000 Nm ³	\$/Nm ³	0.12548	
	Resta		\$/Nm ³	0.11667	
	Càrrec Factura		\$	12.7288	
	Promig		\$/Nm ³	0.12455	
Impostos	Capital			2.60%	
Costos Operatius Anuals					
Energia Elèctrica			\$/any	\$30400	\$6100
Gas Natural			\$/any	0	\$9600
Cost Total Anual			\$/any	\$30400	\$15700
Estalvi Operatiu			\$/any		\$14700

Taula 4.4.12. Costos de funcionament d'una màquina d'absorció en front a una de compressió. Font; ASRHAE.

La màquines d'absorció són molt utilitzades en llocs on és difícil obtenir un augment de potència elèctric o ens grans instal·lacions. Les seves potències i dimensions són molt variades en funció si són de simple etapa, doble etapa, amb condensador sec ("drycooler") incorporat o refrigerades per aigua, les quals necessiten una torre de refrigeració o un sistema alternatiu de refrigeració de l'aigua.

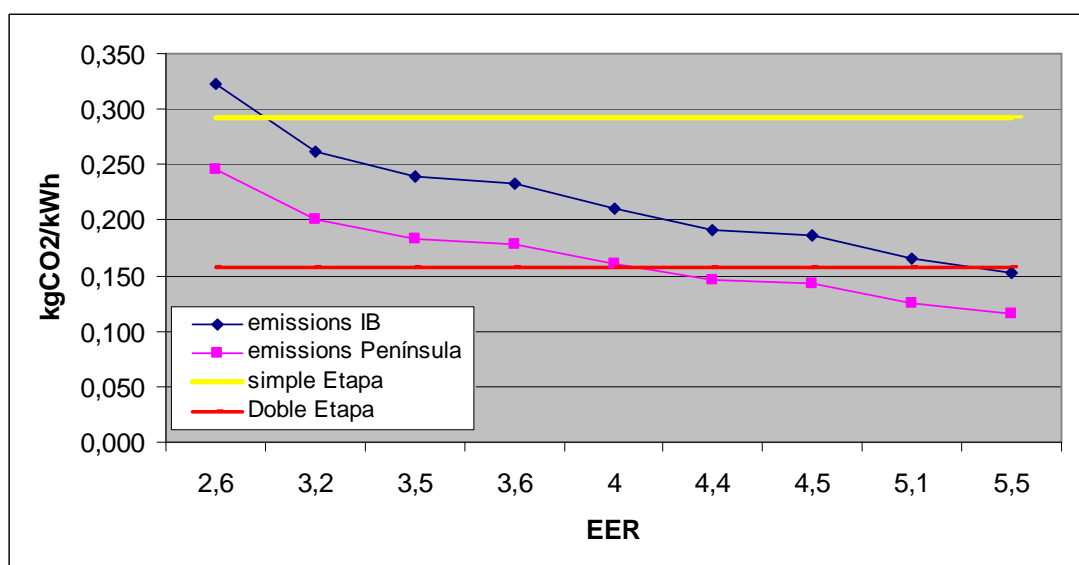


Figura 4.4.15. Comparació d'Emissions de CO₂ Absorció a Gas (simple i doble etapa) vs. Expansió Directe amb Electricitat a les Illes Balears i a la Península.

Des del punt de vista ambiental les màquines d'absorció, en funció del rendiment de la màquina d'expansió directa i el mix elèctric de la zona poden tenir menys emissions de CO₂ per unitat d'energia. Tot i que per equips amb un bon rendiment elèctric de refrigeració només els equips d'absorció a doble etapa poden competir amb emissions amb els sistemes d'expansió directa. A més s'ha de tenir en compte que el mix elèctric Espanyol degut a la incorporació cada

vegada més de sistemes més eficients i d'energies renovables està baixant el seu indicador de kg CO₂/kWh.

A nivell comercial estan a punt de sorgir màquines de triple etapa, que tenen un COP proper al 1,8, que encara faran més viables els sistemes d'absorció, tant amb solar tèrmica, com amb cogeneració i amb flama directa.

4.4.3 Sistemes de Cogeneració, Trigeneració.

Les Illes Balears, al igual que la majoria de Comunitats de l'estat Espanyol, han sofert un increment molt elevat del consum energètic. Només en el període 1996-2006 va suposar un increment del consum elèctric de més del 75%. Aquest gran increment ha estat degut per una part al increment de població, increment de l'activitat econòmica i en gran part degut a l'elevat confort que cada dia requereixen els sectors residencial i dels establiments turístics.

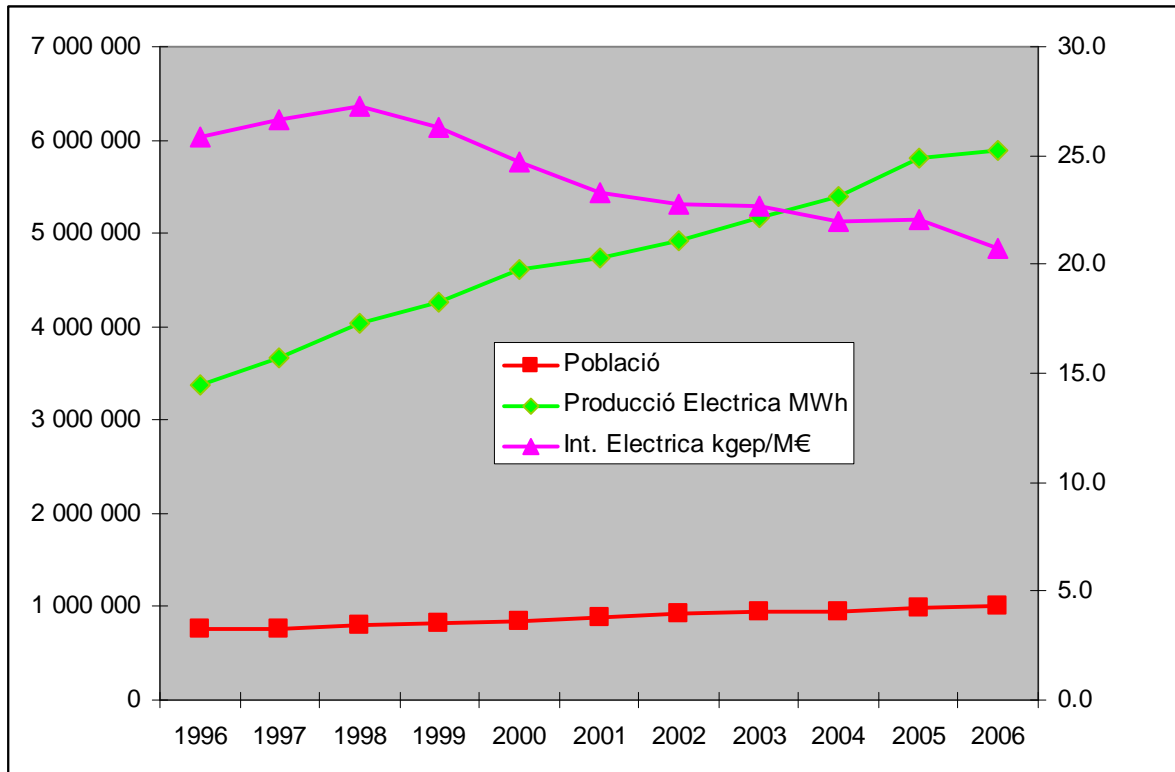


Figura 4.4.16. Població, consum elèctric i intensitat elèctrica. Font:CAIB i elaboració pròpia . Anys 1996-2006

Aquest gran increment ha superat l'escenari de creixement més elevat que havia fet el Govern i les empreses elèctriques. Aquest creixement és insostenible, ja que per molt que s'incrementi les plantes de producció i la xarxa de distribució no es podrà abastar la demanda si es segueix creixent al mateix ritme. Tot i que, al igual que ha passat a la resta d'Europa, hi ha hagut una disminució constant de la intensitat energètica Elèctrica, és a dir, que el increment del consum elèctric es inferior al increment del PIB.

En els propers anys l'enduriment de la legislació, juntament amb l'augment de les tarifes (degut a l'encariment dels combustibles fòssils), l'augment de les energies renovables i l'ús més racional que s'haurà de fer en el futur de l'energia canviarà la tendència a l'alça de la darrera dècada, per un creixement més moderat. Les línies bàsiques de planificació energètica hauran d'anar amb un ús racional de l'energia; menor consum, major eficiència i més presència de renovables. També passaran per una major diversificació energètica, ja que els darrers anys, els baix preu de l'energia elèctrica i de la instal·lació d'aparells ha fet que sobretot a nivell

domèstic i de serveis l'única font de subministra sigui l'electricitat, abandonant el gas o el gasoil per usos tèrmics.

Les Illes Balears disposen de dues xarxes de generació, transport i distribució elèctrica, Mallorca-Menorca i Eivissa-Formentera, que en el futur deixaran de ser sistemes aïllats i s'unificaran al sistema elèctric peninsular.

CENTRALS	Tecnologia	Energia produïda 2003 (MWh)	Potència 2003 (MW)	Energia produïda 2006 (MWh)	Potència 2006 (MW)	% MWh/MWh
Sant Joan de Déu (desmantellada 2005)	Fuel	191.620	195			
Son Molines (desmantellada 2007)	Turbina de Gas	1.975	64.0	1.975		
Alcúdia	Vapor –Carbó	3.556.220	510.0	3.110.219	510.0	53%
	Turbina Gas		75.0		120.0	
Son Reus I	Planta d'incineració RU	342.390	20.0	134.713	20.0	2,3%
Cas Tresorer(des del 2.006)	Turbina Gas +Vapor (C.C.)	-	-	1.398.067	450	24%
Son Reus II (des del 2.003)	Turbina Gas +Vapor (C.C.)	-	387		387	
Maó	Grup de Diesel (Fuel)	222.540	47.4	222.540	47.4	8,1%
	Turbina gas (gasoil)		76.0		76.0	
Mallorca-Menorca		4.314.745	1374.4	4.314.745	1610.4	87%
Eivissa	Fuel	599.374	193	599.374	193	12%
Formentera	Grup de Gasoil	11	14	11	14	1%
Eivissa-Formentera		599.385	207	599.385	207	13%
Total Illes Balears		4.914.130	1581.4	4.914.130	1817.4	100%

TAULA 4.4.13 . Prod. Elect. a les Illes Balears. Font; Gesa-Endesa, REE, DGE . Any 2002-2006

Actualment la major part de l'electricitat a les Illes Balears es fa amb carbó (quasi el 53%) i la resta amb Gas-oil o Fuel, tot i que s'esperava que amb l'arribada del Gas es canviaria la tendència, la seva tardança en l'execució i alguns problemes tècnics i de planificació a l'empres de generació elèctrica, han fet que no s'hagi cobert les expectatives del Pla Director Sectorial d'Energia de les Illes Balears. El carbó és la font de combustible fòssil més contaminant, tant amb emissions de CO₂ com amb partícules. La planificació energètica preveu una substitució progressiva del carbó en els propers anys amb l'arribada del gasoducte.

**Configuració de potències instal·lades per tipus de combustible.
Sistema Mallorca–Menorca. 2010**

ILLA	CENTRAL	COMBUSTIBLE					
		G.N.	CARBÓ	FUELOIL	GASOIL	Inc. RSU	TOTAL
MALLORCA	ALCÚDIA, SON MOLINES, SON REUS I SANT JOAN DE DÉU	770,8	471,8			20,0	1.262,6
	COGENERACIÓ	30,0					30,0
MENORCA	MAÓ			43,8	125,1		168,9
	TOTAL	800,8	471,8	43,8	125,1	20,0	1.461,5
	%	54,8%	32,3%	3,0%	8,6%	1,4%	100,0%

Taula 4.4.14. Previsió de consums segons el PDS d'Energia per el 2010. Font; DGE . Any 2005

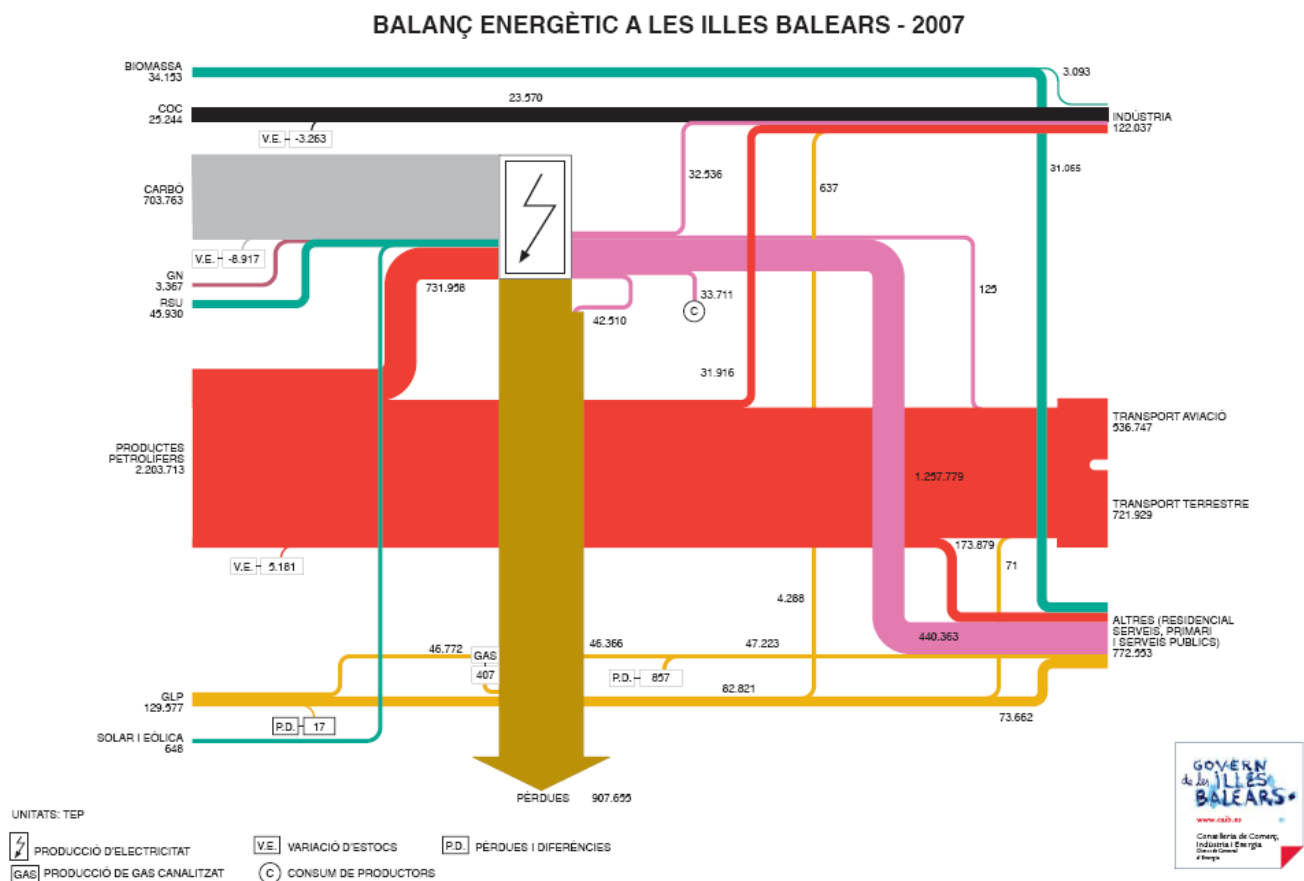


Figura 4.4.17. Diagrama de Sankey del flux energètic de les Illes Balears. Font; DGE . Any 2007

La principal planta tèrmica és la d'Alcúdia, on les turbines de vapor alimentades amb carbó tenen una potència nominal de 450 MW, que és la base del sistema, a més la planta disposa d'una turbina que li permet produir fins a 520 MW incloent 65,4 MW en turbines de gas

consumint gas-oil. També es produeix una bona part de l'energia mitjançant les darreres plantes construïdes de cycle combinat de Son Reus i Cas Tresorer. La resta de l'energia elèctrica es produeix amb 4 petites plantes elèctriques.

El rendiment d'una planta elèctrica de cycle combinat arriben al 55% en condicions ideals, quan les turbines funcionen a ple rendiment i permeten produir vapor amb els gasos d'escapament. Les centrals tèrmiques poden arribar a un 35% i els grups diesels o de gas tenen uns rendiments que no arriben al 45%. Tot i que amb càrregues parcials els rendiment mig anual del sistema elèctric a les Illes Balears està al voltant del 33%. El baix rendiment de la generació elèctrica és degut en gran part a que no s'aprofita el calor del procés, la qual cosa fa que s'hagi de dissipar a l'atmosfera i en funció de les condicions climàtiques variïn els rendiments dels equips. Els inicis de les centrals elèctriques a les Illes Balears estaven fonamentats amb una generació per a cada municipi, totalment distribuïda i centrada en molts de casos en indústries d'alt consum que també feien de generadors per a les llars. Aquest sistema de generació distribuïda fou eliminat amb els anys degut a que les centrals elèctriques al tenir uns efectes molt contaminants, ja que utilitzaven carbó de baixa qualitat, s'allunyaren al màxim dels nuclis de població, és a dir dels llocs de consum, la qual cosa provocà el transport d'energia elèctrica a llargues distàncies. També fou un factor clau la disminució de costos econòmics en la centralització de serveis, a costa d'incrementar el consum energètic de combustibles.

Amb l'aparició de centrals amb més alt rendiment, més compactes, que utilitzen combustibles fòssils més nets (gasoil o gas natural), a fet que les centrals elèctriques s'hagin apropat als nuclis de població, integrant-se un altre cop dins el paisatge urbà.

Si es lliga la producció elèctrica amb un procés amb un alt consum tèrmic, és el que s'anomena cogeneració o trigeneració, amb la qual cosa tenim un doble estalvi, per una part es fa una generació distribuïda en el punt de consum, evitant pèrdues en el transport i puntes de consum en la xarxa i per l'altra un aprofitament del calor residual de la producció elèctrica per a usos tèrmics, evitant haver de cremar altres fonts de combustible o utilitzar més energia elèctrica. A zones amb un alt consum tèrmic o altament industrialitzades són habituals aquest tipus d'instal·lacions. A les Illes Balears degut a que hi ha molt poca presència d'indústria pesant, pràcticament no trobam centrals de cogeneració.

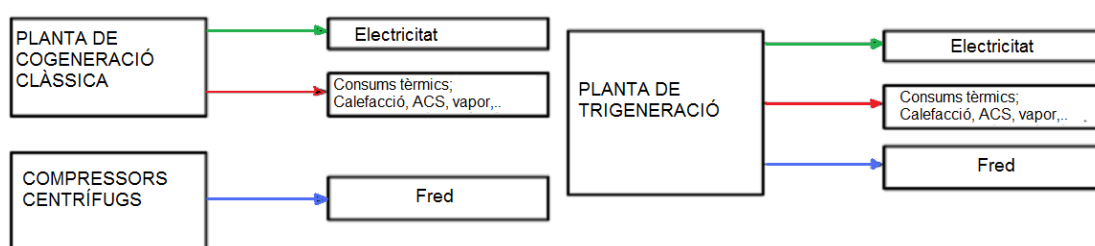


Figura 4.4.18. Esquema de Generació típica d'energia i Cogeneració i Trigeneració.

Font; DGE any 2003

A les Illes Balears hi ha un alt consum al sector residencial i turístic per usos tèrmics (més del 50% del consum d'energia final), tant els mesos d'hivern (calefacció i ACS) com els mesos d'estiu (refrigeració i ACS). La major part del calor es produeix amb gas o gas-oil, mentre que la part de refrigeració es fa mitjançant màquines d'expansió alimentades per energia elèctrica.

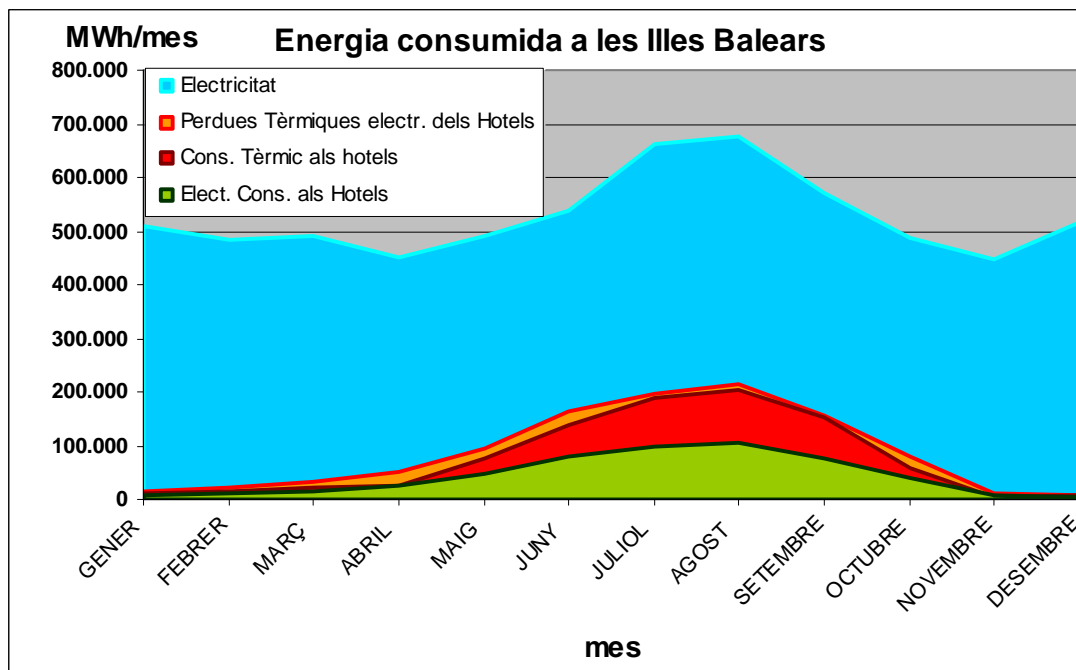


Figura 4.4.19. Consum d'Energia Final per mesos a les Illes Balears i als hotels
Font; Elaboració pròpia i Direcció General d'Energia. Any 2008

En els establiments turístics, on tenim un alt consum energètic per metre quadrat, i una eficiència energètica força elevada, ja que la major part d'ells disposen de sistemes centralitzats amb equips mitjanament eficients, i s'utilitza el gas o gasoil per a calefacció, cuines i aigua calenta sanitària. Segons la informació de les auditories energètiques si es té en compte el rendiment dels equips dins l'edifici, l'eficiència energètica d'un establiment turístic en l'aprofitament i transformació de l'energia seria de com a màxim del 80%, però si es té en compte l'eficiència energètica en la generació elèctrica, l'eficiència energètica global seria inferior al 50%.

A les Illes Balears com hem vist abans els hotels són grans consumidors d'energia tèrmica, on hi ha un consum molt elevat en els mesos d'hivern i d'estiu. Si s'aprofités tota aquesta energia residual, només amb la part que els hotels consumeixen d'energia elèctrica es podrien abastir totes les necessitats tèrmiques dels hotels, augmentant l'eficiència global més d'un 6% i els hotels passarien a tenir una eficiència de més del 80%, podent-se estalviar més de 230.000 tones de CO₂.

Si analitzàssim també el sector residencial, on tenim en molts de llars, un major ús d'energia elèctrica per usos tèrmics (escalfadors d'aigua, cuines elèctriques, calefacció per efecte joule, bombes de calor,...), amb unes instal·lacions totalment descentralitzades amb equips de baixa eficiència, les pèrdues en transformació superarien el 60%.

Hi ha zones residencials i turístiques, a més d'edificis terciaris, on tenim un elevat consum tèrmic i elèctric durant tot l'any i una alta densitat energètica, que fan viable la cogeneració amb gas natural, amb unes hores mínimes de funcionament. Una combinació de sector hotelier i residencial seria ideal, ja que permetria tenir un major consum tèrmic tot l'any, independentment de l'ocupació turística que permetria fer més viables les plantes.

La cogeneració, tal i com la coneixem avui en dia, es va iniciar a Europa a finals del segle XIX. La necessitat de les empreses de produir la seva pròpia electricitat sorgeix de les grans

quantitats d'energia que aquestes requerien, així com la poca fiabilitat de les xarxes de distribució per oferir un subministrament continu. Cap a l'any 1900, la cogeneració subministrava quasi la meitat de l'energia elèctrica produïda als EUA. Factors com la construcció de centrals tèrmiques, l'ampliació i millora de les xarxes de subministrament i la disminució dels preus de l'electricitat van provocar una davallada en la importància de la cogeneració, de manera que, als voltants de 1970 la seva participació en la producció d'energia elèctrica dequeia fins al voltant del 4%. No és fins la crisi energètica del 1973 que una norma anomenada PURPA (Public Utility Regulatory Policy Act) estableix els principis bàsics per la compra de l'electricitat produïda pels cogeneradors, aconseguint així, el revifament dels projectes de cogeneració.

La cogeneració és molt usual a nord-americà i alguns països europeus. Tot i que a petita escala, la cogeneració ha estat sempre present en el panorama industrial espanyol. La primera reglamentació de regulació d'aquest sistema de producció d'energia apareix amb la llei sobre la conservació de la energia, Llei 82/1980 del 30 de novembre. Hi ha hagut moltes experiències positives d'instal·lacions de cogeneració dins l'estat Espanyol, on hi va haver molt de suport per part de les administracions públiques durant els anys 80 i 90, sobretot a les indústries.

Al centre i al nord d'Espanya és on més s'utilitza la cogeneració, sobretot en comunitats com Catalunya, València, Galícia o Andalusia, disposant d'una major potència d'instal·lació. Encara que no s'està desenvolupant de forma massiva tot i la implantació d'un nou decret (REAL DECRETO 616/2007, de 11 de maig) sobre la venda d'electricitat de cogeneració, que pot facilitar el cost d'amortització d'aquestes plantes. Concretament a Espanya la cogeneració representa un 11% de la demanda d'energia elèctrica amb una instal·lació total de 855 plantes.

Pel que fa a la Comissió Europea, es creu que el desenvolupament de la cogeneració podria evitar la emissió de 127 milions de tones de CO₂ a la Unió Europea al 2010 i fins a 258 milions de tones al 2020, per tal de lluitar contra el canvi climàtic.

La disminució de les primes estatals i al increment dels combustibles fòssils (sobretot el gas-oil) varen fer que es frenàs la implantació de més plantes de cogeneració, i només fossin viables instal·lacions amb gas natural amb un alt consum tèrmic.

Segons l'Article 2 del R.D. 661/2007 la inclusió dins el règim especial es pot classificar en tres grups dins la categoria a.

"Subgrupo a.1.1. Cogeneraciones que utilicen como combustible el gas natural, siempre que éste suponga al menos el 95 por ciento de la energía primaria utilizada,.."

"Subgrupo a.1.2. Cogeneraciones que utilicen como combustible gasóleo, fuel-oil o bien Gases Licuados del Petróleo (GLP), siempre que estos supongan al menos el 95 por ciento de la energía primaria utilizada, .."

"Subgrupo a.1.3. Cogeneraciones que utilicen como combustible principal biomasa y/o biogás, en los términos que figuran en el anexo II, y siempre que ésta suponga al menos el 90 por ciento de la energía primaria utilizada..."

L'exemple més recent, és la Central de cogeneració dels edificis de la T4 de l'aeroport de Madrid-Barajas, és la única central de Cogeneració d'aquesta envergadura que subministra energia a un aeroport en tota Espanya, el que suposa moltes avantatges des del punt de vista medi ambiental: se redueix l'impacte derivat del consum energètic de les zones a les que abasteix ja que aprofita el màxim l'energia tèrmica produïda en la central.

Aquesta central consisteix en sis grups motogeneradors alternatius de combustible dual, gas natural i Gas-oil (per tenir el 100% de garantia de subministrament), de 5.500 kW de potència elèctrica unitària. Cada grup cogenerador dur associada una planta frigorífica d'absorció i una caldera de recuperació de calor de gasos d'escapament. La planta abasteix més del 70% de l'energia elèctrica de l'aeroport i subministra tota l'energia tèrmica a la T4 i T4S, refrigerant i escalfant els edificis.

L'arribada del Gas natural mitjançant el gasoducte, abaratirà molt els costos de producció elèctrica i faran més viable la implantació d'iniciatives de cogeneració, a més es veuran reduïts en més d'un 30% les emissions de CO₂ de les centrals de cycle combinat de les Illes Balears. Segons un estudi fet per la Direcció General d'Energia a finals del 2001, ja demostrava que era viable la implantació de instal·lacions de cogeneració en Hospitals i Establiments Turístics. Amb l'arribada del gas natural donava en el sector hotelier un potencial de fer viable més de 400 instal·lacions de cogeneració.

Les plantes de cogeneració lligades a un establiment hotelier, nau industrial són iniciatives que es poden dur a terme sempre que hi hagi una predisposició per l'empresari i tenguin disponibilitat d'espai, sense gaire dificultats, per les seves dimensions i al ser una tecnologia enfocada en gran mesura en l'autoconsum tèrmic.

**Potencial tecnològic de cogeneració al sector Hotelier.
436 instal·lacions a les Illes Balears**

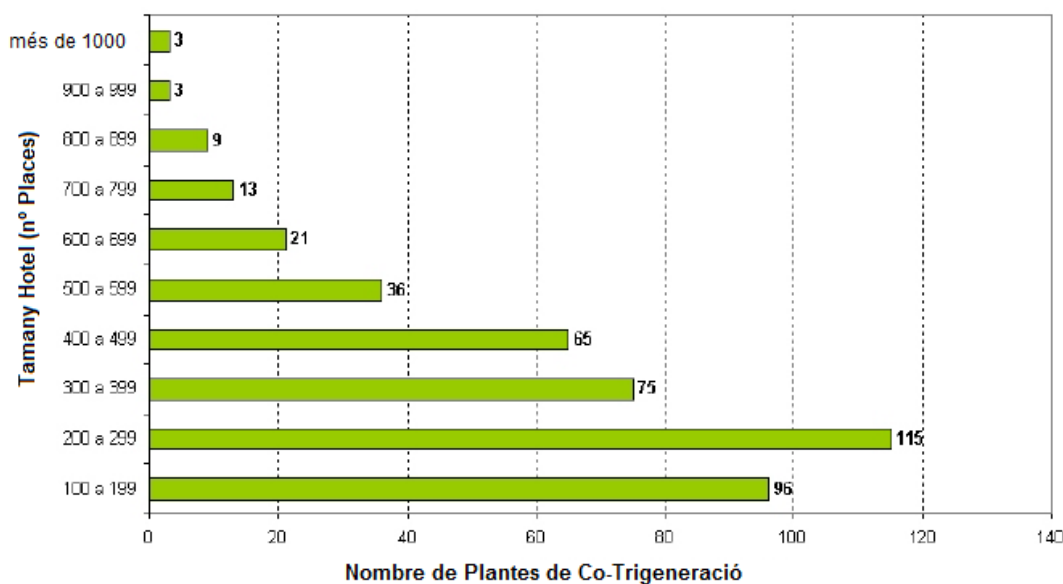


Figura 4.4.20. Potencial de plantes de Co-Trigeneració a hotels a les Illes Balears

Font; DG d'Energia. Any 2002

Avantatges i inconvenients

Les principals avantatges de la cogeneració es poden anomenar en el llistat següent:

- Estalvi en el consum d'energia primària, sobretot en combustibles fòssils que s'utilitzen a les grans centrals de producció d'energia. Per una mateixa demanda d'energia final es pot arribar a necessitar una quantitat inferior de combustible.
- Per aquest mateix fet, hi ha una reducció d'emissions contaminants a l'atmosfera. Utilitzant un sistema amb un major rendiment global, la quantitat necessària de combustible a cremar és redueix, sent aquesta la principal font d'emissions CO₂.

- Major diversificació energètica que es deu a l'aprofitament de calors residuals i combustibles derivats del procés que permet la cogeneració.
- Produint l'energia elèctrica al mateix lloc de consum s'eviten els grans transports elèctrics i es diversifica la producció, augmentant les fonts d'energia disponibles.
- Les indústries que utilitzen aquest tipus d'instal·lacions no es beneficien únicament per la reducció de costos, sinó també de la venda de l'energia sobrant i l'autonomia que disposen de la xarxa elèctrica.

Encara que els inconvenients de la cogeneració són pocs, també se'n presenten alguns que hem de tractar.

- Les instal·lacions de una planta de cogeneració requereixen una inversió important per la empresa, que tarda bastants anys en amortitzar (5-10 anys), essent el temps mig de vida útil al voltant de 20 anys.
- Aquestes instal·lacions requereixen d'un manteniment, és a dir, costos addicionals. Portant-lo a terme la mateixa empresa o empreses especialitzades.
- És necessària una normativa adequada per regular i/o resoldre possibles conflictes que es poden donar entre les relacions cogenerador-companyia elèctrica.
- L'empresa ha d'enfrontar-se als possibles canvis de preu de venda i compra de l'electricitat, influint en la rendibilitat de la instal·lació.

Pel que fa a l'usuari els Avantatges	i els Inconvenients
Estalvi econòmic ja que l'energia elèctrica té un cost menor i el benefici addicional per l'energia venuda a la xarxa.	Una inversió addicional, i a més a més, una activitat apartada de les línies d'actuació de l'empresa.
Garantia de subministrament davant d'una possible fallada de la xarxa.	Augment de la contaminació local com a conseqüència d'un major consum de combustible en una mateixa zona, tot i que globalment hi hagi una gran disminució, l'usuari final no té la percepció de l'impacte que suposa el consum per càpita a l'escalfament global.

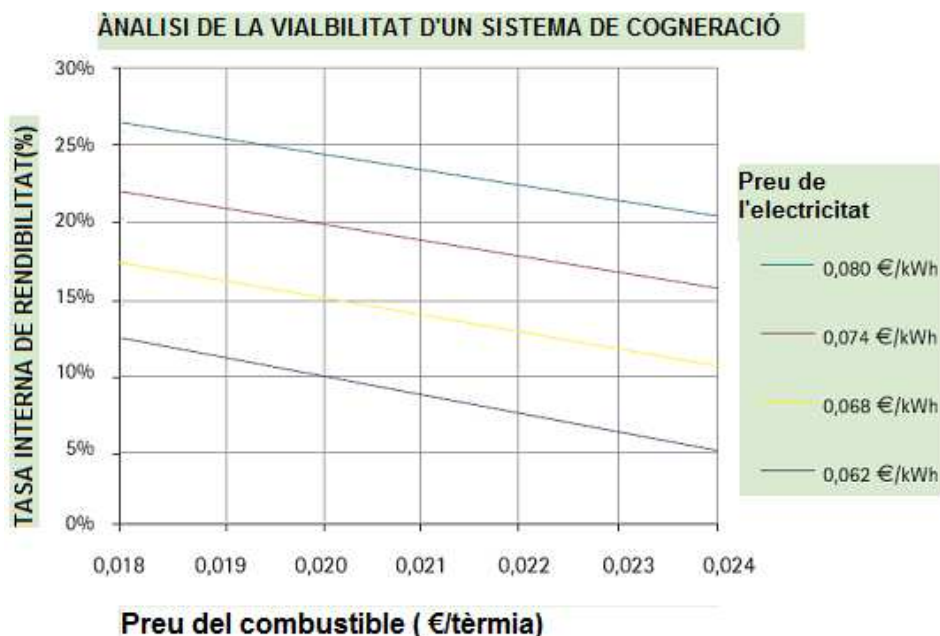
Tipus de cogeneració

A continuació es presenten diferents tipus de cogeneració i les característiques més importants d'aquestes. En presentem quatre tipus.

- **Turbina de vapor.** Pel que fa a la cogeneració amb turbina de vapor, aquest tipus es caracteritza per que l'energia mecànica es produeix a partir de l'expansió de vapor d'alta pressió en la turbina. La matèria primera que utilitzen pot ser gas, fuel, carbó residus, entre d'altres. Per altra banda, en aquest cas es poden utilitzar dos tipus de turbines, els quals permeten l'extracció del vapor entremig format, fent que es pugui obtenir vapor en diferents condicions.
- **Turbina i Microturbina de gas.** El segon tipus de cogeneració és amb turbina de gas. Utilitzen gas o gas-oil com a matèria primera i després de la combustió, el gas format s'introdueix a la turbina. Aquí és on l'energia del gas passa a energia mecànica. El gas que es gasta actua també com a líquid entremig i també per a produir vapor amb una

caldera de recuperació. L'energia residual que s'obté d'aquest procés es pot reutilitzar posteriorment per la demanda de calor que aquest procés necessita. Aquest tipus de cogeneració s'utilitza en bombes, compressors, entre d'altres sistemes molt comuns. Cal destacar que aquest sistema té diferents avantatges, entre els quals cal destacar el fet que aquest té un gran ventall d'aplicacions i que té una gran fiabilitat. A més el gas que s'obté té un alt contingut en oxigen. Per contra, com a inconvenient cal destacar el fet que el fuel té limitacions i que aquest sistema té un període curt de vida.

- **Cicle combinat.** El tercer tipus seria la cogeneració amb cicle combinat. Aquest sistema consisteix en la unió dels sistemes de turbina de gas i turbina de baixa pressió la finalitat del qual és produir energia elèctrica. Els gasos emprats en la combustió s'utilitzen per a produir vapor a gran pressió en un cremador. A la vegada, aquest alimenta a la turbina de vapor, produint vapor a baixa pressió per a utilitzar-lo directament al procés. Cal esmentar que l'avantatge principal d'aquest procés es que crea electricitat de gran eficàcia, arribant fins al 55% de rendiment.
- **Motor alternatiu.** Per acabar, l'últim tipus de cogeneració dintre d'aquesta classificació seria el que utilitza motor alternatiu. Aquest té un gran rendiment elèctric però hi ha una gran dificultat en reutilitzar la calor que es produeix. Tot i això, aquesta calor produïda s'utilitza en la producció d'aigua calenta o sobreescalfada, o també en la generació d'aire calent. Aquest tipus de cogeneració permet respondre gairebé instantàniament a les fluctuacions en la demanda de l'energia elèctrica sense que el consum del motor augmenti notablement. Això fa que es pugui treballar en continu. Aquest sistema també té diferents avantatges entre els quals cal destacar el fet que té un gran rendiment elèctric, tal i com s'ha esmentat anteriorment, té un baix cost i un llarg període de vida. Per contra, els inconvenients que cal destacar són uns costos de manteniment.



EJEMPLO DE APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE COGENERACIÓN EN UN HOTEL

Características del hotel

- Hotel costa 4 estrellas
- Habitaciones: 226
- Piscina climatizada

Motor utilizado

- Combustible: Gas Natural
- Potencia eléctrica: 142 kW
- Potencia térmica: 220 kW
- Funcionamiento: de 8:00 a 0:00 horas, 365 días/año (5.840 h/año)
- Recuperación térmica: Agua Caliente para ACS y Calefacción.

Balance energético anual

- Producción eléctrica neta: 806 MWh/año
- No hay exportación de energía eléctrica a la red
- Energía térmica producida: 728 MWh/año
- Consumo de combustible: 2.311 MWh/año
- Demanda térmica cubierta: 84,7%
- Demanda eléctrica cubierta: 50,0%

Cálculo económico

- Precio electricidad: 0,07 €/kWh
- Precio Gas Natural: 0,0187 €/Th PCI
- Inversión: 128.000 €
- Ahorro Económico: 27.870 €
- Periodo Simple de Retorno: 4,6 años
- Tasa Interna Rentabilidad: 17,4%

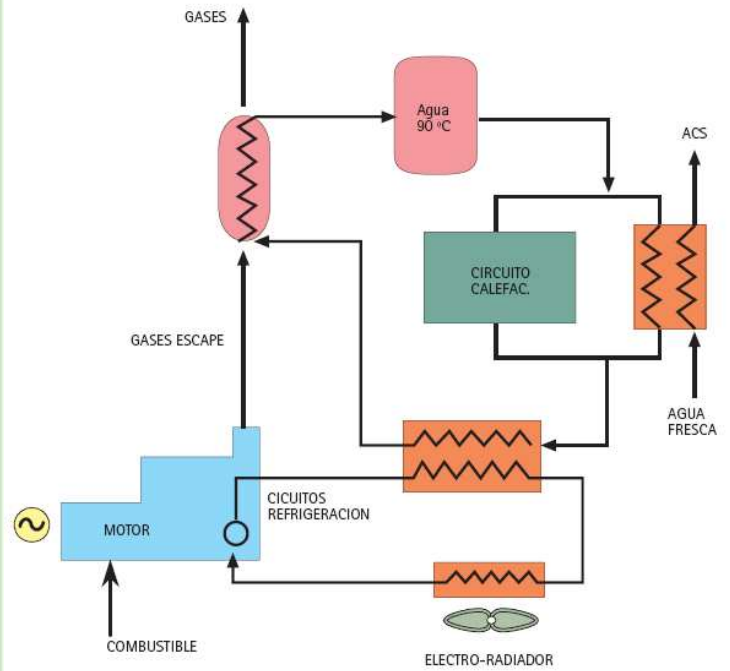


Figura 4.4.21. Exemple d'un sistema de cogeneració a un hotel del País Valencià. Esquema i resultats. Font; Agencia Valenciana de l'Energia. Any 2003

Exemple Clàssic de Cogeneració en un Hotel de 700 places.

Bases de disseny. Les bases de partida per a la determinació del sistema de cogeneració més habituals en la dècada dels 90 fins a principis del 2000 eren :

- Combustible per cogeneració : Gasoil C (Diesel).
- Sistema de cogeneració : Motor alternatiu.
- Règim de funcionament : 5.840 h/any (16 h/dia, de 8 a 24 hores). Es considera que durant aquestes 5.840 h, s'assoleix, de mitja, el 96% de la potència del motor
- Utilització de l'energia tèrmica : Obtenció aigua calenta
- Utilització de l'energia elèctrica generada : Autoconsum.

Avaluació energètica. Producció d'energia tèrmica i elèctrica

▪ **Grup motor-alternador – Característiques**

- Consum de combustible : 414,6 kW
- Potència mecànica disponible : 156 kW
- Potència elèctrica neta : 140,7 kW
- Temperatura gasos : 646°C
- Energia tèrmica recuperable gasos : 156,6 kW
- Energia tèrmica recuperable circuit refrigeració : 86,2 kW
- Pèrdues radiació : 15,9 kW
- Percentatge funcionament : 96%

Produccions anuals. Consum de combustible de la instal·lació

$$414,6 \text{ kW} \times 5.840 \text{ h/any} \times 96/100 = 2.324.413 \text{ kWh/any}$$

$$2.324.413 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = \underline{199,9 \text{ tep/any}}$$

Energia elèctrica autogenerada

$$140,7 \text{ kW} \times 5.840 \text{ h/any} \times 96/100 = 788.888 \text{ kWh/any}$$

$$788.888 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = \underline{67,8 \text{ tep/any}}$$

Energia tèrmica recuperable

Circuit refrigeració motor :

$$86,2 \text{ kW} \times 5.840 \text{ h/any} \times 96/100 = 483.272 \text{ kWh/any}$$

$$483.272 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = \underline{41,6 \text{ tep/any}}$$

$$\eta \text{ Bescanviador} = 88\%$$

$$\text{Calor útil recuperada : } 41,6 \text{ tep/any} \times (88 / 100) = \underline{36,6 \text{ tep/any}}$$

$$\text{Pèrdues : } 41,6 \times (12 \times 100) = 5,0 \text{ tep/any}$$

Energia recuperada en els gasos d'escapament

- Potència dissipada pels fums 156,5 kW ~ 646°C
- Potència recuperada amb refredament fums fins 180°C; 112,9 kW

Calor recuperat:

$$112,9 \text{ kW} \times 5.840 \text{ h/any} \times 96/100 = 632.924 \text{ kWh/any}$$

$$632.924 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = 54,4 \text{ tep/any}$$

Calor útil total recuperada en forma d'aigua calenta :

$$36,6 \text{ tep/any} + 54,4 \text{ tep/any} = \mathbf{91,0 \text{ tep/any}}$$

considerant que l'aigua calenta s'obté a uns 70°C amb un gradient tèrmic de 50°C, el cabal d'aigua calenta disponible serà :

$$36,6 \text{ tep/any} \times (10^7 \text{ kcal} / 1 \text{ tep}) \times (1 \text{ any} / 5.460 \text{ h}) \times 96/100 = 60.122 \text{ kcal/h}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad 60.122 \text{ kcal/h} = m \cdot 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 50^\circ\text{C}$$

$$m = 1.202,4 \text{ l/h d'aigua a } 70^\circ\text{C}$$

Estalvi anual a calderes

$$91 \text{ tep/any} \times (100 / 84,9) = \mathbf{107,2 \text{ tep/any}}$$

Estalvi d'energia primària

- Consum combustible en situació convencional (calderes) : 107,2 tep/any
- Consum combustible total amb cogeneració : 199,9 tep/any
- Autogeneració d'energia elèctrica motor : 67,8 tep/any
- Increment de consum de combustible : 92,7 tep/any
- *Estalvi Energia Primària :*

$$(67,8 \text{ tep e/any} \times 2,926 \text{ tep t/any}) - 92,7 \text{ tep/any} = \mathbf{105,7 \text{ tep/any}}$$

Acompliment de la Normativa sobre instal·lacions de cogeneració

- Consum combustible instal·lació de cogeneració (Q) : 199,9 tep/any
- Energia elèctrica autoproduïda en terminal alternador (E) : 67,8 tep/any
- Calor útil (V) : 107,2 tep/any

Rendiment instal·lació de cogeneració

$$R = \frac{E + V}{Q} = \frac{67,8 + 107,2}{199,9} = \frac{175}{199,9} = 87,6\%$$

Rendiment elèctric equivalent

$$R_{Ee} = \frac{E}{Q} = \frac{67,8}{199,9} = 84\%$$
$$R_{Ee} = \frac{V}{Q} = \frac{107,2}{199,9} = 84\%$$

Per tant la instal·lació proposada aconsegueix el rendiment mínim exigint per la Llei del Reial Decret sobre instal·lacions d'autoproducció elèctrica en règim especial. Segons el *Reial Decret 661/2007, de 25 de maig*, les plantes de cogeneració que utilitzin combustible líquid en motors tèrmics han de tenir un rendiment elèctric equivalent (R_{Ee}) mínim del 56%.

Tipo de combustible	Rendimiento eléctrico equivalente - Porcentaje
Combustibles líquidos en centrales con calderas	49
Combustibles líquidos en motores térmicos	56
Combustibles sólidos	49
Gas natural y GLP en motores térmicos	55
Gas natural y GLP en turbinas de gas	59
Otras tecnologías y/o combustibles	59
Biomasa incluida en los grupos b.6 y b.8	30
Biomasa y/o biogás incluido en el grupo b.7	50

Balanç d'energia. Sistema convencional de partida

- Consum combustible calderes	:	160,2 tep/any
- Consum energia elèctrica xarxa companyia	:	136,8 tep/any
		<u>Total</u>
		297 tep/any

▪ Sistema amb cogeneració

- Consum combustible calderes	:	53,0 tep/any
- Consum equip cogeneració	:	199,9 tep/any
- Consum elèctric xarxa companyia	:	69,0 tep/any
		<u>Total</u>
		321,9 tep/any

- Augment consum final directe : 24,9 tep/any
- Percentatge d'augment : 8,4 %

Avaluació econòmica. Cost dels combustibles amb cogeneració

Cost combustible cogeneració

- Consum	:	199,9 tep/any
- Cost unitari	:	0,40 €/l (amb bonificació IH)

$$\text{Cost anual} : 199,9 \text{ tep/any} \times (1.000 \text{ l} / 0,872 \text{ tep}) \times 0,4 \text{ €/l} = 91697,25 \text{ €/any}$$

Cost combustible calderes

- Consum : 53,0 tep propà/any
- Cost unitari : 0,7 €/l

Cost anual :

$$53,0 \text{ tep propà/any} \times (1.000 \text{ l} / 1,31 \text{ tep}) \times 0,7 \text{ €/l} = 28320,62 \text{ €/any}$$

Total cost combustible :	120.017,86 €/any
---------------------------------	-------------------------

Costos de manteniment

El cost global de manteniment especialitzat i consumibles del sistema de cogeneració es xifra en 10 €/MWh autogenerat.

Per tant tenim :

- MWh autogenerats : 788,9
- Cost manteniment : 7889 €/any

Compra d'energia elèctrica

En aquesta alternativa l'energia elèctrica produïda pel motor-generador s'autoconsumirà a l'empresa. Es proposa mantenir l'escomesa elèctrica amb la mateixa potència contractada, i els següents paràmetres de contractació i tarificació :

- Tarifa : 1.1
- Potència contractada : 500 kW (mode 2)
- Potència mitja facturada : 445 kW/mes
- Preu terme de potència : 1,7 €/kW/mes
- Compra anual : 801.772 kWh/any
- Preu terme d'energia : 0,106 €/kWh
- Factor de potència : 1,0
- % Rec./Abon. reactiva : -4%
- Discriminació horària tipus : 4
- Consum hores punta : 149.727 kWh/any
- Consum hores vall : 319.665 kWh/any

Cost del rebut anual

Terme de potència

$$445 \text{ kW/mes} \times 12 \text{ mesos/any} \times 1,7 \text{ €/kW/mes} = 9078 \text{ €/any}$$

Complement reactiva :

$$9078 \text{ €/any} \times (-4/100) = 363,12 \text{ €/any}$$

Terme d'energia

801.772kWh/any x 0,106 €/kWh = 84987,83 €/any

Complement reactiva :

84987,83 €/any x (-4/100) = - 3339.51. €/any

Complement discriminació horària :

[149.727 kWh/any x (100/100) - 319.665 kWh/any x

x (43/100)] x 0,07 €/kWh = - 862,36 €/any

Total 90227,08 €/any

Balanç econòmic/estalvi total. Costos econòmics. Situació de partida

- Cost combustible (calderes) : 89820,24 €/any

- Cost energia elèctrica adquirida : 159098,4 €/any

Total 248918,64 €/any

Costos econòmics. Situació amb cogeneració

- Cost combustible : 120017,86 €/any

- Cost compra energia elèctrica : 90227,08 €/any

- Cost manteniment : 7889,00 €/any

Total 218133,94 €/any

<i>Estalvi econòmic</i>	<i>30.784,70 €/any</i>
--------------------------------	-------------------------------

Inversió aproximada

- Grup motor-alternador : 30.000 €.

- Sistema Elèctric i de control : 40.000 €.

- Sistema recuperació tèrmica : 20.000 €.

- Sistema combustible : 9.000 €.

- Obra Civil : 9.000 €.

- Enginyeria : 9.900 €.

Total 119.900 €.

Rendibilitat	
<i>Inversió total</i>	119.900 €.
<i>Estalvi econòmic</i>	30.784,70 €./any
<i>Període d'amortització directe</i>	3,9 anys = 47 mesos

Exemple de Trigeneració en un Hotel de 400 places.

Actualment la societat està més conscienciada amb el canvi climàtic, per la qual cosa no només es té en compte la rendibilitat del sistema, si no que també si ha afegit l'empremta de CO₂. El gas natural és el combustible fòssil que està substituint en molts d'àmbits al gas-oil. En el cas dels hotels hi ha una major demanda de fred que de calor, per tant és més interessant aprofitar tot el calor residual de la generació elèctrica, tant per usos de calor com de refrigeració. El fet de disposar d'un sistema per a combatre la càrrega tèrmica, com són les plantes d'absorció, requereix una inversió més elevada, però també els estalvis econòmics també són més interessants.

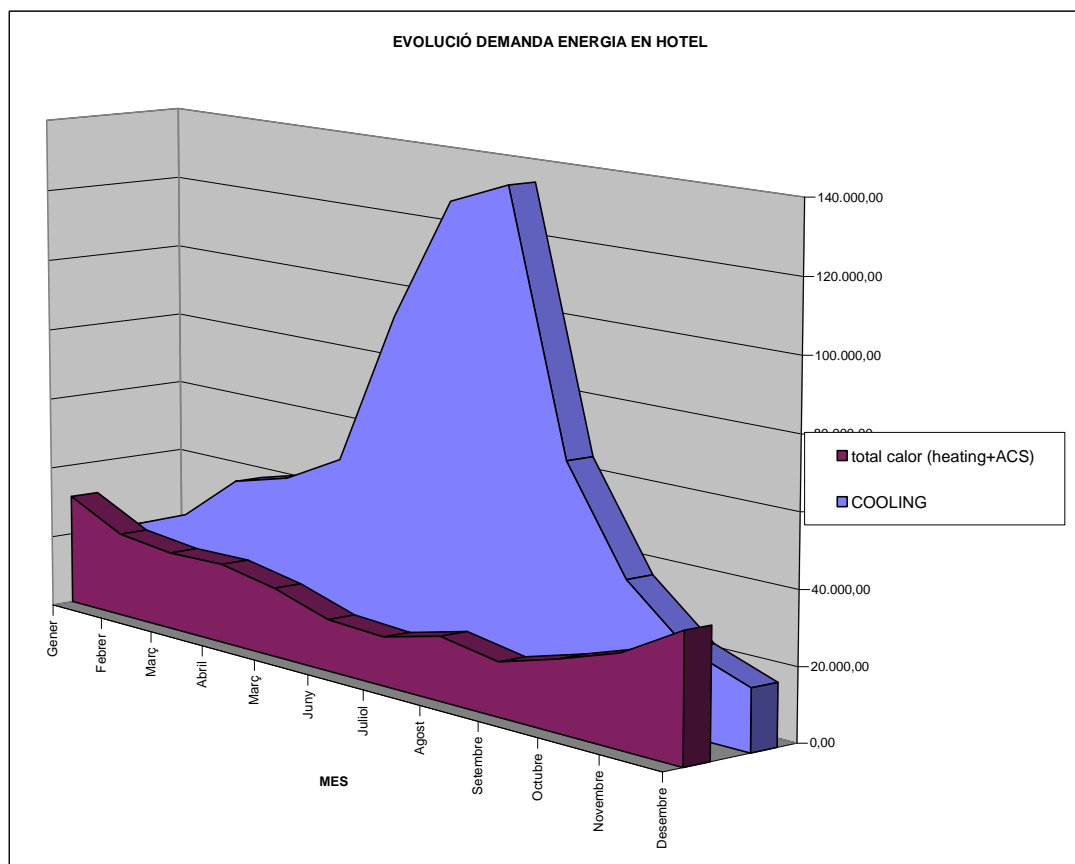


Figura 4.4.22- Demanda de tèrmica d'un hotel. Font; Cabot Proyectos.

Bases de disseny. Les bases de partida per a la determinació del sistema de trigeneració més habituals en l'actualitat serien :

- Combustible per cogeneració: Gas-Natural.
- Sistema de cogeneració : Motor alternatiu.
- Règim de funcionament : 8.000 h/any (16 h/dia, de 8 a 24 hores). Es considera que durant aquestes 8.000 h, s'assoleix, de mitja, el 96% de la potència del motor
- Utilització de l'energia tèrmica : Obtenció aigua calenta, calefacció i refrigeració
- Utilització de l'energia elèctrica generada: Venta al Règim especial.A.1 P<0,5 MW

Avaluació energètica. Producció d'energia tèrmica i elèctrica

▪ **Grup motor-alternador – Característiques**

- Consum de combustible : 1282 kW
- Potència mecànica disponible : 600 kW
- Potència elèctrica neta : 500 kW
- Temperatura gasos : 646°C
- Energia tèrmica recuperable gasos : 834 kW
- Energia tèrmica recuperable circuit refrigeració : 320 kW
- Pèrdues radiació : 15,9 kW
- Percentatge funcionament : 96%

Produccions anuals. Consum de combustible de la instal·lació

$$1282 \text{ kW} \times 8.000 \text{ h/any} \times 96/100 = 9.845.760 \text{ kWh/any}$$

$$9.845.760 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = \underline{846,7 \text{ tep/any}}$$

Energia elèctrica generada

$$500 \text{ kW} \times 8.000 \text{ h/any} \times 96/100 = 3.840.000 \text{ kWh/any}$$

$$3.840.000 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = \underline{330,24 \text{ tep/any}}$$

Energia tèrmica recuperable

Circuit refrigeració motor :

$$320 \text{ kW} \times 8.000 \text{ h/any} \times 69/100 = 1.766.400 \text{ kWh/any}$$

$$1.766.400 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = 152 \text{ tep/any}$$

$$\eta \text{ Bescanviador} = 88\%$$

$$\text{Calor útil recuperada} : 152 \text{ tep/any} \times (88 / 100) = 133,7 \text{ tep/any}$$

$$\text{Pèrdues} : 152 \times (12 / 100) = 18,3 \text{ tep/any}$$

Energia recuperada en els gasos d'escapament

- Potència dissipada pels fums 1282 kW ~ 646°C

- Potència recuperada amb refredament fums fins 180°C; 834 kW

Calor recuperada :

$$834 \text{ kW} \times 8.000 \text{ h/any} \times 96/100 = 6.405.120 \text{ kWh/any}$$

$$6.405.120 \text{ kWh/any} \times (1 \text{ MWh} / 1.000 \text{ kWh}) \times (0,086 \text{ tep} / 1 \text{ MWh}) = 550,8 \text{ tep/any}$$

Calor útil total recuperada en forma d'aigua calenta :

$$133,7 \text{ tep/any} + 550,8 \text{ tep/any} = \mathbf{684,5 \text{ tep/any}}$$

considerant que l'aigua calenta s'obté a uns 60°C amb un gradient tèrmic de 45°C, el cabal d'aigua calenta disponible serà :

$$133,7 \text{ tep/any} \times (10^7 \text{ kcal} / 1 \text{ tep}) \times (1 \text{ any} / 8.000 \text{ h}) \times 96/100 = 160.440 \text{ kcal/h}$$

$$Q = m.c.\Delta T \quad 160.440 \text{ kcal/h} = m. 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 45^\circ\text{C}$$

$$m = 3565,34 \text{ l/h d'aigua a } 60^\circ\text{C}$$

considerant que per el funcionament d'una planta d'absorció es necessita aigua a uns 90°C amb un gradient tèrmic de 10°C, i un COP de 0,80 la potència frigorífica disponible serà :

$$550,8 \text{ tep/any} \times (10^7 \text{ kcal} / 1 \text{ tep}) \times (1 \text{ any} / 8.000 \text{ h}) \times 96/100 \times 80/100 = 528.768 \text{ kcal/h}$$

Estalvi anual

	kWh	Tep
Refrigeració	2.708.170,65	232,90
Calefacció + ACS	561.645,89	48,30
TOTAL	3.269.816,53	281,20

Estalvi d'energia primària

- Consum combustible en situació convencional (calderes) : 60 tep/any
- Consum combustible total amb cogeneració : 847 tep/any
- Generació d'energia elèctrica motor : 330 tep/any
- Increment de consum de combustible : 769 tep/any
- *Estalvi Energia Primària* : 316 tep/any

Acompliment de la Normativa sobre instal·lacions de cogeneració

- Consum combustible instal·lació de cogeneració (Q) : 847 tep/any
- Energia elèctrica autoproduïda en terminal alternador (E) : 330 tep/any
- Calor útil (V) : 281 tep/any

Rendiment instal·lació de cogeneració

$$R = \frac{E + V}{Q} = \frac{330 + 281}{847} = \frac{611}{847} = 72,1\%$$

Rendiment elèctric equivalent

$$R_{Ee} = \frac{E}{Q \cdot 0,9} = \frac{330}{847 \cdot 0,9} = 61,8\%$$

Per tant la instal·lació proposada compleix el rendiment mínim exigint per la Llei del Reial Decret sobre instal·lacions d'autoproducció elèctrica en règim especial. Segons el *Reial Decret 661/2007, de 25 de maig*, les plantes de cogeneració que utilitzin combustible líquid en motors tèrmics han de tenir un rendiment elèctric equivalent (R_{Ee}) mínim del 56%.

Tipo de combustible	Rendimiento eléctrico equivalente - Porcentaje
Combustibles líquidos en centrales con calderas	49
Combustibles líquidos en motores térmicos	56
Combustibles sólidos	49
Gas natural y GLP en motores térmicos	55
Gas natural y GLP en turbinas de gas	59
Otras tecnologías y/o combustibles	59
Biomasa incluida en los grupos b.6 y b.8	30
Biomasa y/o biogás incluido en el grupo b.7	50

Balanç d'energia. Sistema convencional de partida

- Consum combustible calderes	:	76,63	tep/any
- Consum energia elèctrica xarxa companyia	:	486	tep/any
		<u>Total</u>	<u>562 tep/any</u>

▪ **Sistema amb cogeneració**

- Consum combustible calderes	:	16	tep/any
- Consum equip cogeneració	:	847	tep/any
		<u>Total</u>	<u>863 tep/any</u>

- Augment consum final directe : 301 tep/any
- Percentatge d'augment : 53 %

Avaluació econòmica. Cost dels combustibles amb cogeneració

Cost combustible cogeneració

- Consum	:	9846153,8 kWh/any (847 tep/any)
- Cost unitari	:	0,036 €/kWh (amb bonificació IH)

Cost anual :

$$9846153,8 \text{ kWh/any} \times 0,036 \text{ €/kWh} = 354.461,54 \text{ €/any}$$

Cost combustible calderes

- Consum : 186046,52 kWh/any (16 tep G.N./any)
- Cost unitari : 0,046 €/kWh

Cost anual :

$$186.046,52 \text{ kWh/any} \times 0,046 \text{ €/kWh} = 8.558,14 \text{ €/any}$$

Total cost combustible : 363.019,68 €/any

Costos de manteniment

El cost global de manteniment especialitzat i consumibles del sistema de cogeneració es xifra en 10 €/MWh generat.

Per tant tenim :

- MWh generats : 3.840
- Cost manteniment : 38.400 €/any

Compra d'energia elèctrica abans de cogeneració

En aquesta alternativa l'energia elèctrica produïda pel motor-generador es vendrà directament a la xarxa. Es proposa mantenir l'escomesa elèctrica amb la mateixa potència contractada, i els següents paràmetres de contractació i tarificació :

- Tarifa : 1.1
- Potència contractada : 1000 kW (mode 2)
- Potència mitja facturada : 890 kW/mes
- Preu terme de potència : 1,7 €/kW/mes
- Compra anual : 5.649.600,00 kWh/any
- Preu terme d'energia : 0,093 €/kWh
- Factor de potència : 1,0
- % Rec./Abon. reactiva : -4%
- Discriminació horària tipus : 4
- Consum hores punta : 1.994.540 kWh/any
- Consum hores vall : 3.655.060 kWh/any

Cost del rebut anual

Terme de potència

$$890 \text{ kW/mes} \times 12 \text{ mesos/any} \times 1,7 \text{ €/kW/mes} = 18.156 \text{ €/any}$$

Complement reactiva :

$$18.156 \text{ €/any} \times (-4/100) = 726,24 \text{ €/any}$$

Terme d'energia

5.649.600,00 kWh/any x 0,093 €/kWh = 525.412,80 €/any

Complement reactiva :

525.412,80 €/any x (-4/100) = -21.016,51./any

Complement discriminació horària :

[1.994.540 kWh/any x (100/100) - 3.655.060 kWh/any x
x (43/100)] x 0,07€/kWh = - 29600,49 €/any

Total 514.655 €/any

Compra després de la cogeneració

Total 428.543,62 €/any

Venda d'energia elèctrica

3840000 kWh/any x 0,1204 €/kWh = 462.336 €/any

Balanç econòmic/estalvi total. Costos econòmics. Situació de partida

- Cost combustible (calderes) : 40.988,84 €/any

- Cost energia elèctrica adquirida : 514.655 €/any

Total 555.643,84 €/any

Costos econòmics. Situació amb cogeneració

- Cost combustible : 363.019,68 €/any

- Cost compra energia elèctrica : 428.543,62 €/any

- Ingressos per generació elèctrica : -537.600 €/any

- Cost manteniment : 38.400 €/any

Total 367.627,3 €/any

Estalvi econòmic	188.016,54 €/any
-------------------------	-------------------------

Inversió aproximada

- Grup motor-alternador : 300.000 €.

- Sistema Elèctric i de control : 40.000 €.

- Sistema recuperació tèrmica : 200.000 €.

- Planta d'absorció: 200.000 €.

- Sistema combustible : 90.000 €.

- Obra Civil : 90.000 €.

- Enginyeria : 99.000 €.

Total 1.399.000 €.

Rendibilitat	
<i>Inversió total</i>	1.399.000 €.
<i>Estalvi econòmic</i>	188.016,54 €./any
<i>Període d'amortització directe</i>	7,44 anys = 89 mesos

	REDUCCIÓ EMPRESA CO₂	ESTALVI ECONÒMIC
TRANSFERÈNCIA PER BALANÇ	22 %	30 %
COGENERACIÓ	54 %	30 %
COGENERACIÓ + TRANSFERÈNCIA PER BALANÇ	54 %	52 %

La cogeneració segons les empreses consultades del sector és rentable a partir de plantes de més de 500 kW de potència, degut als costos de manteniment i operació, ja que requereixen un operari a peu de planta. Per establiments on no s'arribi a aquesta massa crítica hi ha altres solucions, com són instal·lacions monitoritzades, sense manteniment in situ, mitjançant microturbines, microcogeneració,..., aquestes instal·lacions no necessiten cap tipus de vigilància, tot i que poden tenir més possibilitats d'avaría.



Figura 4.4.23. Esquema d'equips de microcogeneració. Font; Catàlegs Toyota i Baxi-Roca

Avui en dia podem trobar sistemes de microcogeneració de 5 a 6 kW, els quals per un establiment mitjà que disposi de gas natural són fàcils d'integrar, ja que són molt compactes, semblants a una caldera o equip de climatització convencional. Es poden utilitzar sobretot per autoconsum, ja que els consums elèctrics i tèrmics suposen un percentatge petit en el balanç total de l'establiment i permeten reduir considerablement l'energia consumida i millorar l'eficiència. Només per a la producció d'ACS ja pot suposar un estalvi considerable.

En establiments que compren amb Baixa Tensió i disposen de xarxa de gas, la instal·lació de microcogeneració se pot amortitzar amb menys de 10 anys, si disposa d'un consum elevat de calor (ACS, calefacció, piscines,..), amb un funcionament de nomé 3000 hores any. Si el funcionament arriba a les 8000 hores, se pot amortitzar en uns 3 anys.

Els establiments turístics influeixen molt en la demanda elèctrica de les Illes Balears els mesos d'estiu, en gran part degut a la demanda frigorífica. Les puntes de consum són repercutides per part de les companyies elèctriques, en forma de recàrrecs en la tarifa elèctrica. Aquestes puntes en la demanda elèctrica es podrien minvar mitjançant l'aportació elèctrica de sistemes fotovoltaics o bé amb la substitució de part del consum elèctric per a refrigeració amb consum

tèrmic a través de plantes d'absorció, alimentades amb energia solar tèrmica, biomassa o energia residual de sistemes de cogeneració. Les companyies elèctriques i les administracions locals inverteixen molts de recursos per abastir les puntes de consum, provocant un sobrecost en el sistema.

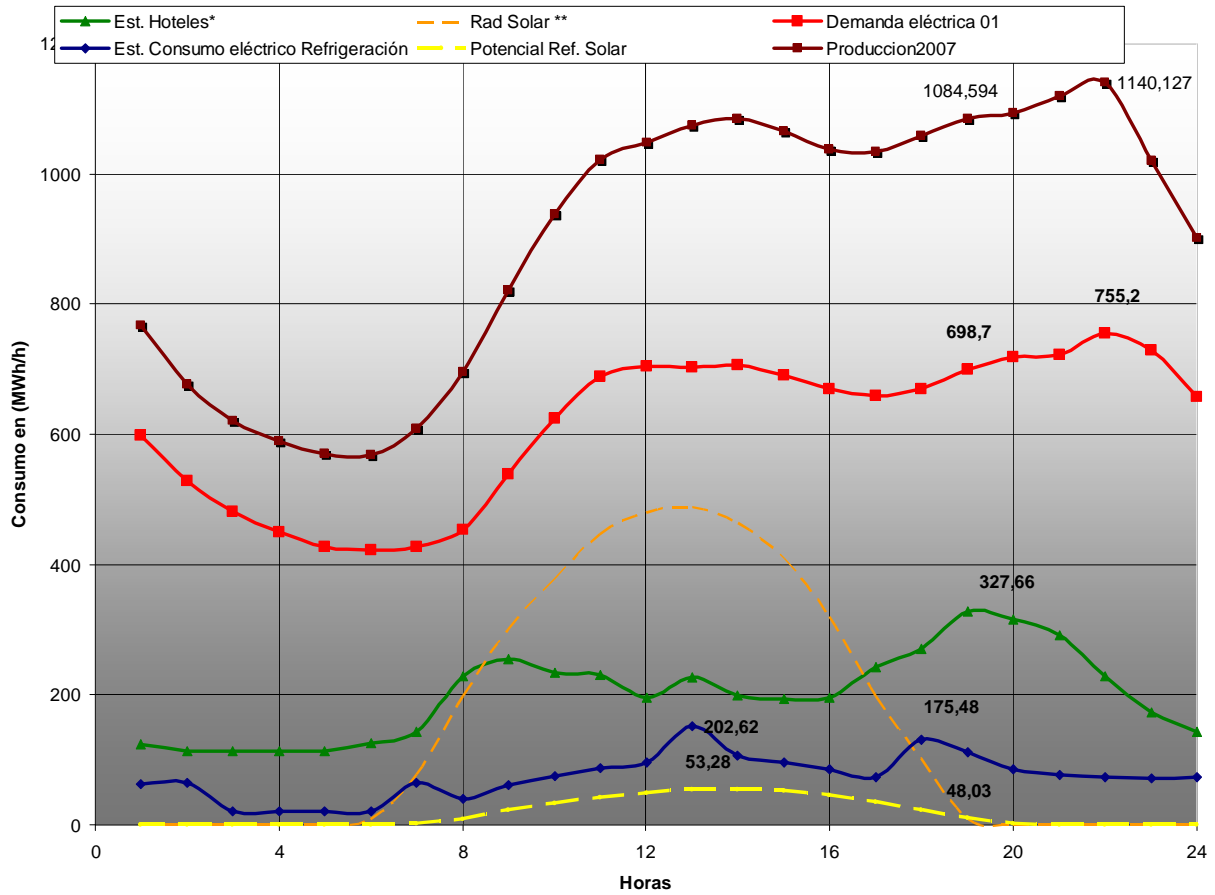


Figura 4.4.24. Simulació del consum elèctric de les Illes Balears- Elaboració pròpia i GESA-ENDESA i RED ELECTRICA. Any 2001-2007

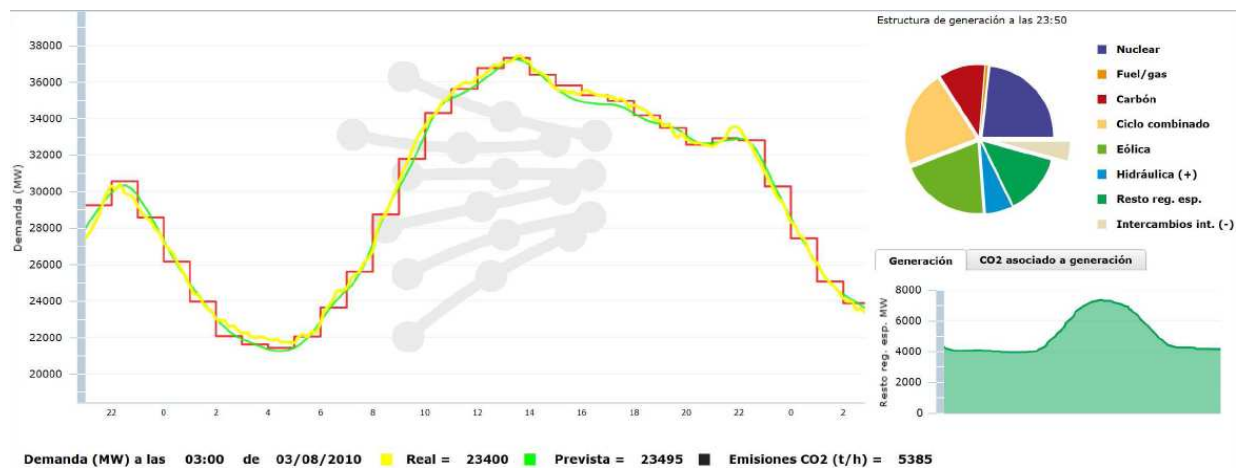


Figura 4.4.25. Corba de consum elèctric a Espanya -Agost- RED ELECTRICA. Any 2010

4.4.4 Xarxes de districte (fred, calor,..).

El problema que te actualment la cogeneració és que per ser viable necessita uns consums tèrmics elevats i constants durant tot l'any, i tant el sector residencial com determinades zones turístics tenen una forta estacionalitat en el consum energètic, que fan que l'amortització d'aquest tipus d'instal·lacions sigui més llarg. També se li ha d'afegir que es necessita tenir una disponibilitat d'espai per a implantar la maquinària necessària per a fer la instal·lació de cogeneració o trigeneració. En canvi part d'aquestes desavantatges es resolen amb la creació del que s'anomenen xarxes de districte per al transport de l'energia tèrmica. En funció de la distància a la que es trobin els punts de consum, en funció de la densitat energètica, fan que la inversió inicial sigui molt elevada, i requereix en zones residencials o urbanes que hi hagi una implicació de l'administració pública en la implantació de les infraestructures prèvies i la gestió energètica. Un exemple molt proper és la xarxa de districte urbana que hi ha a la zona del Fòrum de Barcelona.



Figura 4.4.26 Fòrum de Barcelona. Font; Ajuntament de Barcelona

L'exemple més recent, és la Central T4 de l'aeroport de Madrid-Barajas, és la única central de Cogeneració d'aquesta envergadura que subministra energia a un aeroport en tota Espanya, el que suposa moltes avantatges des del punt de vista medi ambiental: se redueix l'impacte derivat del consum energètic de les zones a les que abasteix ja que aprofita el màxim l'energia tèrmica produïda en la central. L'enginyeria i l'execució de l'obra van ser fets íntegrament per Sampol. Feta amb un temps rècord de 12 mesos. Aquesta central consisteix en sis grups motogeneradors alternatius de combustible dual, gas natural i Gas-oil (per tenir el 100% de garantia de subministrament), de 5.500 kW de potencia mecànica unitària. Cada grup cogenerador dur associada una planta frigorífica d'absorció i una caldera de recuperació de calor de gasos d'escapament. La planta abasteix més del 70% de l'energia elèctrica de l'aeroport i subministra tota l'energia tèrmica a la T4 i T4S, refrigerant i escalfant els edificis.

A les Illes Balears, l'única experiència de trigeneració es troba en el sector terciari es troba al Parc Bit, gestionat pel Govern. Aquesta instal·lació disposa de dos grups electrògens de gas-oil amb una potència de 2x1,3 MW. En l'actualitat, a l'igual que la resta de les Illes Balears, el Parc Bit ha sofert un increment tant elevat del seu consum energètic que fan que la planta de trigeneració hagi quedat petita, per la qual cosa es requereix una gran increment de la Planta de producció energètica i un gran canvi tecnològic i de font d'energia.



Figura 4.4.27. Parc Bit. Font; Google Earth

CONCEPTE	UNITAT	CATERPILAR 3516 TA
Potència elèctrica (cos phi 0.8)	kW	1.310
Consum de combustible esperat/màxim	g/kW _{mh}	199,8 / 205,8
Rendiment elèctric esperat/mínim	%	40,22 / 38,3
Temperatura de gasos d'escap.	°C	496
Cabal de gasos d'escapament	kg/h	7.642
Potència tèrmica circuit refrig.	kW	684
Temperatures circuit refrig.	°C	89/96
Nombre de cilindres		16
Velocitat	rpm.	1.500
Pressió mitja efectiva	Bar	3
Tipus alternador		Síncron trifàsic
Tensió de generació	V	400
Pes motor+generador (amb fluïts)	Kg	13.270,6
Dimensions lxaxh	M	4,87 x 1,49 x 2,01 (*)
Nivell de renou a 1 m del motor	dB(A)	103

Taula 4.4.15. Característiques dels Grups electrògens segons fabricant. Font; Parc Bit

Tot i que la generació distribuïda requereix una alta sensibilització, necessitats d'espais, una gran especialització del personal tècnic dels edificis on es dur a terme i l'aparició d'empreses especialitzades en la gestió d'aquests tipus de plantes. A altres països i ha empreses especialitzades en la gestió energètica, això estalvia als edificis consumidors d'energia a tenir personal molt especialitzat, i pagar els serveis energètics a les empreses. El factor d'escala de la planta de cogeneració indirectament també condiciona la seva implantació, degut als factors abans esmentats, quan més gran és la instal·lació, menors són els costos d'explotació, i major és la reducció d'emissions atmosfèriques, tot i que la superfície ocupada per la planta és major i provoca un major rebuig social.

El problema ens apareix quan la planta hagi de donar servei a varis edificis, ja que les xarxes de districte han de passar per vials públics o de varis propietaris. En aquests casos es requereix una predisposició per part de l'administració pública i fan que hi hagi d'haver un consens entre varis actors. Com major sigui el nombre d'usuaris més complicada es fa la gestió i fan més difícil la seva operació, implica un gran esforç per part de l'operador energètic, sobretot en el cobrament i gestió de la xarxa tèrmica.

L'impacte ambiental que provocaria la instal·lació d'un sistema de generació distribuïda, pot veure's compensat per l'elevada reducció de les emissions de CO₂ que suposa la correcta gestió d'aquests tipus de plantes.

Per a la ubicació de xarxes de districte, amb una o vàries plantes de cogeneració o trigeneració que doni Servei a vàries empreses i edificis, s'han de donar els següents condicionants;

- 1) Alta densitat en el consum elèctric i tèrmic durant tot l'any
- 2) Xarxes elèctriques d'alta tensió
- 3) Xarxa de Gas propera
- 4) Una Potència mínima de la planta de més de 500 kW_e o 2000 kW_t
- 5) Una distància de punts de consum que cobreixi radis de fred inferiors a 2 km i de calor inferiors a 4 km.

Només a les Illes Balears hi podria haver més de 20 possibles ubicacions d'aquest tipus d'infraestructures, que podrien millorar l'eficiència global de la nostra Comunitat, i reduir en gran mesura l'impacte en emissions de CO₂ que suposa el consum energètic al sectors residencial i de serveis. Degut al seu emplaçament i consums podrien ser viables econòmicament i ser gestionades per Administracions Locals o Empreses de Serveis Energètics (ESE o ESCO). Algunes zones turístiques es troben dins aquestes zones, ja que es donen alts consums energètics, tant tèrmics com elèctrics durant tot l'any.

4.4.5 Xarxes de districte bidireccionals (Energynet)

Les xarxes no tan sols podrien ser centralitzades i unidireccionals, com les existents en l'actualitat, sinó que podrien ser xarxes bidireccionals, on la comunitat o àrea que l'utilitza permetés que qualsevol pugui ser comprador o venedor d'energia. El sistema seria semblant al que esta implantat en la generació elèctrica, on existeix un operador, "Red Elèctrica Espanyola", encarregat de gestionar les xarxes de transport elèctric i les plantes de generació. La demanda depèn de zona, s'aprofita la simultaneïtat, i s'apliquen diferents tarifes en funció de l'època de l'any i la franja horària. El fet de que hi hagi varis punts generació fa que es redueixin les pèrdues per transport (zona influència) i es tengui una major garantia de subministra.

Aquest sistema de xarxes bidireccionals són habituals en les xarxes de telecomunicacions on es comparteixen arxius i informació en tota la xarxa i hi ha un flux bidireccional constant de dades. Tot i que a nivell d'infraestructures són més senzilles i econòmiques d'implementar.

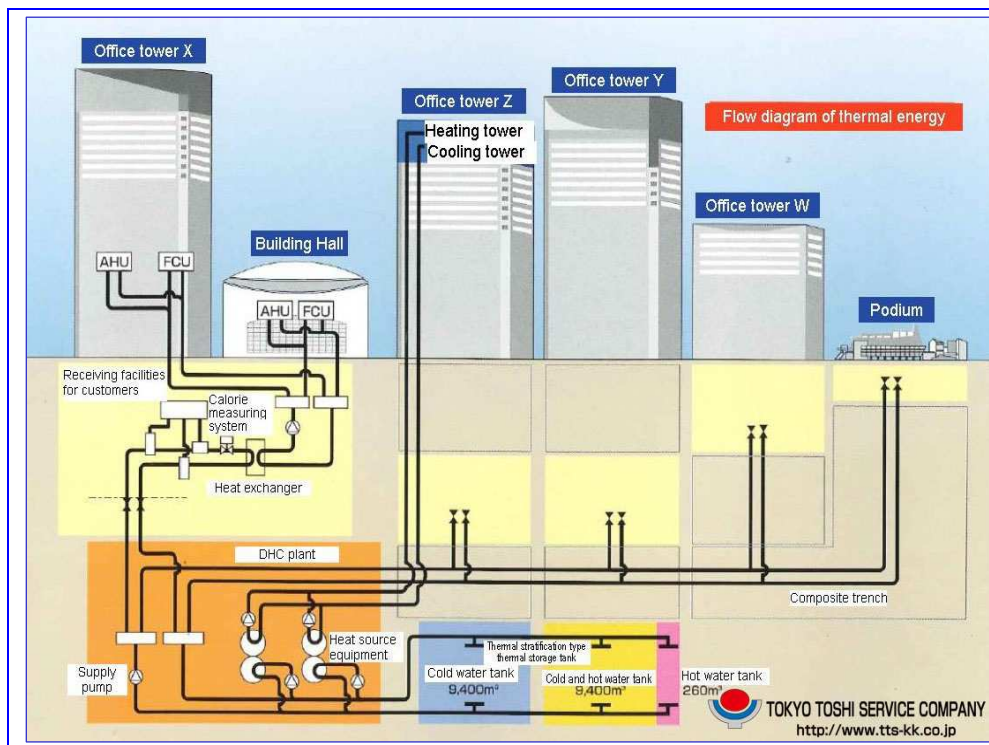


Figura 4.4.28. Xarxa de districte a Tokio. Font; www.tts-kk.co.jp

El gran avantatge de fer xarxes bidireccionals d'energia és que evitaria els inconvenients que tenen les xarxes de districte tèrmiques en el seu elevat consum en el transport tèrmic de l'energia, ja que només s'ha de fer front a la pèrdua de càrrega del tram entre el productor i el generador. Un altra gran avantatge és que suposaria una liberalització total del sistema, on qualsevol edifici que sigui eficient pot compartir els seus recursos amb els demés i en les hores, dies o mesos en que te poca demanda vendre i hores, dies o mesos en que tengui puntes de consum que no pugui satisfer pot comprar al sistema. També fa que els edificis que no són eficients o que no disposen d'espai per a tenir una sala de màquines poden ser simplement compradors i poden prescindir d'equips obsolets.

Aquest tipus d'instal·lacions bidireccionals són habituals en edificis grans, on hi ha varies sales de màquines interconnectades, les quals en funció de la demanda i de la rendibilitat i eficiència aboquen o consumeixen energia. El sistema podria ser regulat per un o varis operadors, que posarien les regles de joc i el preu al sistema global. Es podrien a més interconnectar a altres xarxes i compartir excessos o mancances energètiques, establint el que serien mòduls d'energia.

La transferència entre mòduls es podria fer a partir de corbes cícliques anuals de fred i calor per a cada mòdul es dimensionarien les conduccions tèrmiques per a la màxima demanda per a transferència entre ells. Comparant necessitats amb capacitat de producció de cada mòdul, desplaçar excedents fent transferència tèrmica. Es podria considerar la simultaneïtat del sistema que permetria estalviar sobredimensionament de màquines i equips. Si es definissin i delimitàssin les zones d'influència dels edificis es podria aprofitar al màxim la simultaneïtat. La xarxa amb mòduls d'energia per cobrir les puntes màximes, que serien del 20-25% respecte del total.

Transferència entre mòduls de les variacions respecte màxim simultani, es calcula que podria ser aproximadament del 10%, d'aquesta manera se podria optimitzar la xarxa i minimitzar els costos de transport. Dimensionant la xarxa adequadament: cabals corresponents a 10% de la potència del mòdul, el que representa entre un 20% a un 25% de l'energia total sense simultaneïtat d'aquest mòdul. Es podria dimensionar la xarxa per a transferir energia des de centrals d'energies alternatives que complementarien els recursos distribuïts de producció i s'optimitzaria el diàmetre, cabals, bombes,..., del sistema. A més es podria combinar perfectament amb sistemes d'energies renovables, ja que permetria abocar a la xarxa les puntes produïdes en èpoques de molta radiació solar, o bé que edificis que no disposen de cobertes o superfície de captació abastament puguin disposar d'energia solar a través de la xarxa, tal com succeeix amb l'energia elèctrica i el mòduls fotovoltaïcs.

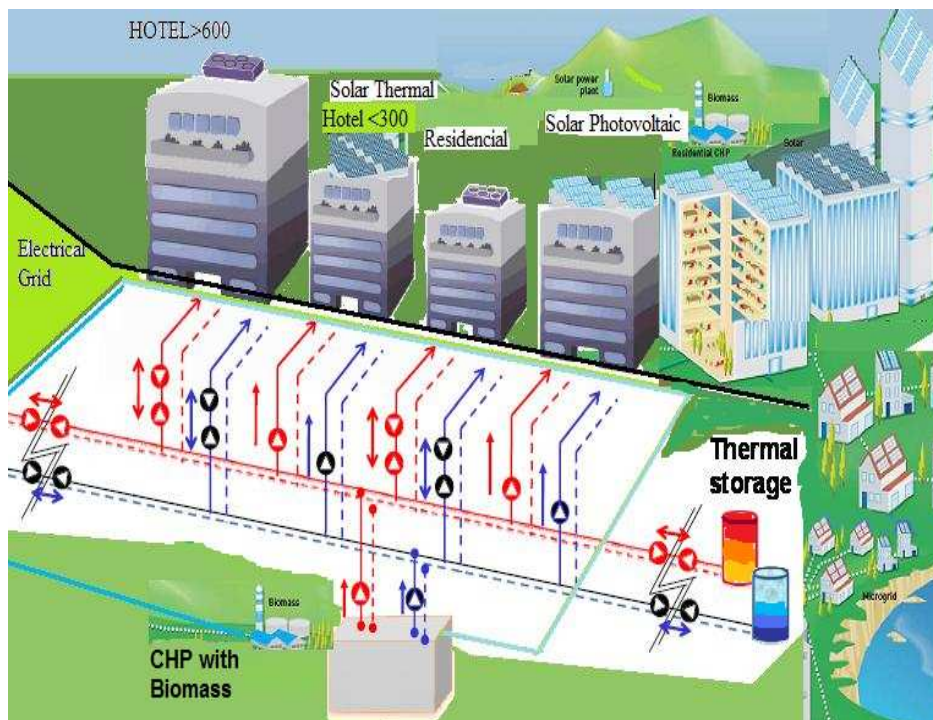


Figura 4.4.29. Energy-Net. Font; Eurosun 2010 Mojà.

Energy-net és una central distribuïda de subministrament de fred i calor als seus clients en unes condicions de protocol que mitjançant un operador d'energia ven, compra i produeix energia, donant la possibilitat d'utilitzar producció pròpia, transferir el sobrant i recuperar l'energia que se perdria, per a utilitzar-la en lloc propers on si s'aprofitarà en temps real o acumulant diferències.

En aquest tipus d'instal·lacions hauria d'haver una administració pública o una empresa privada que s'encarregàs de la compraventa d'energia tèrmica i de regular el "pull" amb cada usuari. En el cas de l'electricitat l'administració ja ha donat un petit impuls i funciona a la perfecció, actuant Red Eléctrica com operador del sistema. Per tant en el cas d'aquest tipus d'iniciatives es requereix impuls per part de l'administració, ja que s'ha d'implantar en vies públiques i intervenen molts de sector i usuaris.

Els preus de compra d'energia haurien de ser favorables per tal d'augmentar l'eficiència energètica. Totes les tasques associades podran ser per a un o varis empreses (ESCO,..

ESE,..). Els usuaris només gaudiran de l'Energy-net, per als beneficis, tant de compra d'energia tèrmica a baix preu, com la venda d'excés.

Es podria assolir un escenari on es fes una substitució parcial de la demanda elèctrica dels edificis, amb càrrega variable, i la possibilitat que existeixi una proliferació de cogeneradors d'energia elèctrica que s'integrin venent i comprant energia elèctrica a la xarxa existent, amb sistema de gestió protocol·litzat que faci compatible l'accés indiscriminat, lliure i voluntari de totes les persones a l'energia, en totes les seves diferents modalitats.

L'únic gran inconvenient, és com sempre, que requereixen d'una inversió inicial elevada i un sofisticat sistema de control, el qual a dia d'avui, amb la revolució de les tecnologies de control i xarxes de comunicació no seria cap problema.

Un dels primers impulsors d'aquestes xarxes es Jeroni Cabot, que va presentar per primera vegada aquesta idea al Diari el Mundo, l'any 2000, al qual ja s'ha fet referència.

Hotels de la Platja de Palma i el Consorci

El Govern de les Illes Balears i l'associació hotelera de la platja de Palma fa anys que estudien implantar un xarxa de districte a la platja de Palma, on es dona un equilibri entre sector residencial i hoteler que permetria aprofitar el màxim l'excés de calor els mesos d'estiu dels hotels per a produir ACS pels sectors residencial i de serveis.

Fa uns anys es va constituir el Consorci de Platja de Palma, que engloba administracions locals. Autonòmiques i estatals per a fer una reconversió de la zona de la Platja de Palma. Per a un nucli turístic com la Platja de Palma la sostenibilitat és un factor clau per a l'èxit en el seu futur. El turisme demanda cada cop més destins sostenibles i ambientalment respectuosos. Cercar un Desenvolupament Sostenible és necessari integrar els diferents aspectes de les polítiques urbanes: la conservació de recursos naturals, la integritat mediambiental, la viabilitat econòmica financera i els aspectes socials.

Els objectius de l'estratègia mediambiental del Consorci són els següents:

•Reduir el consum d'energia i l'emissió de gasos d'efecte hivernacle (GEI), dissenyant un escenari finalista amb "balanç 0 CO2" i "100% d'energies renovables (ER)".
•Millorar el sistema de distribució d'aigua, reduir el seu consum, garantir la seva qualitat i tornar-la al medi en les mateixes condicions que tenia inicialment, i tot amb un cost mínim d'energia.
•Millorar el sistema de recollida de fems, reduir la generació de residus, maximitzar la seva revaloració i plantejar "0 residus a abocador", i tot amb un cost mínim d'energia.
•Reduir el renou local i establir mesures per aconseguir que l'impacte sonor de l'aeroport es situï per sota dels límits legals establerts.
•Escometre la rehabilitació integral de l'edificació per millorar el seu valor turístic i residencial amb la finalitat de reduir significativament el seu impacte ambiental i climàtic.
•Millorar la mobilitat, garantint l'accessibilitat, disminuint sensiblement el tràfic i dissenyant un escenari finalista "balanç 0 en carboni" en els desplaçaments locals.
•Millorar la capacitat d'adaptació general i del sistema turístic i residencial al canvi climàtic.
•Conservar la biodiversitat i recuperar la funció dels ecosistemes litorals, terrestres i marins.
•Gestionar de forma sostenible les dinàmiques de la platja.
•Proveir sistemes de gestió per millorar la qualitat i preveure la variació futura de les aigües terrestres i marines.
•Orientar de forma sostenible els ecosistemes urbans

Taula 4.4.16 Objectius del Platja de Palma. Font; Consorci Platja de Palma 2010.

Per a tal de veure si l'escenari energètic és possible es va fer un anàlisi d'aquesta zona.

	H1*	H2*	H3*	H4*	AT1*	AT2*	AT3*	TOTAL
S'arenal sud	343	2653	5211	0	0	0	0	8207
S'arenal nord	1202	1137	4937	700	163	540	0	8679
“Maravillas”	172	758	9051	4549	163	540	1955	17188
Fontanelles	57	379	1371	350	0	270	0	2427
Can Pastilla	229	1137	3566	350	82	270	0	5634
	2003	6064	24136	5949	408	1620	1955	42135
	5%	14%	57%	14%	1%	4%	5%	100%

Taula 4.4.17 Places Hoteleres classificades per tipus i zones. Font; DG Energia

La Platja de Palma és la zona turística que té una major ocupació durant tot l'any, i és també una de les zones amb més places hoteleres de les Illes Balears, gairebé el 10% del total, amb una ocupació mitjana de més del 50%, per la qual cosa té una ocupació i en conseqüència un consum energètic bastant elevat durant tot l'any. Tots els hotels tenen un consum d'Aigua Calenta Sanitària durant tot l'any, al qual se li ha d'afegir la calefacció els mesos d'hivern i que la major part dels hotels disposen de sistemes de climatització, alguns d'ells a més també han incorporat els darrers anys piscines climatitzades i SPA's, que fan encara més elevat el consum tèrmic.

El consum energètic estimat, basant-nos en auditories fetes a 30 hotels de la Platja de Palma i extrapolant les dades a la resta de la planta hotelera ens dona que té un consum estimat de més 80.000 MWh tèrmics any. Si es fes amb una xarxa de districte bidireccional, només amb la transferència de l'excés d'energia d'uns edificis a uns altres podria estalviar més d'un 30% de l'energia primària. Si a més li afegim centrals de trigeneració es podrien estalviar més d'un 50% de l'energia primària. En l'actualitat l'energia consumida per mitjans convencionals suposen unes emissions de més de 90.000 de Tones de CO₂ a l'any, en canvi se es fes mitjançant l'aplicació sistemes de cogeneració i xarxes de districte es poden estalviar més de 20.000 Tones de CO₂, l'equivalent a les emissions de 10.000 cotxes que facin una mitja de 12.000 km/any.

	Ocupació mitjana	ACS MWh	Calefacció MWh	Refrigeració MWh	Total Tèrmic MWh
Gener	10%	744.453	3357.325	2.54	4104.318
Febrer	15%	956.447	2638.151	14.443	3609.041
Març	25%	1660.307	3092.641	2.866	4755.814
Abril	50%	3281.912	4047.836	400.076	7729.824
Maig	70%	4684.827	1169.197	1694.642	7548.666
Juny	87%	5374.313	426.854	4061.206	9862.373
Juliol	94%	5870.585	397.446	5143.889	11411.92
Agost	97%	6048.932	413.836	5377.848	11840.616
Setembre	82%	5236.307	388.118	4239.306	9863.731
Octubre	71%	4841.331	793.238	2376.742	8011.311
Novembre	8%	482.128	876.811	32.367	1391.306
Desembre	6%	389.759	1209.517	1.759	1601.035
TOTAL		39571.301	18810.97	23347.684	81729.955

Taula 4.4.18 Estimació de consums tèrmics als hotels de la Platja de Palma

Si a més es fes una combinació de diferents energies renovables es podria assolir un escenari de zero emissions de CO₂. Combinant diferents tecnologies de com Biomassa, Solar Tèrmica, Fotovoltaica i minieòlica. La inversió aproximada seria inferior als 100 milions d'euros i es podria fer tota la Platja de Palma 100% amb renovables (hotels i residents) i amb uns 10 anys es podria retornar la inversió, tot dependria del que costàs la biomassa.

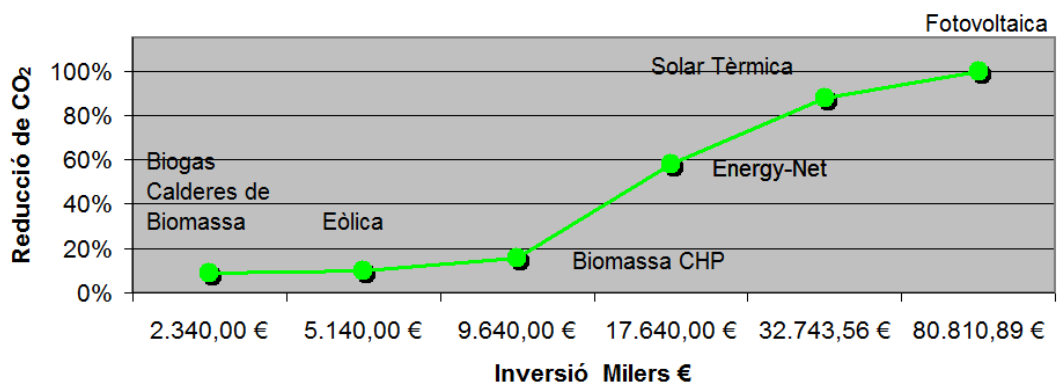


Figura 4.4.30. Estimació d'inversió vs reducció d'emissions de CO₂ a la Platja de Palma.

Es podrien fer molts d'escenaris, però en base a les disponibilitats d'espai, economia d'escala i facilitat d'implantació, s'ha analitzat un escenari que tendria uns 16 MWp de Fotovoltaica, 2 MW de Cogeneració amb Biomassa, 2,1 MW de minieòlica, 30.000 m² de panells solars tèrmics i una potència d'uns 10 MW en calderes de biomassa, amb una xarxa de districte d'uns 25 km.



Figura 4.4.31. Energy-Net Platja de Palma. Font; T.Vila – J.Cabot- A. Moià. Cabot Projectos.

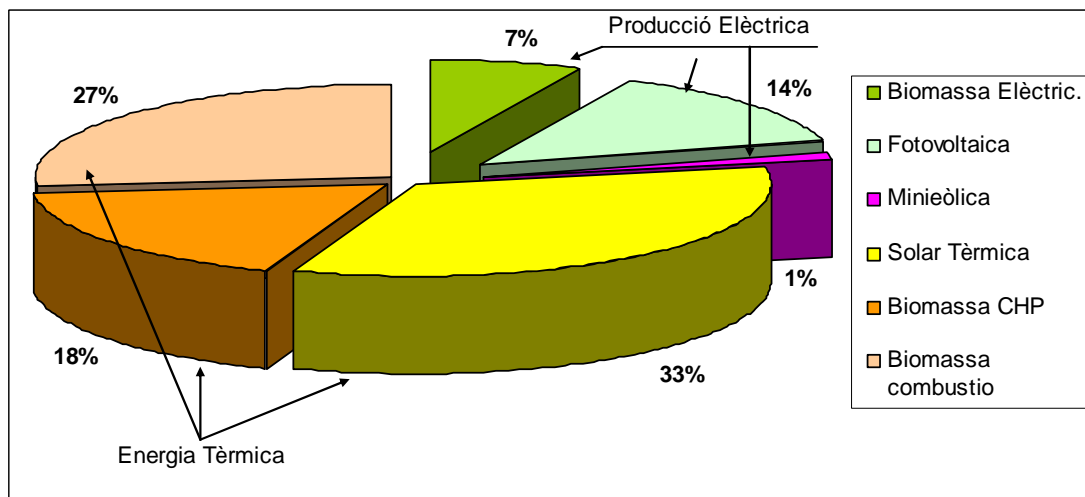


Figura 4.4.32. Escenari de Mix 100% renovables a Platja de Palma. Elaboració Pròpia

4.4.6 L'Hidrogen(H₂) . Piles de combustible

L'hidrogen és un mitjà de transport d'energia neta que en un futur podria reemplaçar totes les fonts convencionals d'electricitat, pel fet que no produeix cap emissió, excepte vapor d'aigua, per la qual cosa es reduiran els costos externs propiciant el desenvolupament sostenible i creant oportunitats d'ocupació. Es pot utilitzar com a substitució del gas natural, per a combustió directa, motors d'explosió, turbines,..., però actualment el sistema que es vol implantar és la pila de combustible.

Formalment es considera que una pila o cel·la de combustible és un generador electroquímic d'energia on el treball elèctric s'obté a partir d'una reacció química que només es produeix en un determinat sentit i a la qual els reactius (combustible i oxidant) es troben a l'exterior de la pila pròpiament dita. El treball es produeix mentre hi hagi flux dels reactius.

El fet de què es necessiti un flux continu de reactius és una de les principals diferències amb les bateries convencionals.

Els reactius típics utilitzats en una cel·la de combustible són hidrogen en el costat de l'ànode i oxigen en el costat del càtode (si es tracta d'una cel·la d'hidrogen). Per altra banda les bateries convencionals consumeixen reactius sòlids i, una vegada que s'han esgotat, ha d'ésser eliminada o recarregada amb electricitat. Generalment, els reactius "flueixen cap a dintre" i els productes de la reacció "flueixen cap a fora". L'operació a llarg termini virtualment contínua és factible mentre es mantinguin aquests fluxos.

1. Tipus de cel·les de combustible

Nom	Electròlit	Rang	Temperatura de treball	Eficiència elèctrica	Estat
Pila de combustible reversible					Kit per l'ensenyament
Blue Energy	membrana de polietilè	Superior a 250 kW			Investigació
Pila de combustible biològica (MFC)					
Pila de combustible de zinc					
Bateria de flux					Investigació
Pila de combustible	solució	de 10 a	inferior a 80°C	Cel·la: 60–70% Sistema:	Comercialitzant-se/

alcalina (AFC)	alcalina	100 kW		62%	Investigació
Pila de combustible de membrana d'intercanvi de protons (PEM FC)	Membrana polimèrica (ionòmer)	de 0,1 a 500 kW	70–200 °C,	Cel·la: 50–70 % Sistema: 30–50 %	Comercialitzant-se/ Investigació
Pila de combustible directa de borohidrur (DBFC)	solució alcalina NaOH		70 °C		Investigació
Pila de combustible d'àcid fòrmic (FAFC)	àcid fòrmic		90–120 °C		Investigació
Pila de combustible directe de metanol (DMFC)	Membrana polimèrica	de pocs mW a 100 kW	90–120 °C	Cel·la: 20–30 %	Comercialitzant-se/ Investigació
Pila de combustible directe d'etanol (DEFC)					Investigació
Pila de combustible d'àcid fosfòric (PAFC)	Àcid fosfòric	Superior a 10 MW	200 °C	Cel·la: 55 % Sistema: 40 %	Comercialitzant-se/ Investigació
Pila de combustible de carbonat fos (MCFC)	Carbonat-Alcalí Fos	100 MW	650 °C	Cel·la: 55 % Sistema: 47 %	Comercialitzant-se/ Investigació
Pila de combustible de ceràmica protònica (PCFC)	Ceràmica		700 °C		Investigació
Pila de combustible d'òxid sòlid (SOFC)	Electròlit de ceràmica oxidada	Superior a 100 MW	800–1000 °C	Cel·la: 60–65 % Sistema: 55–60 %	Comercialitzant-se/ Investigació

Taula 4.4.19 Tecnologies de Piles de combustible. Font; NREL USA.

Producció d'hidrogen i aigua potable

La primera planta del món que produeix hidrogen i aigua potable i en la que la font de subministrament elèctric és l'eòlica, el projecte s'ubica a l'illa de Gran Canària. Es tracta d'un projecte experimental d'energies renovables, denominat RES₂H₂ i emmarcat en el programa Energètic de la Unió Europea. Aquesta planta instal·lada en els terrenys de la Central Tèrmica de "San Bartolomé de Tirajana", en el sud-est de Gran Canària.

La font primària d'energia és el vent, amb la qual cosa s'aconsegueix que durant les hores d'alta demanda, l'energia produïda pels aerogeneradors es destini a la xarxa elèctrica, en canvi en hores de baixa demanda, l'excés d'energia s'utilitza per a la producció d'hidrogen, el qual s'emmagatzema en piles de combustible a fi de produir electricitat. El sistema compta, amb una planta dessalinitzadora per osmosi inversa, la que s'alimenta o pels aerogeneradors o per les piles de combustible. D'aquesta manera es pot proporcionar electricitat contínua, hidrogen i aigua a partir de les turbines eòliques per a una comunitat remota o aïllada.

4.4.6.1 Obtenció de l'hidrogen.

A més dels desafiaments tècnics que són tractats amb la investigació, disseny, i desenvolupament, hi ha obstacles a la posada en pràctica encertada de les cèl·lules de combustible i de la infraestructura corresponent del hidrogen que poden ser tractades només integrant els components en sistemes complets. Després que una tecnologia assoleixi els seus objectius tècnics en el laboratori, el pas següent és demostrar que pot treballar segons el que dissenya dins de sistemes reals, per exemple, que els vehicles amb cèl·lula de combustible tenen un bon funcionament amb el hidrogen.

La validació de la tecnologia confirma que les tecnologies i els seus components es poden incorporar en una solució completa del sistema, i aquest funcionament i operació del sistema es resolen baix panorames de funcionament anticipats. Les solucions completes del sistema que tracten tots els elements de la tecnologia de la infraestructura i del vehicle, de validar les tecnologies integrades de la cèl·lula del hidrogen i de combustible per al transport, infraestructures, i generació elèctrica en un context dels sistemes baix condicions de funcionament del món real. Les dades seran arreplegats per a determinar-se si els objectius s'han resolt baix condicions de funcionament realistes, per a proporcionar la regeneració en el progrés, i manejar eficientment els elements de la investigació del programa i proporcionar el canvi de direcció segons el que necessita.

En general, l'emmagatzemament en bateries és adequat per a valors de potència emmagatzemada relativament xicotets. Per a poder aconseguir sistemes autònoms descentralitzats, no obstant això, es necessita emmagatzemar quantitats superiors d'energia; l'emmagatzemament en hidrogen es té en la perspectiva com el més promissori per oferir molts avantatges:

- S'obté per descomposició de l'aigua, que és abundant i assequible.
- No influeix en el medi ambient i només genera novament aigua quan cedeix l'energia emmagatzemada. O sigui, és net i renovable.
- És adequat per a l'ús domèstic i industrial.
- Es transporta i emmagatzema amb poques pèrdues.

L'anomenat cicle del hidrogen solar comprèn:

- L'obtenció d'hidrogen utilitzant energia solar (fotovoltaica o una altra).
- L'emmagatzemament d'aquesta energia (que per descomptat també se pot utilitzar directament).
- La distribució o transport de l'H₂ (el que és de menor pes relatiu on es tingui abundant sol i es pugui descentralitzar el sistema energètic).

- La reconversió a un altre tipus d'energia útil (ja sigui elèctrica o de diverses formes de calor).

Obtenció d'hidrogen

L'hidrogen se pot obtenir d'energia tèrmica, elèctrica (electrolíticament) o directament.

Obtenció d'hidrogen utilitzant energia tèrmica

Per a l'obtenció d'hidrogen de l'aigua utilitzant energia solar tèrmica se poden emprar la descomposició directa i el procés termoquímic. En el primer cas es necessita del desenvolupament de materials que puguin suportar més de 2000 °C de temperatura per a dissociar la molècula d'aigua per calor. En el segon cas se pot usar la descomposició termoquímica. Es busquen materials reciclables eficients i que puguin suportar molts cicles d'oxidació-reducció. Per exemple, vapor d'aigua a alta temperatura es fa circular a través de pols de ferro; aquesta s'oxidarà prenent l'oxigen del vapor i quedant lliure l'hidrogen. És necessari que l'òxid de ferro pugui novament reduir-se per a repetir el cicle. La instrumentació pràctica d'aquestes possibilitats encara és llunyana.

Obtenció d'hidrogen utilitzant electricitat

L'electricitat per a l'electròlisi se pot obtenir per diverses vies a partir de l'energia solar. Amb la conversió tèrmica, l'energia eòlica, l'hidroenergia i altres fonts renovables pot produir-se energia elèctrica.

Per a convertir l'energia elèctrica en hidrogen es necessiten els electrolitzadors, que són equips modulars, la unitat dels quals és la cel·la electrolítica. L'escalat de sistemes modulars, o sigui, d'aquells on s'aconsegueix una major potència incorporant un nombre més gran d'unitats, és més simple i constitueix un factor important. En cada cel·la els elements constituents són els elèctrodes i l'electròlit. Les reaccions que es produeixen en l'un i l'altre elèctrode són:

Reaccions en l'electròlisi alcalina:

En el càtode: $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2 + 4\text{OH}^-$

En l'ànode: $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

Reaccions en l'electròlisi àcida:

En el càtode: $4\text{H}_3\text{O}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2$

En l'ànode: $6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_3\text{O}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

Com es pot observar, en l'una i l'altra electrolisi l'hidrogen es desprèn en el càtode i l'oxigen en l'ànode, invertint-se la formació d'aigua que ocorre en l'ànode en l'alcalina i en el càtode en l'àcida.

En ambdós casos ocorre la reacció neta:

$2\text{H}_2\text{O} + \text{electricitat} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{calor}$

Els electrolitzadors àcids treballen en condicions més agressives i corrosives per al càtode, on es desprèn hidrogen, que els alcalins [Savadogo, 1996].

Materials per a cel·les electrolítiques

Les cel·les electrolítiques aconseguen descompondre la molècula d'aigua quan s'aplica un voltatge major que el mínim indispensable de 1,23 V. Es desenvolupen materials per a elèctrodes amb l'objectiu que el voltatge necessari sigui el més pròxim a aquest valor. No sols aquests materials són necessaris per a l'optimització de la cel·la, també s'utilitzen i proven diferents electrocatalitzadors, així com els materials de les membranes necessàries per a

mantenir sense mesclar-se, l'oxigen i hidrogen que es formen. S'empren tant electròlits àcids com alcalins i es tracta de trobar les majors eficiències i durabilitat als menors costos.

Obtenció directa d'hidrogen

Encara que l'hidrogen es pot obtenir segons les variants analitzades, en la descomposició directa només hi ha una transformació d'energia i per tant energèticament és el camí millor. Es pot descompondre fotoquímicament l'aigua utilitzant biofotòlisis i fotòlisi.

Les plantes i bacteris han resolt de manera eficient la descomposició de l'aigua; és el procés denominat biofotòlisis que forma part de la fotosíntesi. La planta utilitza els quants de llum per a obtenir oxigen i hidrogen, encara que l'últim no s'obté en la seua forma molecular sinó que passa per altres reaccions a formar part de la biomassa que la planta sintetitza utilitzant també CO_2 de l'aire. La planta emmagatzema l'energia solar en la biomassa que produeix. Algunes algues en condicions especials poden produir hidrogen molecular, i el seu cultiu és una via de produir hidrogen utilitzant la biofotòlisis [Podestà i Piatti].

La fotòlisi és el procediment empleat per l'home per a descompondre directament la molècula d'aigua per mitjà de la radiació lluminosa en compte de l'electricitat. Aquest procediment està en desenrotllament, encara no s'aplica en la pràctica i es treballa en els materials per a aconseguir-ho. Els sistemes utilitzats fins al moment es basen en la interfase electròlit semiconductor igual que les cel·les fotovoltaïques electroquímiques descrites anteriorment. Al principi de la dècada del setanta, Fujishima i Honda [1971] van demostrar l'ús de fotoelectrodes semiconductors per a la descomposició fotoassistida de la molècula d'aigua. Estos autors van emprar el diòxid de titani com a semiconductor. L'element clau per a poder introduir en la pràctica aquest tipus de cel·la és el material per al fotoelectrode. La seua eficiència de conversió fotoquímica de l'energia de l'espectre solar i la seua estabilitat en el temps són factors crítics per a determinar el bon comportament i eficiència de la cel·la.

En general, els dissenys reportats poden classificar-se en dos grups: aquells en què tant el càtode com l'ànode estan en el mateix electròlit (cel·les homogènies), i les cel·les heterogènies, que tenen compartiments separats amb diferents electròlits per al càtode i l'ànode amb l'objectiu de produir una diferència de voltatge addicional. A més, pot un només dels elèctrodes rebre la llum o ambdós actuar com fotoelectrodes. En aquestes cel·les, com en les fotoelectroquímiques fotovoltaïques, existeixen fotoelectrodes que es descomponen o degraden amb la llum, i fotoelectrodes estables però poc eficients, perquè només absorbeixen una petita part de l'espectre solar. Per a estendre la zona d'absorció s'ha treballat a dopar el semiconductor, així com a sensibilitzar el semiconductor o la solució electrolítica [Savadogo, 1971; Kikkawa, 1991; Gurunathan, 1993].

S'han estudiat cel·les fotoelectrolítiques per a l'obtenció d'hidrogen a partir d'aigua de mar [Goc i Tien, 1993; Ichikawa, 1997] Totes estes investigacions estan indissolublement unides a l'estudi de nous materials. Recentment, en el National Renewable Energy Laboratory d'EE.UU. s'ha obtingut una estructura basant-se en semiconductors III-V, amb la qual han aconseguit una eficiència per a la producció fotolítica d'hidrogen superior al 10% per primera vegada. Arribar a les solucions amb els materials que permeten introduir en la pràctica el procés de fotòlisi tindrà sens dubte gran implicacions.

Generació d'energia a partir de l'hidrogen

Del hidrogen se pot obtenir energia tèrmica per combustió o electricitat utilitzant les cel·les de combustible. La conversió a energia tèrmica depèn menys directament dels materials, per la qual cosa revisarem la situació de les cel·les de combustible.

Les cel·les de combustible es basen en el procés invers a l'electròlisi de l'aigua.

O sigui, en ella hidrogen i oxigen es recombinen per a donar aigua. Aquesta és una reacció amb despreniment d'energia, la qual cosa es fa en forma d'electricitat en estes cel·les. Igual que en les cel·les per a l'electròlisi de l'aigua, els estudis per al desenrotllament d'estes cel·les comprenen tant els materials dels elèctrodes i els electròlits sòlids, com a materials i processos catalitzadors de la reacció. En la taula 3 es resumeixen els diferents tipus de cel·les i les seues característiques [Fuel Cell Systems, 1993].

Aquestes sistemes són molt interessants en edificis on es té una demanda elèctrica i tèrmica elevada. Hi ha moltes instal·lacions a nivell experimental que aprofiten les piles de combustible a partir d'hidrogen del Gas Natural per a produir electricitat i calor.

4.4.6.2 Els establiments turístics i l'hidrogen.

Els hotels podrien ser un emplaçament perfecte per aplicar aquest tipus de tecnologies quan el seu preu sigui més competitiu, ja que a dia d'avui la producció de les piles de combustible es gairebé artesanal, fent que el cost d'instal·lació per kW sigui molt elevat. Aquesta tecnologia pot combinar-se perfectament amb les energies renovables, especialment les piles que funcionen a temperatures entre 70-200°C. Per aprofitar l'excedent dels sistemes fotovoltaics i/o eòlics s'ha de disposar d'un electrolitzador i d'un sistema d'emmagatzemar hidrogen, el qual pot acumular-se els dies d'excedent d'energia i consumir-se els dies amb mancança, aprofitant la producció d'electricitat per als consums de l'edifici i el calor residual de l'aigua calenta resultant per a cobrir les necessitats tèrmiques de l'edifici (Calefacció, ACS, refrigeració). Es pot tenir una combinació perfecta, combinant solar tèrmica, solar fotovoltaica i eòlica.

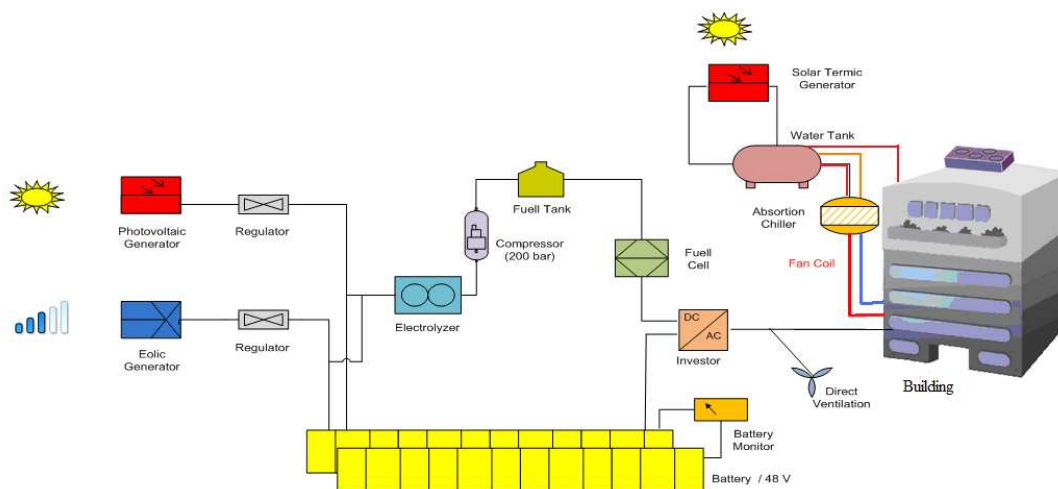


Figura 4.4.33. Esquema Sistema aïllat 100% amb renovables, electrolitzador i pila de combustible.

Una altra avantatge del hidrogen és que es pot aprofitar per a la combustió directa dels elements de la cuina, que generalment van amb GLP o Gas Natural, per tant serà un component bàsic si es vol assolir un escenari de 100% renovables, ja que els gas de les cuines no es pot substituir completament per solar tèrmica, ni fotovoltaica ni eòlica, en tot cas per biogàs, però el hidrogen és el complement ideal, ja que permet emmagatzemar l'excedent i utilitzar-lo directament amb la pila com per a la combustió directa. L'únic desavantatge que tenim actualment és el rendiment global entre el consum energètic de l'electrolitzador i de la pila, al qual se li ha d'afegir el consum energètic del compressor, que pot ser més o menys alt en funció de la pressió que se vulgui emmagatzemar. El rendiment global, electrolitzador+pila pot ser entre un 20%-40%, en funció de l'aprofitament tèrmic i de la pila que s'utilitzi.

A més se li ha d'afegir l'elevat cost d'aquest sistemes, els quals encara no són viables econòmicament, tot i que si tècnicament o ambientalment. Els períodes d'amortització d'aquests sistemes poden estar al voltant dels 25 anys, que fan difícil que l'empresari actual aposti lliurement per aquests sistemes.

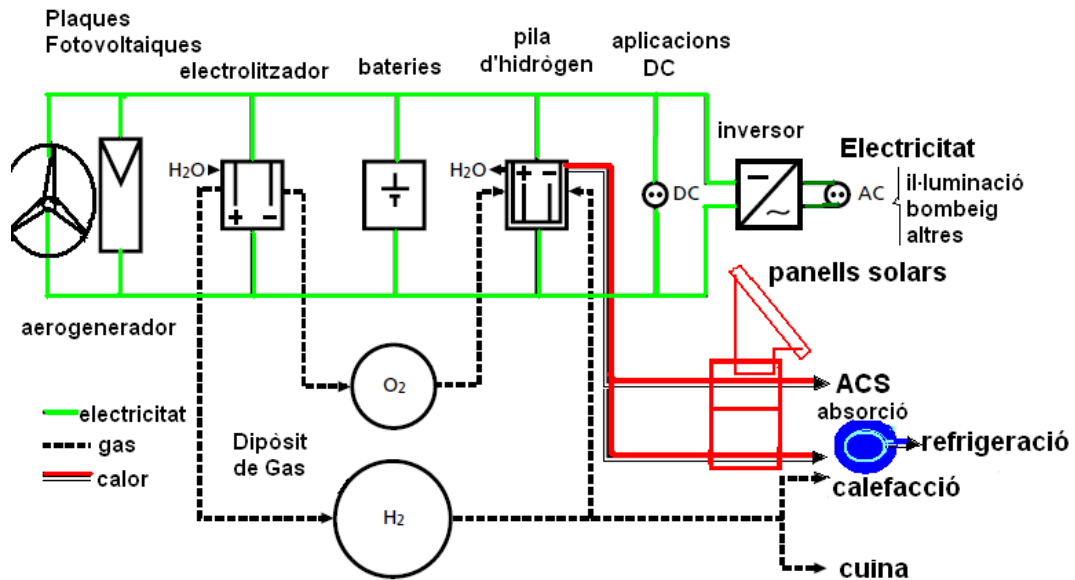


Figura 4.4.34. Esquema Sistema 100% amb renovables, bateries, electrolitzador i pila de combustible.

4.5 Reconversió completa

4.5.1 Ecodisseny al Establiments turístics.

Quan un es vol fer un edifici nou o es vol fer una reforma completa a les instal·lacions, als tancaments exteriors i a l'estructura, es podrien incorporar els nous conceptes actuals de sostenibilitat. Per tant fent un anàlisi del cicle de vida d'un edifici podem prendre decisions més encertades i tenir una visió més global del problema.

L'anàlisi de Cicle de Vida és una metodologia d'avaluació d'impacte ambiental. Algunes definicions de l'anàlisi de cicle de vida consultades són:

Segons la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC):

" L'anàlisi de cicle de vida és un procés objectiu per a avaluar les càrregues ambientals associades a un producte procés o activitat, identificant i quantificant l'ús de matèria i energia i els residus disposats a l'entorn, amb la finalitat de determinar l'impacte d'aquest ús de recursos i residus produïts al medi ambient, i para avaluar i dur a la pràctica estratègies de millora ambiental. L'estudi inclou el cicle complet del producte, procés o activitat tenint en compta les etapes d'extracció i processat de matèries primeres, producció, distribució, construcció, ús, reutilització i manteniment, i reciclatge i disposició final del residu".

Els estàndards internacionals ISO també han elaborat una sèrie de normes amb relació a la metodologia de l'anàlisi de cicle de vida (ISO 14040 de 1997) a on se defineix com :

" Una tècnica per a determinar els aspectes ambientals i els impactes potencials associats a un producte fent un inventari de les entrades i sortides del sistema, avaluant els impactes potencials associats a aquestes entrades i sortides, i interpretant els resultats de les fases d'inventari i impacte en relació amb els objectius de l'estudi".

Finalment la definició donada per la norma espanyola UNE 150040 de 1996, segons el qual: "L'anàlisi de cicle de vida es una recopilació i avaluació, d'acord a un conjunt sistemàtic de procediments, de les entrades i sortides de matèria i energia, i dels impactes ambientals potencials directament atribuïts a la funció del sistema del producte durant el seu cicle de vida".

Els recursos utilitzats durant la gestió d'un edifici són els que més impacte tenen dins el seu cicle de vida. L'energia i les emissions de CO₂ ha ocupat un dels eixos fonamentals dins l'estudi, és el que té un major impacte dins el canvi climàtic i en el que hi ha més potencial d'estalvi.

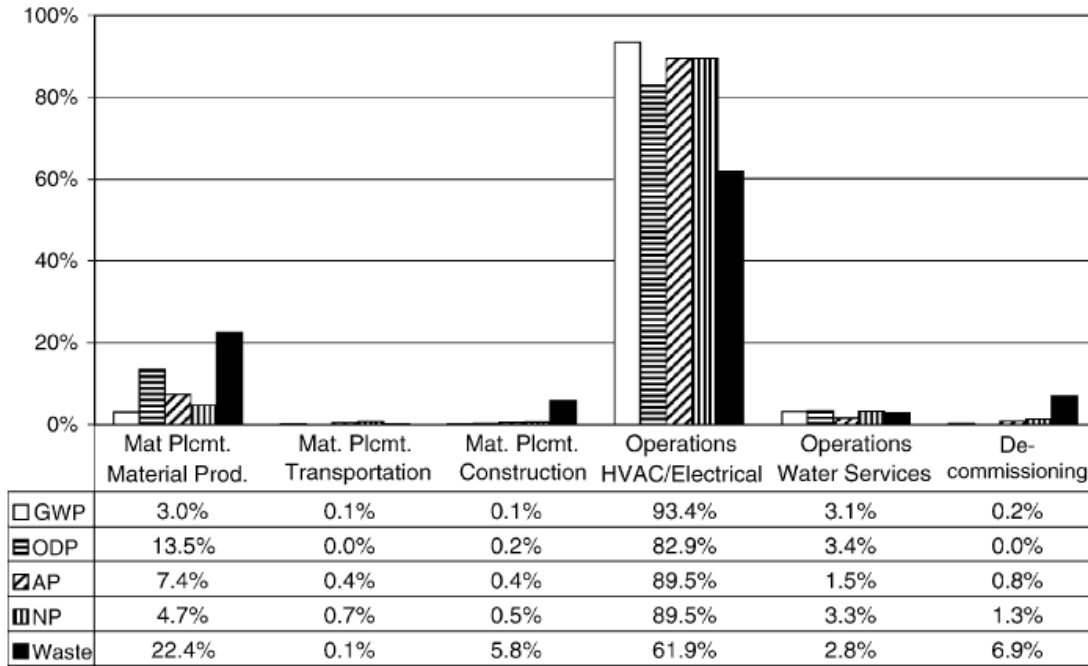


Figura 4.5.1. Impactes d'un edifici durant el seu cicle de vida. C. Thormark. A low energy building in a life cycle-its embodied energy, energy need for operation and recycling potential. Building and Environment; 2002, vol. 37, Issue 4, pp. 429-435.

Es va participar en un estudi on es varen analitzar 3 hotels i els seus impactes principals al llarg del seu cicle de vida.

Hotel 1; Hotel de Platja construït entre els 80-90. Construcció Horitzontal 4 plantes. Està obert uns 6 mesos a l'any.

Hotel 2; Hotel de Platja construït entre els 80-90. Construcció Horitzontal 4 plantes. Està obert uns 9 mesos a l'any.

Hotel 3; Hotel de ciutat 2007. Construcció Vertical amb 4 plantes. Està obert 12 mesos a l'any.

El resultat foren que els costos energètics durant la fase de construcció foren 5,506.09 MJ/m² (1.529 kWh/m²) en l'hotel 1, 5,047.65MJ/m² (1402 kWh/m²) en l'hotel 2 and 5,376.93MJ/m² (1.494 kWh/m²) en l'hotel 3. En els tres casos entre el 95% i el 99% d'aquesta energia és deguda a l'extracció, transport i fabricació dels materials utilitzats, el que s'anomena l'energia embeguda. La construcció per si mateixa és responsable de la resta del consum energètic. Aquests resultats estaven en consonància amb altres estudis semblants. En el cas d'un estudi fet als Estats Units era d 5,000 MJ/m² i en el cas d'un altre estudi fet a les Illes Canàries ("Lanzarote") era de 5,342.59MJ/m².

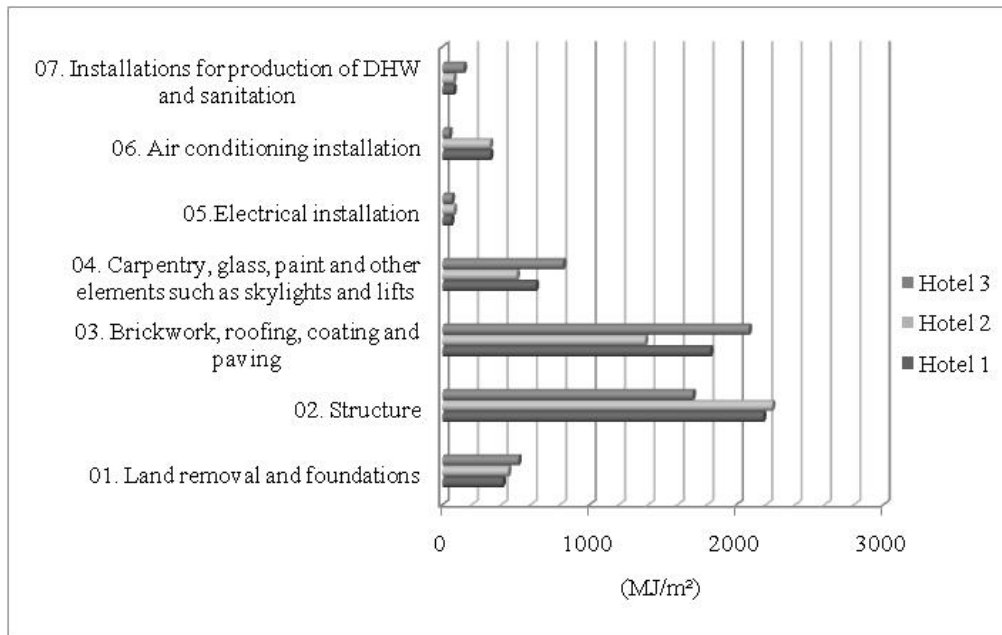


Figura 4.5.2. Energia per metre quadrat dins varis hotels.

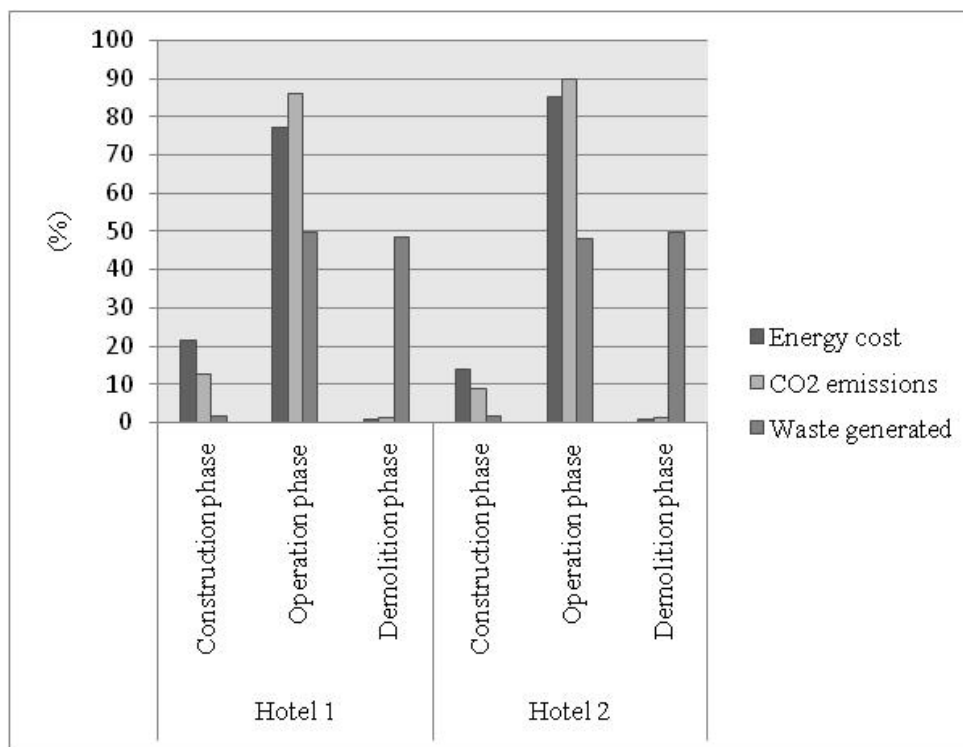


Figura 4.5.3. Cost energètic, Emissions de CO₂ i residus generats dins el Cicle de Vida.

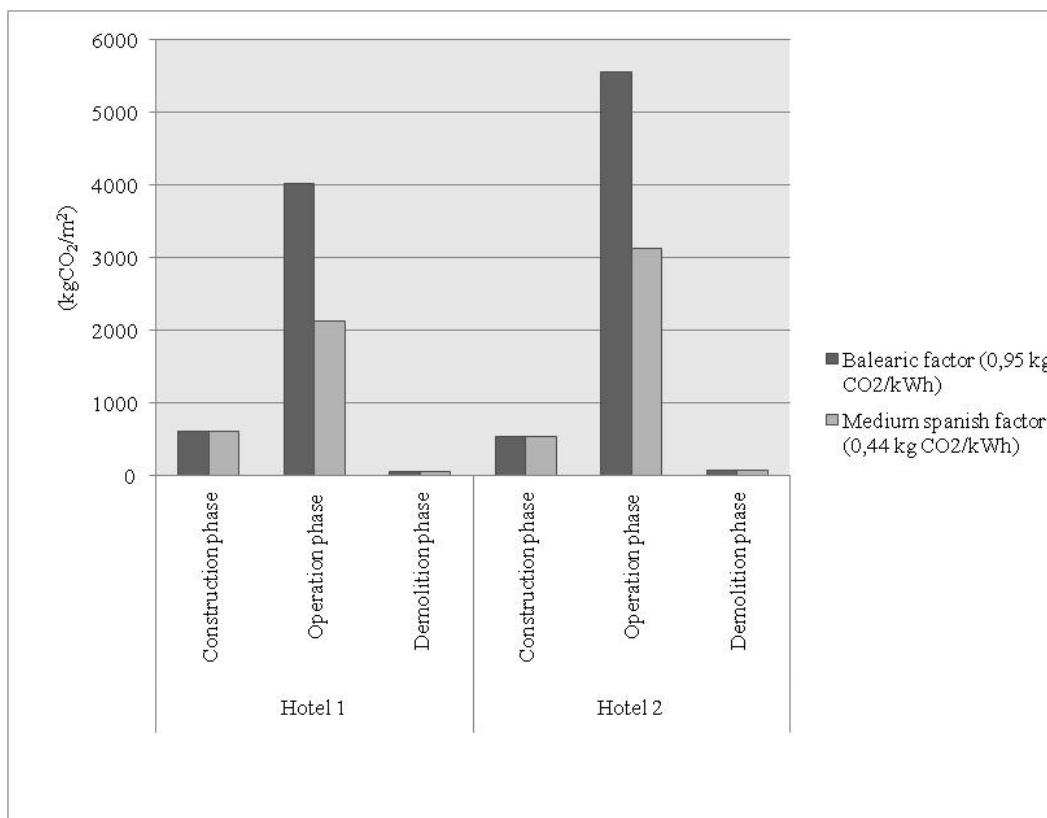


Figura 4.5.4. Comparativa d'emissions de CO₂ al llarg del cicle de vida de l'hotel 1 i hotel 2.

L'energia de la demolició es va estimar extrapolant els resultat d'altres demolicions, ja que cap d'aquest tres hotels s'ha esbucat. Es va calcular que serà d'uns 260 MJ/m² (72,2 kWh/ m²) en l'hotel 1, de 289 MJ/m² (80,32 kWh/ m²) per l'hotel 2 i 225.29 MJ/m² (60.58 kWh/ m²) per l'hotel 3. El transport es va comptabilitzar al centre de tractament més proper en els tres casos. Les emissions CO₂ obtingudes foren de 59.33 kgCO₂/m² en cas de l'hotel 1, 67.31 kgCO₂/m² per l'hotel 2 i 51.26 kgCO₂/m² per l'hotel 3. No se va tenir en compte en cap cas el cost de tractament final d'aquest materials.

Energia consumida	Hotel 1		Hotel 2	
	(kWh/m ²)	(%)	(kWh/m ²)	(%)
Electricitat	74.44	68	95.24	56
Gas Propà (LPG)	8.61	8	11.99	7
Gas-oil	26.81	24	63.02	37
Total consum	109.86	100	170.25	100

Taula 4.5.1. Energia anual consumida de dos hotels. Any2007.

Life Cycle (50 anys)		Energia	Emissions CO ₂	Residus
		MJ/ m ²	kgCO ₂ /m ²	kg/m ²
		Hotel 1	Fase de Const.	5,506.1
	Fase d'operació	19,774.8	4,014.6	1,000.0

	Reformes	1,160.4	133.8	26.2
	Demolició	260.0	59.3	980.0
	TOTAL	26,701.3	4,809.1	2,041.0
Hotel 2	Fase de Const.	5,047.7	544.5	34.7
	Fase d'operació	30,645.0	5,550.1	979.0
	Reformes	1,131.3	127.2	21.2
	Demolició	289.0	67.3	1,013.0
	TOTAL	37,112.9	6,289.2	2,047.9

Taula 4.5.2. Cost energètic, Emissions de CO₂ i residus generats per metre quadrat per 50 anys de vida. Hotel 1 i hotel 2.

Les conclusions de l'estudi foren;

Entre el 45% i el 50% de la massa total dels edificis analitzats corresponen als materials de l'estructura, mentre que els materials relacionats amb les instal·lacions només suposen un 1.5%, tot i això aquests materials són després els responsables de bona part del consum energètic.

L'energia total de la fase de construcció és una cinquena part del total de l'energia, assumint que l'edifici tenguí una vida d'uns 50 anys. Quasi el 97% de l'energia deguda a la construcció és degut a l'energia embeguda pels materials abans d'arribar a l'obra. L'acer galvanitzat o l'alumini són els que més energia embeguda tenen i el que tenen més potencial de reduir els seus impactes durant la construcció, ja que són materials fàcilment substituïbles.

Gairebé el 78% de l'energia és degut als costos d'operació, la qual cosa també té un potencial de reducció amb la utilització d'energies renovables, millora de l'eficiència energètica i fent un ús més racional, tal com s'ha vist als apartats anteriors d'aquesta Tesi.

El cost de l'energia durant les fases de reforma no arriba al 25% del cost de la construcció. Els banys i les cuines són les parts que més energia consumeixen per metre quadrat de renovació, ja que són les que sofreixen major renovació.

Si el sistema elèctric de les Illes Balears implantàs un 20% d'energies renovables, tal com estableixen els objectius europeus, es produiria una reducció de més del 45% en les emissions de CO₂ durant la fase d'operació.

Des del punt de vista energètic, podríem afirmar que un edifici que tenguí més de 40 anys, hauria de ser esbucat i construir-ne un de nou, amb la legislació actual (aïllaments, materials lleugers,...) i millores les bioclimàtiques possibles, ja que això permetria estalvis superiors al 50% en els costos energètics.

Per altra banda si tenim en compte que els costos de construcció actuals estan al voltant dels 1000 €/m², i que l'energia que pot consumir un edifici mal aïllat a les Illes Balears pot ser com a màxim de 500 kWh/m², amb els costos energètics actuals, l'amortització d'aquesta inversió a preus constants des del punt de vista purament energètic seria d'uns 50 anys. El potencial de reducció amb la nova construcció de més del 50%, podent arribar al 70%. A la reforma de l'edifici s'haurien d'afegir altres criteris, com l'estètica, imatge de l'empresa, accessibilitat,

ampliació de serveis, canvi de categoria,..., que farien que la nova construcció tingués altres motivacions a part de l'energètica.

4.5.2 Bioclimatisme. Energia solar passiva.

Tot i que aquest tema s'allunya de l'objecte d'aquesta tesis, i ja s'han fet molts d'estudis i tesis exhaustius sobre aquest tema, només es volen puntualitzar alguns punts bàsics per a tenir en compte pels dissenyadors, ja que hi ha molts d'aspectes arquitectònics que supediten molt el consum energètic de l'edifici, que difícilment poden ser compensats en la millora de les instal·lacions. En elements constructius o d'energia solar passiva, ja que han estat objecte d'altres tesis anomenades dins les referències bibliogràfiques, es volen recordar certs conceptes que s'han de tenir en compte, ja que través de la Història les diferents cultures s'ha demostrat un enteniment de materials i recursos per adaptar els edificis al seu entorn natural, ja que no tenien altra manera de protegir-se contra les inclemències per pluja, fred, calor, vent, etc. Per tant es veien obligats a aprofitar el màxim els elements passius. Els anys 70 en la implantació de sistemes actius als edificis (calderes, climatitzadors,..) i la nul·la sensibilitat pel consum energètic, varen fer descuidar els bons dissenys passius de l'arquitectura típica mediterrània, que varen passar a un segon terme..

Els edificis hotelers, com moltes altres construccions, a vegades es construeixen de forma massiva buscant el ràpid benefici econòmic i sense considerar factors d'entorn com ara l'emplaçament, orientació, materials, aïllament, etc. Les aglomeracions de les ciutats, falta de vegetació perimetral, disposició dels edificis, superfícies quitranades i pol·lució creen un microclima que pot elevar la temperatura mitjana entre 3 i 5 °C .

La normativa actual sobre l'edificació és comú per totes les regions i les urbanitzacions actuals se situen, abusant dels moderns sistemes climàtics, on els nostres avantpassats mai ho haguessin fet, és a dir, en entorns habitables tan sols per mitjans artificials i no naturals. Sobretot en zones més desèrtiques o de muntanya, tot i que en el cas de les Illes Balears la majoria d'hotels estan situats en zones més o menys habitables.

Els denominats sistemes de captació passius corresponen a les accions de disseny en l'arquitectura que permeten que els edificis utilitzin millor els recursos energètics.

Un sistema solar passiu és aquell en el qual l'energia s'aconsegueix de forma natural.

En la concepció d'un edifici solar passiu juga un paper clau el disseny dels seus components per garantir que aquests permetin:

- Captar l'energia solar mitjançant l'orientació i distribució de les finestres (que són els captadors solars passius).
- Emmagatzemar la calor recollida. La densitat i conductivitat dels materials exposats al sol permetran que la calor que entra per les finestres de dia es pugui emmagatzemar i utilitzar a la nit.
- Distribuir la calor a les estades de l'edifici de forma natural o forçada (mitjançant ventiladors).
- Conservar la calor mitjançant l'aïllament de les parets i finestres.

Aplicacions

Per proporcionar condicions d'habitabilitat i confort es recorre a sistemes, equips i aparells elèctrics o combustibles de base fòssil, que consumeixen grans quantitats d'energia i produeixen alta contaminació del medi ambient : efecte hivernacle, pluja àcida, destrucció de la capa d'ozó, contaminació...

L'arquitectura bioclimàtica intenta aconseguir el confort tèrmic i lumínic per mitjans naturals. En absència d'aquesta arquitectura, si no es pot situar l'edifici en les millors condicions de l'entorn, l'automatització i control d'equips (Domòtica, Immòtica) permet aprofitar el màxim possible els aspectes beneficiosos del clima i minimitzar els perjudicials per reduir al mínim el dimensionat dels equips de suport (calderes, bombes de calor,...) que proporcionen el confort tèrmic.

Per aconseguir el confort tèrmic d'un edifici s'ha d'assegurar la calefacció a l'hivern i afavorir la refrigeració a l'estiu.

Un edifici funcionarà tan correctament com sigui capaç de captar i distribuir pel seu interior les energies exteriors.

Els edificis bioclimàtics presenten una gran quantitat d'avantatges, entre elles:

- Estalvi energètic: Amb l'arquitectura bioclimàtica s'aconsegueix una menor dependència energètica dels combustibles convencionals, i per tant un estalvi econòmic.
- Major il·luminació natural: Les habitatges bioclimàtics es dissenyen per aprofitar al màxim la radiació solar.
- Augment del confort i la qualitat de vida: Aquest tipus d'habitatges tenen una temperatura més repartida i constant.
- Beneficis per a la salut: En aquest tipus de construccions s'afavoreixen les ventilacions naturals, d'aquesta manera es redueixen les al·lèrgies,... associades a l'ús de l'aire condicionat.
- Un menor impacte medi ambiental: Amb aquest tipus d'edificacions s'aconsegueix un estalvi energètic important, i la conseqüent disminució d'impactes negatius sobre el medi ambient.

Un obstacle que dificulta el major desenvolupament d'aquest tipus d'arquitectura és el possible augment del cost de la construcció, encara que, segons l'Associació Nacional d'Arquitectura Sostenible (ANAS) aquest tipus d'habitatges en molts casos es poden construir amb un increment del cost de construcció de només el 2% per l'ús de materials com vidrieres, aïllaments més gruixuts,... En qualsevol cas, el possible sobrecost de la inversió inicial s'amortitza, en general, en uns tres o quatre anys, gràcies a l'estalvi energètic.

La selecció i la disposició adequada d'espècies vegetals, tant a l'exterior com a l'interior ajuden a suavitzar les temperatures, millorar el microclima, minorar la radiació solar, ajudar a regular la humitat relativa, actuar de barreres contra el vent, millorar la qualitat de l'aire,... Les plantes dels jardins o de les balconades ens poden ajudar a temperar l'edifici, i si són de fulla caduca, deixen passar el sol a l'hivern i són una barrera natural a l'estiu.

Aïllar el màxim les cobertes, mitjançant cobertes vegetals o cobertes invertides, ja que la coberta es un dels punts on més energia es gasta per climatitzar un edifici, sobretot en els hotels més horitzontals. En canvi en els hotel molt verticals la superfície de coberta és redueix bastant.

Dissenyar sistemes de ventilació creuada per no haver d'utilitzar sistemes mecànics i fer les renovacions pertinents. Aprofitar al màxim el vent i els corrents naturals per climatitzar l'edifici. Hi ha molts sistemes, aplicats a edificis alts, que aprofiten la forma de l'edifici per fer una xemeneia natural, ventilant i climatitzant l'edifici de manera natural. Aprofitar la humitat del terra per a climatitzar i temperar l'edifici.

També hi ha molts d'elements constructius de protecció solar els mesos d'estiu, com voladissos, persianes,..., que impedeixen que se produeixi un sobreescalfament degut a la radiació solar.

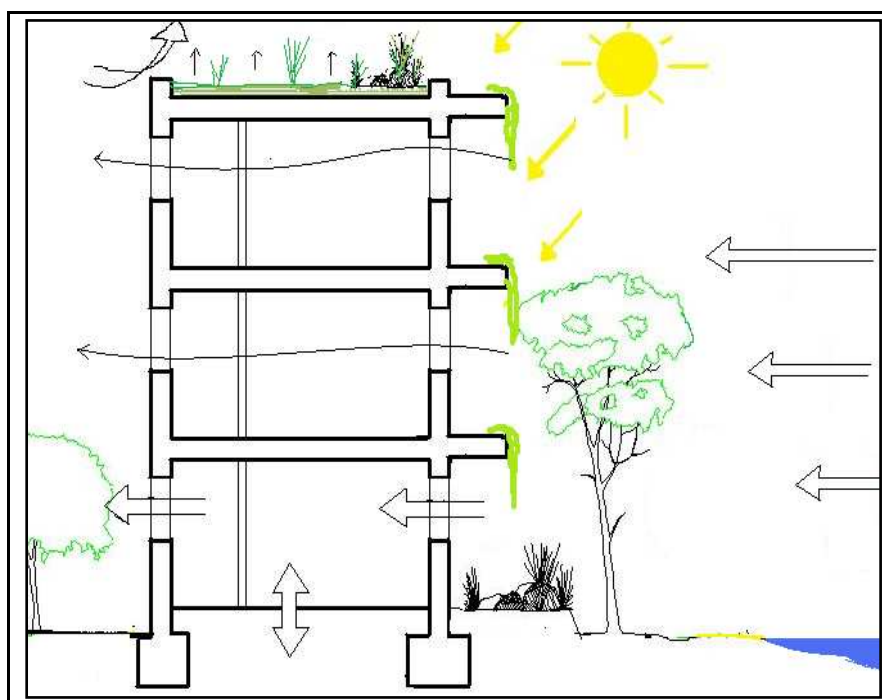


Figura 4.5.5. Exemple de mesures correctores bioclimàtiques.

També hi ha elements de captació solar passiva tals com mur trombe, hivernacles, que a l'hivern són molt útils.

Fer una construcció lleugera, en especial al voltant de les portes i finestres. Disposar d'un ventilador de recuperació de calor per a proporcionar aire fresc.

Optimitzar la disposició de finestres en funció de l'orientació, és a dir en orientacions diferents a sud, fer-les lo més petites possible. Evitar tenir molta elevada massa tèrmica.

4.5.2.1 Orientació i tipus d'Aïllaments.

L'orientació i els tancaments de l'edifici influeixen molt en el seu consum energètic posterior, hi ha programes de simulació energètica tant comercials com governamentals (DEROB-LTH (U. de Lund, Suècia), HAUSer (U. de Kassel), TRNSYS (U. de Wisconsin), DOE2, Energy Plus, HAP...) que poden ajudar al dissenyador-projectista a prendre la decisió més adequada, tot i que moltes vegades ens ve donada per la distribució dels carrers i solars, i altres per temes visuals i estètics, on se cerca que les habitacions estiguin orientades cap a la zona on hi ha una millor vista, independentment dels factors climàtics i solars. És important tenir en compte tots

aquests criteris alhora de fer el disseny inicial de l'edifici i orientar finestres, dimensionar voladís i endinsada, ja que un bon disseny pot fer que el mateix habitatge consumeixi un 50% menys només per tenir una orientació adequada, un bon aïllament i elements passius i actius de captació o reflexió solar.

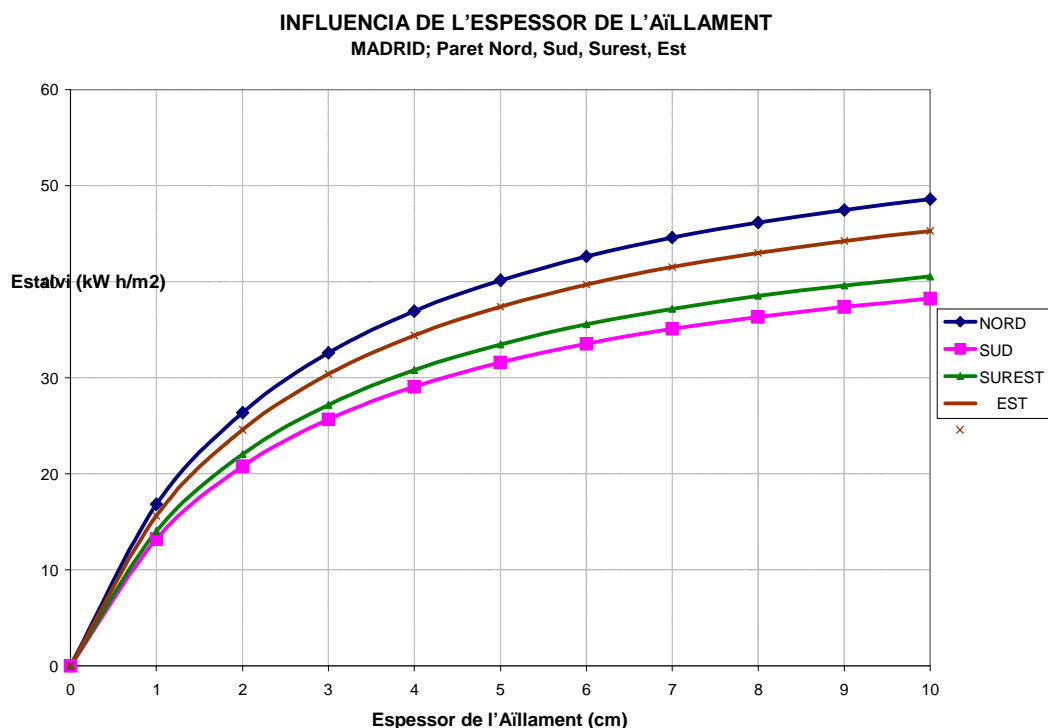


Figura 4.5.6. Aïllament en funció de l'orientació i estalvi. Font; Servando Álvarez. U. Sevilla.

Segons el Pla Territorial de Mallorca i els Plans Territorials de les Illes Balears un dels principals objectius de l'estratègia energètica de Mallorca és aconseguir una millora de l'eficiència energètica global. Això implica plantejar una utilització més racional dels recursos energètics, assolint d'aquesta manera la disminució de la demanda d'energia sense afectar els serveis ni variar els nivells de confort en els sectors domèstics, terciaris o industrials. El desenvolupament d'un nou concepte d'arquitectura, l'arquitectura bioclimàtica, pot suposar una important reducció del consum energètic i la millora en la utilització de les fonts energètiques actuals, podent-se aconseguir estalvis energètics de fins a un 40%.

Els criteris bioclimàtics a establir haurien de basar-se en l'optimització de l'orientació, la definició de volums, les obertures de l'edifici, selecció de materials apropiats i la utilització d'elements de disseny específics adequats, anomenats sistemes passius.

Per garantir l'aplicació de la normativa és recomanable que els arquitectes i promotors realitzin el càlcul necessari per definir els valors dels coeficients globals de transmissió de calor "K" dels tancaments i estimar els valors de consum energètic dels edificis. Es poden fer nous edificis amb el que s'anomena superaïllament, típicament R40 ($R = 40 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ o $K = 0,025 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$) en parets i R60 ($R = 60 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ o $K = 0,017 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$) en sostres.

4.5.3 Sistemes de difusió tèrmic radiant.

Canviant els sistemes actuals de difusió amb unitats terminals amb aire dels hotels es podrien assolir estalvis energètics importants. La majoria dels hotels analitzats disposen de bateries de fred amb un ventilador centrífug per dissipar el calor (fan-coils, splits,..).

Amb la utilització de sistemes radiants, ja siguin parets, sostre o terra, es pot assolir un confort més elevat, reduint el consum dels ventiladors i la temperatura de consigna del fluid. Tal i com hem vist a altres apartats l'augment de la temperatura de l'aigua en els sistemes de refrigeració suposa un estalvi important en els equips frigorífics, ja que el rendiment del cicle termodinàmic ens augmenta. Els sistemes convencionals necessiten l'aigua entre 7 i 12°C, en canvi si s'utilitzassin sistemes radiants d'aigua es podria augmentar la temperatura entre 15-20°C, amb la conseqüent millora de l'eficiència dels sistemes de climatització. El mateix passa a l'hivern, on la temperatura dels sistemes amb radiador és entre 50-60°C, els fan-coil o climatitzadors entre 45-60°C, en canvi en sistemes de superfícies radiants ens basten uns 25-35°C.

En el cas de la refrigeració, que és el que més consum suposa als hotels a la nostra comunitat, es podria arribar a l'extrem de prescindir dels equips de refrigeració, climatitzant només amb aigua de pou.

En va participar en un projecte en el qual es va innovar amb la utilització d'aigua de pous per a la condensació de les màquines frigorífiques i també es volia fer una habitació prototip refrigerada directament per l'aigua dels pous.

Aquesta proposta es fonamenta en el principi de que el confort tèrmic del cos humà se basa en la temperatura de l'aire i la transmissió radiant. La majoria dels sistemes de climatització en edificis només se controlen per la temperatura de l'aire, el qual a la vegada ha de climatitzar les superfícies del recinte, que a la vegada són les que absorbeixen el calor del cos humà, pel que s'anomena calor de radiació, i fan l'efecte d'una esponja tèrmica.

La Llei de Stefan-Blotzmann, expressa la potencia energètica E radiada per un cos negre en funció de la seva temperatura T:

$$E^* = \sigma T^4$$

El poder emissor d'una superfície es proporcional a la quarta potencia de la seva temperatura absoluta. El factor de proporcionalitat se denomina constant d'Stefan-Boltzmann en honor als dos físics austríacs, Joseph Stefan i Ludwig Boltzmann que, al 1879 i 1884 respectivament descobriren aquesta proporcionalitat entre el poder emissor i la temperatura.

Amb un sistema de superfícies radiants podem treballar amb un aire interior a superior temperatura que si utilitzàssim un sistema de convecció. Per a calcular la carrega de refrigeració necessària podem rebaixar el salt tèrmic entre l'exterior i l'interior. Per altra banda l'aire té un calor específic baix, aproximadament la quarta part del calor específic de l'aigua; per això, per a transportar una determinada quantitat de calor, amb el mateix salt tèrmic, se requereix més cabal d'aire i més potència de l'element electromecànic que forci el moviment del fluid (ventilador). Per a transportar, amb un mateix salt tèrmic, una quantitat de calor determinada, amb aire necessitam una potència útil de ventilació 340 vegades major que si ho féssim amb aigua. Els sistemes radiants tenen a més l'avantatge que no produeixen renou si el fluid passa a baixa velocitat, enfront als sistemes d'aire que sempre provoquen unes molèsties degut al renou i al moviment que provoquen.

L'elecció de la superfície que finalment a radiar al local que es dissenyi es fonamental per a determinar les necessitats de cobertura del local. Cada material te una resistència a la conductivitat diferent (R, m² K/W). Aquests valors són obtinguts segons la norma DIN o FGK. La potència emesa per una superfície radiant depèn de la diferència de temperatura T= T_m-T_a, entre l'aigua i l'aire del local i del coeficient R, del material elegit com a superfície radiant.

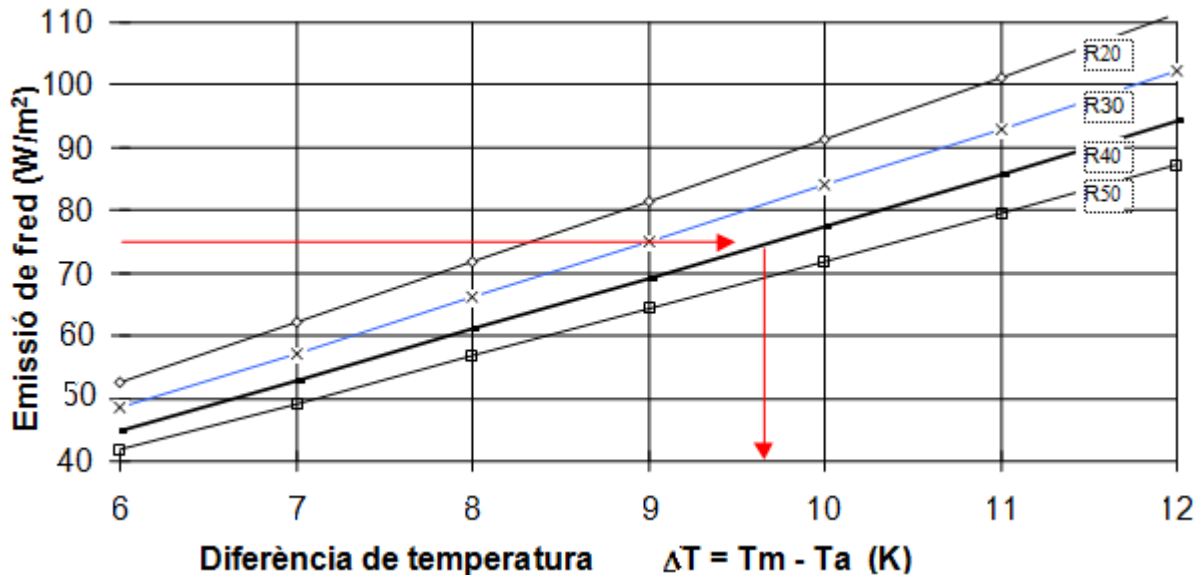


Figura 4.5.7.- Diagrama Ka Ro de potencia frigorífica para sostres

Exemple: Potencia requerida: 75 W/m², valor de R: 40. *T = 9,7°K.

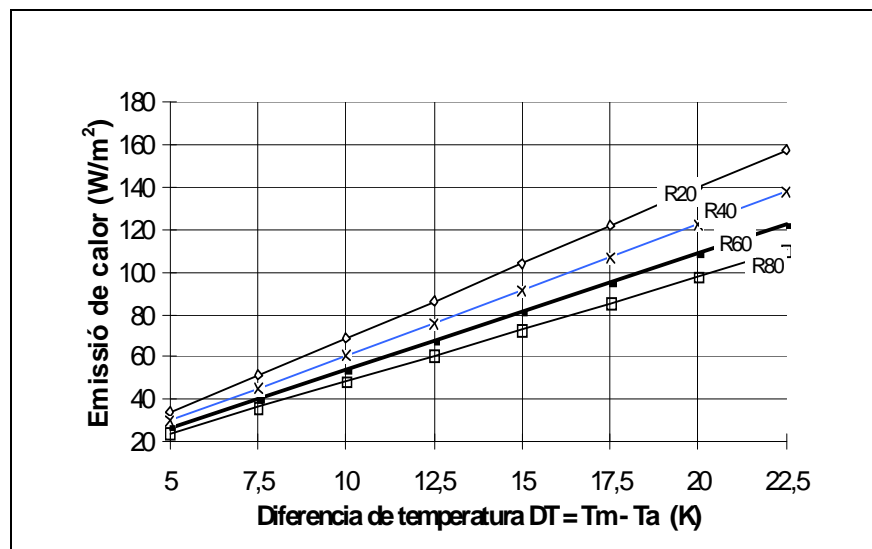


Figura 4.5.8.- Diagrama Ka/Ro de potencia calorífica per al sostre.

Això ens dona que un sistema de panells radiants amb una temperatura inferior a 10°C respecte la temperatura de l'aire ens pot donar un confort al cos humà. Si tenim en compte que l'aigua dels pous a les Illes Balears es manté pràcticament constant durant tot l'any entre els 17 i els 20°C (aprox. Igual a la temperatura mitjana

anual), fa que sigui tècnicament viable la utilització de l'energia geotèrmica per a climatitzar una habitació.

L'energia geotèrmica combinada amb sistemes radiants és ideal, si es fa amb un equip d'expansió directa, aquest sistema consumiria un 40% menys d'energia que un sistema tradicional. Si es disposa d'un sistema geotèrmic directe per a la refrigeració i calefacció, l'estalvi seria de quasi del 100%, amb un consum elèctric només per el transport del fluid.

Es podrien fer instal·lacions a les habitacions amb panells radiants de sostre, terra i parets, però haurien d'estar molt ben aïllades i minimitzar al màxim els guanys per radiació. Una habitació tipus que pot tenir uns 10 m² amb una superfície total de parets, terra i sostre d'uns 54 m², la qual cosa faria que, en el cas més desfavorable proporcionàs 40 W/m², donant el mateix confort que el sistema convencional amb fan-coil. Això suposaria que l'estalvi elèctric de la instal·lació seria de més de 600 W respecte un sistema convencional, això suposaria que amb un sobre-cost d'uns 2000 € respecte d'un sistema convencional es poden estalviar uns 200 € a l'any per estança, la qual cosa faria que en uns 10 anys s'amortitzàs el sobre-cost respecte un sistema convencional. Si comparem el sistema de refrigeració amb geotèrmica amb un sistema condensat energia geotèrmica l'amortització seria d'uns 20 anys.

Degut a l'elevada reforma que suposaria la instal·lació d'aquests sistemes només seria aplicable a edificis de nova construcció o en edificis on es fes una reforma integral.

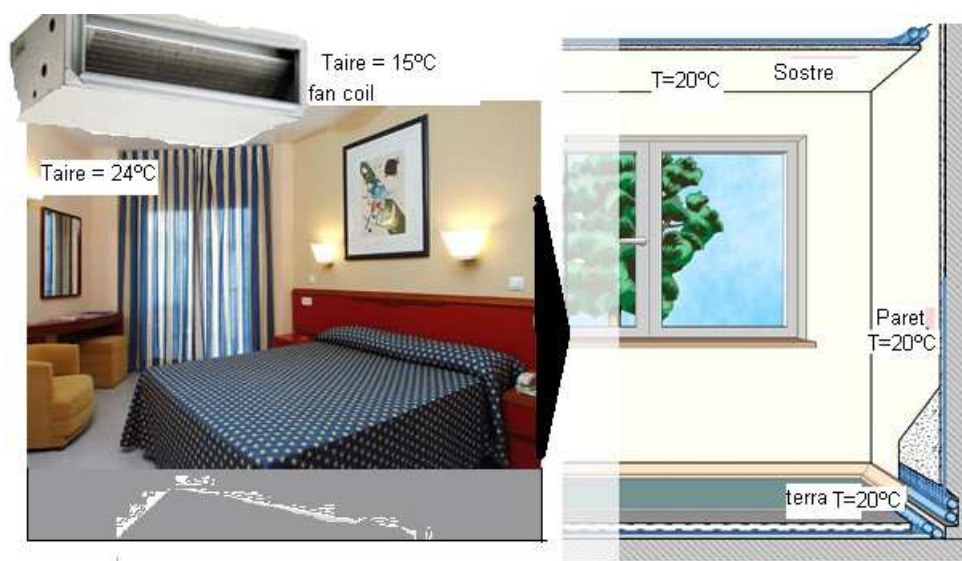


Figura 4.5.9.- Esquema d'una habitació convencional i una habitació amb superfície radiant

5. MODEL ENERGÈTIC D'EQUIPAMENTS TURÍSTICS. MEET

El model que se proposa ha d'incloure el màxim de les principals mesures analitzades en el capítol anterior. Hem vist com els sistemes de cogeneració poden ser in situ o bé en Plantes centralitzades suposen un gran estalvi energètic en emissions. També s'ha vist com la generació distribuïda permet compartir recursos tèrmics i transferir l'excedent o les mancances entre edificis. En establiments del sector terciari i residencial que disposen de gas natural amb una ocupació elevada durant tot l'any es viable aplicar tecnologies de Generació Distribuïda, aprofitant el fred i el calor residual. Aquest tipus de projectes ja han demostrat la seva viabilitat econòmica en grans instal·lacions, amb una eficiència energètica que pot arribar al 85%, i una reducció del 50% consum d'energia primària fòssil, amb una disminució entre el 20 i el 55% de les emissions de CO₂, sense alterar el consum d'energia final ni els confort del client. Els períodes d'amortització relativament petits, inferiors a 10 anys, i a més permeten la creació de nous llocs de treball. En edificis amb baixos consums o que no estiguin oberts tot l'any, l'explotació d'instal·lacions convencionals no tant rentable a dia d'avui, degut als grans costos energètics i la inversió inicial en equips, a no ser que puguin vendre l'excés d'energia tèrmica a xarxes de districte (o altres edificis propers) o bé instal·lin equips de microgeneració.

En hotels de temporada o aïllats, l'ús d'Energia Solar es més viable que les tecnologies de cogeneració/trigeneració. Hem pogut veure que els punts on hi ha més potencial d'estalvi és en la generació tèrmica i en el canvi de fonts de combustible, sobretot en renovables. Un de les que té més potencial al nostre territori és l'energia Solar, tant la Tèrmica com la Fotovoltaica, amb uns costos cada vegada menors, pot reduir més d'un 50% el consum d'energia final, sense fer un elevat esforç econòmic. L'energia Solar tèrmica permet també la combinació amb les tecnologies de refrigeració i escalfament solar, i és compatible amb altres sistemes de recuperació de calor i de co i trigeneració. Si a més dels costos econòmics tenim en compte les avantatges ambientals que suposa la reducció d'emissions de CO₂, farà que el sector hotelier sigui més competitiu i pugui tenir una imatge més sostenible de cara a "touroperadors" i clients. També l'aplicació de l'energia solar tèrmica i trigeneració ens brinda la possibilitat de reduir el problema dels pics de demanda d'energia elèctrica.

Els edificis molt verticals tenen problemes d'espai per integrar en les cobertes l'energia solar (tant tèrmica com fotovoltaica) que necessiten un alt grau d'autogeneració energètica i assolir escenaris de zero emissions, per la qual cosa també han d'utilitzar les façanes i combinar amb altres fonts d'energia renovable que no ocupen tant d'espai.

La biomassa produïda a nivell local també és una realitat econòmica i tecnològica, i pot suposar estalvis d'emissions de més del 60% i una reducció significativa dels costos econòmics.

A partir de 2020 tots els edificis de nova construcció situats dins de la Unió Europea hauran de ser edificis d'emissions de CO₂ "quasi zero". Finalment, el Parlament Europeu ha canviat la fórmula de "zero emissions" per la de "quasi zero Emissions" a causa de la petició dels Governos dels països membres. Els Estats membres estan treballant sobre les mesures que es prendran per a complir aquest objectiu. En 2018 els edificis públics nous ja hauran de complir amb l'objectiu. Per tant la nova legislació europea va més enllà de la certificació energètica i l'eficiència energètica, se vol que els nous edificis hauran de ser edificis amb balanç zero o quasi zero d'energia. Per tant, no només s'han de dissenyar edificis amb poc consum energètic, si no que a més han de produir quasi tot l'energia, per part hauran de minimitzar al màxim el consum energètic amb mesures passives i incorporar el màxim d'energies renovables per igualar la demanda neta de l'edifici. Per tant es necessitaran eines de càlcul adequades per als dissenyadors, gestors i promotors per a prendre decisions i complir els objectius europeus.

Els edificis de balanç d'energia zero, suposaran una solució potencial a molts de problemes ambientals i socials, sobretot en la reducció d'emissions de CO₂ i en la reducció de la dependència de les Illes Balears dels combustibles fòssils. Això suposarà un canvi molt importat tant en el sector residencial com en l'hoteler. En el primer augmentarà en gran proporció la sensibilitat ambiental dels propietaris o llogaters, i en el segon canviarà dràsticament la imatge de l'establiment, ja que el sector turístic no suposarà un impacte en les emissions de CO₂.

Està clara la importància de les energies renovables per a poder reduir al màxim les emissions de CO₂ dels edificis.

Totes aquestes dades són difícils de sintetitzar i es necessiten eines que permetin avaluar l'eficiència energètica respecte el sector i assolir escenaris de millora energètica i d'emissions de CO₂. Aquest document, a part de la recerca i anàlisi dels diferents sistemes, vol també donar una eina que pugui ser útil per a innovar en la gestió i transformació energètica i pugui permetre prendre una decisió sense haver d'avaluar moltes variables.

5.1 Definicions i categorització

Des del punt de vista energètic, com hem vist al principi de la Tesi, els hotels de les Illes Balears tenen dos factors que influeixen molt en el consum energètic com són l'ocupació per mesos (període d'obertura de l'hotel) i les condicions climàtiques per mesos, en segon terme la categoria, la superfície útil construïda i els serveis que ofereix l'hotel (SPA, Restauració, Climatització,..). Es per això que són bases fonamentals de tenir en la fase inicial de disseny o d'avaluació, ja que la categoria condiona en part la superfície i els equipaments de l'establiment que són dos paràmetres molt influents en el consum anual de l'edifici.

Altres paràmetres que influeixen menys serien l'any de construcció, ja que condiona molt la normativa aplicada, qualitat i tipus de materials i tecnologia. També influeix la compacitat de l'edifici, que fa que tenguim mes o menys pèrdues degut a l'epidermis.

5.2 Criteris d'avaluació.

Per avaluar correctament un establiment turístic necessitam tenir una sèrie de dades bàsiques, com són l'ocupació i les fonts d'energia consumida per mesos, ja que suposarà unes emissions i costos diferents en cada cas. També quins són els dispositius principals que consumeixen i transformen l'energia (refredadores, calderes, lluminàries, grups de pressió i bombeig,..). Només amb les calderes i refredadores tenim localitzat més del 50% del consum energètic, per tant són els dispositius que més s'han d'estudiar i que tenen més potencial d'eficiència. El nombre de refredadores i calderes és un paràmetre força important, ja que en funció de la potència, eficiència i etapes de modulació, condicionaran l'eficiència de més del 50% del consum energètic.

A partir d'aquestes dades podem comparar l'establiment amb altres establiments i saber si fa un ús racional de l'energia, d'acord amb les condicions climàtiques i l'ocupació. També podem simular si es poden assolir escenaris de balanç zero o quasi zero d'emissions atmosfèriques, tal i com estableix la Unió Europea, i quin grau d'inversió requerirà.

També s'ha de tenir en compte els costos energètics i les emissions de CO₂ de cada tecnologia per a posteriori prendre decisions que siguin viables econòmicament. Les emissions carboni de l'energia elèctrica van variant en funció del mix energètic i les condicions climàtiques anuals, per tant serà un paràmetre a variar per l'usuari. La tendència serà a reduir en gran mesura les emissions de l'electricitat com a font final de consum, ja que any rere any el sector elèctric incorpora més percentatge de renovables i sistemes d'alta eficiència en el mix.

5.3 Eina d'avaluació i decisió.

És molt difícil per al dissenyador o gestor de les instal·lacions, sintetitzar totes les mesures de reducció energètica explicades al llarg d'aquesta tesi. Prendre una decisió global de reducció del consum energètic amb les diferents fonts d'energia és difícil sense haver-les estudiat una per una en profunditat. Per poder focalitzar millor les solucions a prendre, s'han de veure els consums actuals o estimats i els potencials de reducció del consum energètic i de les emissions de CO₂. Moltes vegades el gestor o el dissenyador només es valen per la seva experiència i refusen de la innovació i de les noves tecnologies, per evitar problemes o falta coneixement.

Es vol tenir una eina d'avaluació a partir d'unes dades conegudes o estimades, per a prendre la decisió de quines son les mesures correctores a prendre, s'ha elaborat un full de càlcul, que intenta englobar el màxim de mesures per establiments tipus. S'ha volgut eliminar algunes mesures que s'escapen de la mitjana i que només són aplicables a establiments amb consums molt elevats o amb un alt nivell tecnològic, com son la cogeneració i trigeneració amb combustibles fòssils o biomassa. També algunes mesures que necessiten d'un coneixement elevat, o detallat de les instal·lacions.

DADES INICIALS

PLACES	200
CATERGORIA	3
SUPERFICIE CONSTRUIDA	6000 m ²
SUP. PANELLS SOLARS	0 m ²

	FUEL/GASOIL (GLP)/GN		ELECTRICITAT SOLAR		TOTAL	INDICADORS		
	ESTADES	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh/m ²	kWh/ESTADA	
GENER	2.480	35.000	3.341	50.200	0	88.541	14,8	35,7
FEBRER	2.240	30.020	2.964	34.410	0	67.394	11,2	30,1
MARÇ	3.100	32.549	4.036	52.300	0	88.885	14,8	28,7
ABRIL	3.073	21.920	4.115	52.700	0	78.735	13,1	25,6
MAIG	4.471	23.452	5.783	53.400	0	82.635	13,8	18,5
JUNY	5.384	20.666	6.888	66.400	0	93.954	15,7	17,5
JULIOL	5.996	15.903	7.585	87.600	0	111.087	18,5	18,5
AGOST	6.155	10.609	7.786	91.400	0	109.795	18,3	17,8
SETEMBRE	5.078	11.110	6.537	78.800	0	96.447	16,1	19,0
OCTUBRE	4.538	16.887	5.921	60.600	0	83.408	13,9	18,4
NOVEMBRE	2.400	25.353	3.183	53.400	0	81.936	13,7	34,1
DESEMBRE	2.480	35.000	3.830	55.100	0	93.930	15,7	37,9
TOTAL	47.395	278.469	61.969	736.310	0	1.076.748	179,5	25,1

Taula 5.1. Dades inicials a introduir a l'eina

Aquest full pot actualitzar-se d'acord als preus del mercat, factors de pas, tecnologies,.. . També permet fer una estimació ràpida de la reducció energètica, reducció de CO₂ i reducció econòmica, així com el cost de les mesures a prendre, amb la qual cosa es veuen els períodes estimats d'amortització, que són bàsics per l'empresari i pel dissenyador per a prendre una decisió.

El full de càlcul proposat, necessita primer una sèrie de dades bàsiques, com són la capacitat de l'establiment (places), la superfície, en cas de no tenir aquesta dada, es calcula automàticament en base a una fórmula estadística. Es necessita saber també la categoria i si disposa de panells solars per Aigua Calenta Sanitària, ja que més del 10% dels hotels estudiats disposen d'energia solar i des del 2006 és obligatori als nous edificis o els que sofreixin una remodelació superior al 25%. També és necessari introduir l'ocupació, i el consum energètic de les diferents fonts de combustible per mesos (electricitat, gas i o gas-oil/fuel).

N. PLANTES REFREDADORES	1
EER	2,6
Tipus de compressor	Alternatiu
POTÈNCIA	345
ETAPES DEL COMPRESSOR	6
N. CIRCUITS CLIMATITZACIO	1
LONGITUD ESTIMADA CIRCUITS	300
Pèrdua de pressió (mca/ml)	0,04
PRESSIÓ ESTIMADA (mca)	12
CABAL ESTIMAT (L/h)	40000
POTENCIA BOMBES (kW)	1,632
PRESSIÓ ESTIMADA (mca)	10
CABAL ESTIMAT	80000
POTENCIA BOMBES PRIMARI (kW)	2,72
POTENCIA TOTAL BOMBES (kW)	
N. CALDERES	1
RENDIMENT/TIPUS CALDERA	0,9
POTÈNCIA	200
ETAPES DEL CREMADOR	2
DIPÒSITS ACS	4
CAPACITAT (m ³)	2
ESPESSOR DE L'AÏLLAMENT (m)	0,05

Taula 5.2. Dades inicials dels principals equipaments

Una vegada introduïdes aquestes dades podem veure gràficament si estam per sobre o per sota la mitjana de la zona estudiada, la qual cosa ens serveix de baròmetre energètic, per saber si l'establiment estudiat està ben gestionat o no i si algú mes sofreix alguna desviació important. Aquestes desviacions poden ser degudes a baixes ocupacions o a serveis fora de l'habitual (SPA, Bugaderia, ..) També ens dona gràficament l'energia estimada per usos, d'acord a un model matemàtic, amb la qual cosa podem veure on es pot millorar.

	FUEL/GASOIL	(GLP)/GN	ELECTRICITAT
R ²	0,73	0,99	0,78

També ens dona l'índex de correlació quadràtic de les diferents fonts de combustible enfront a l'ocupació. Aquesta dada ens permet veure si algun paràmetre se'ns desvia, la qual cosa ens dona una informació més detallada per font d'energia i si hi ha alguna desviació de l'ocupació en front al consum energètic.

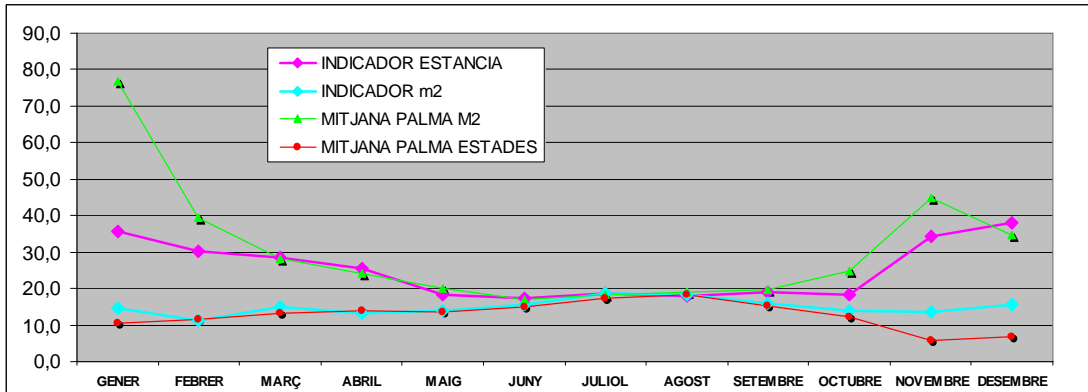


Figura 5.1. Diagnosi inicial de l'establiment donat a partir de l'eina de decisió.

Les dades obtingudes, ens permeten veure gràficament per mesos, l'indicador de l'establiment estudiat, tant en kWh/m² com en kWh/estada enfront a una mitjana de 40 hotels de la Platja de Palma. Els mesos d'hivern, tal com s'ha comentat al capítol 2, degut a que els establiments tenen moltes divergències en l'ocupació, el paràmetre kWh/estada no és gaire útil, en canvi el kWh/m² és vàlid pràcticament tot l'any, ja que la superfície és el factor que més influeix en el consum els mesos de baixa ocupació, degut a que els espais a climatitzar o il·luminar seran els mateixos, tant si l'hotel es troba al 100% o al 20% d'ocupació, a no ser que es disposi d'un edifici molt sectoritzat.

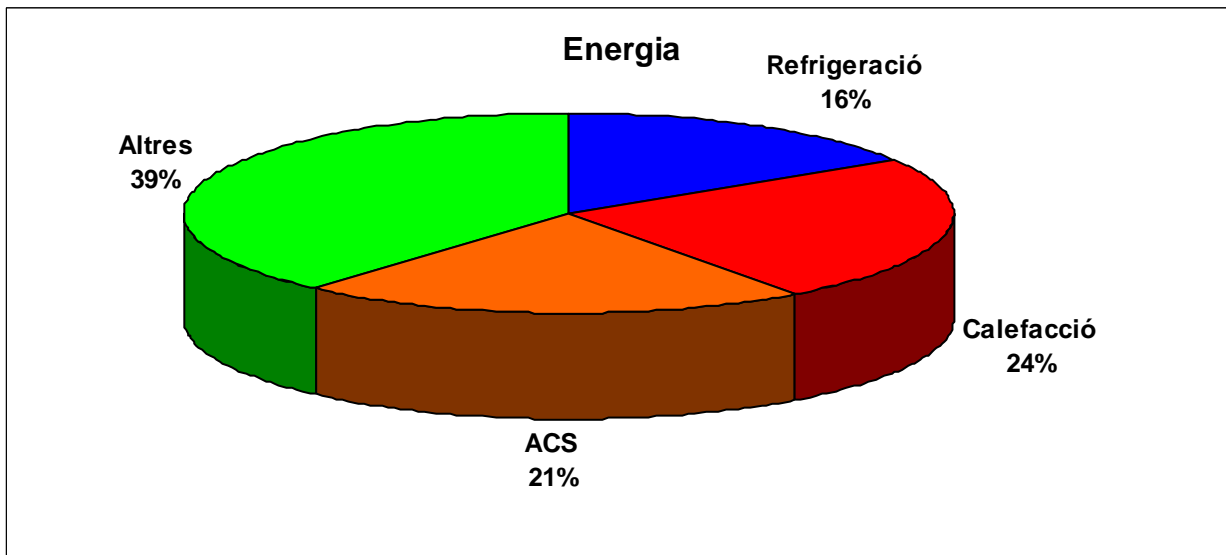


Figura 5.2. Diagnosi inicial de l'establiment donat a partir de l'eina de decisió. Consum de l'energia per usos.

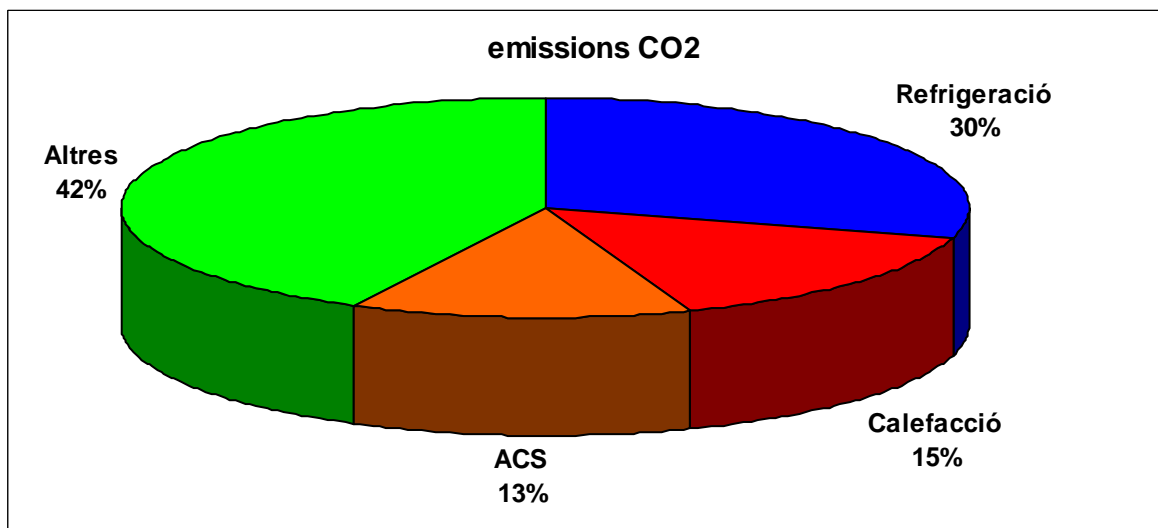


Figura 5.3. Diagnosi inicial de l'establiment donat a partir de l'eina de decisió. Emissions de CO₂ per usos.

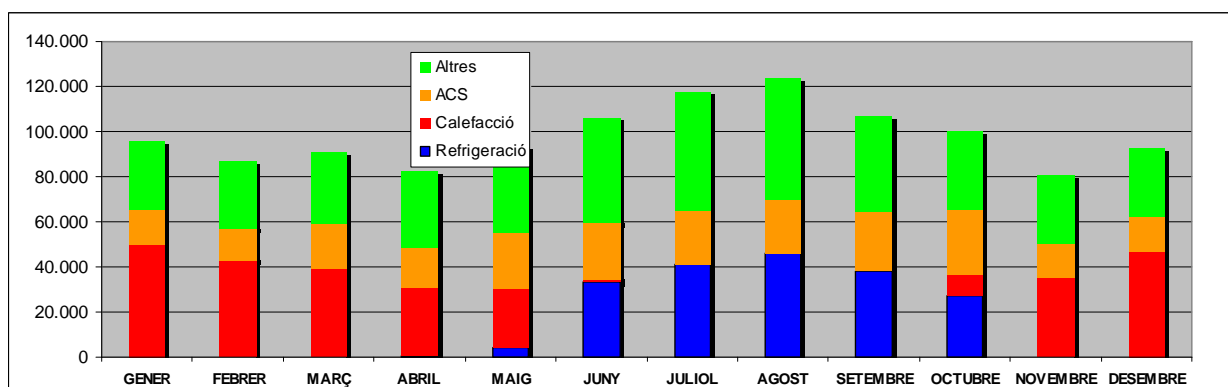
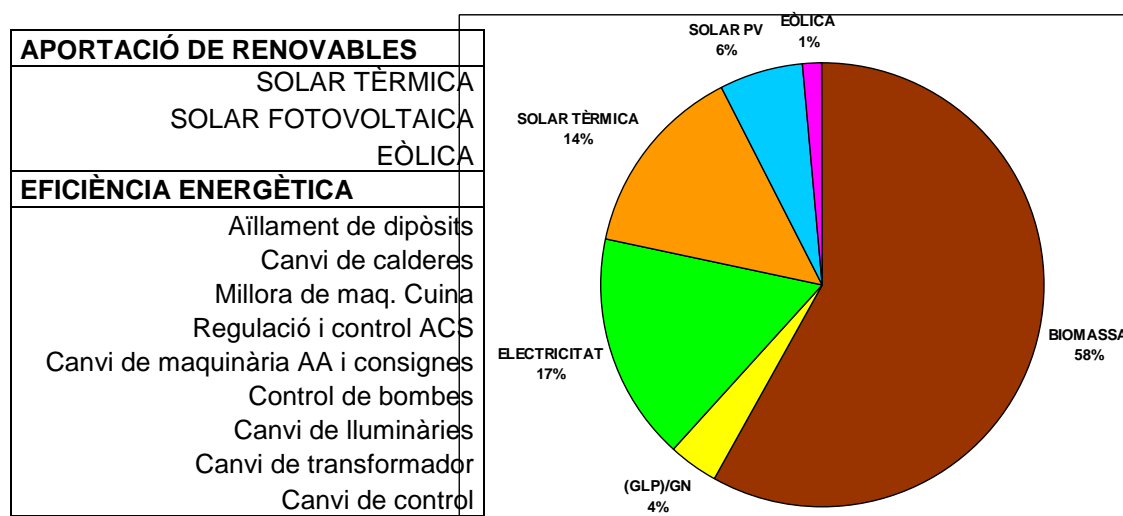


Figura 5.4. Diagnosi inicial de l'establiment donat a partir de l'eina de decisió. Usos de l'energia per mesos.

Finalment ens dona una sèrie de mesures correctores típiques per a millorar l'eficiència energètica dels sistemes de climatització, producció d'ACS i il·luminació. També ens permet incorporar energies renovables a partir d'uns factors proporcionals a les dimensions de l'hotel. Podem anar afegint sistemes i fer un mix energètic que ens permeti arribar a l'escenari ideal de balanç zero d'emissions de CO₂, avaluant el costos i els estalvis assolits en cada tecnologia.



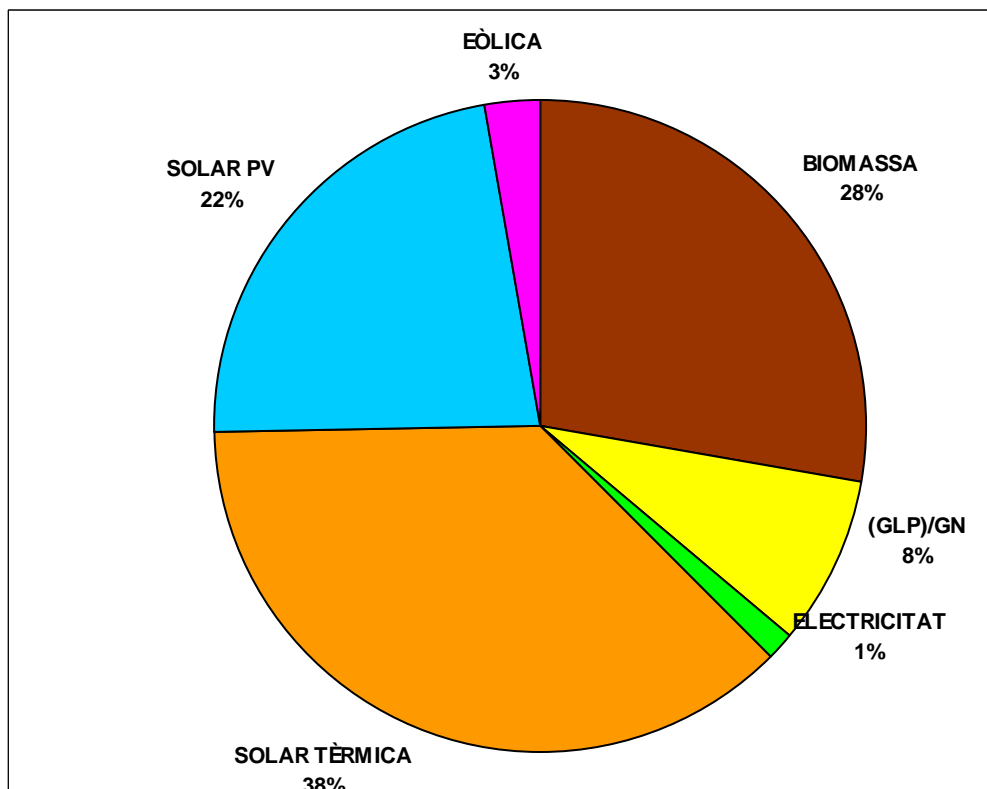


Figura 5.5 Millores proposades per l'eina de Diagnosi i nou escenari de fonts d'energia

Algunes mesures són estàndard i és possible que l'establiment analitzat les hagi implantades o no li siguin d'aplicació, per la qual cosa la plantilla també permet modificar-les manualment, afegir-ne alguna més, personalitzant més cada cas, ja que algunes mesures són difícils d'estandarditzar. Un edifici com més eficient sigui més difícil serà augmentar l'eficiència i reduir els consums energètics.

A partir d'una taula final es poden veure els principals indicadors energètics i ambientals, a més de veure si s'està per sobre o per sota la mitjana. També ens permet veure amb les mesures correctores aplicades i el nou mix energètic la reducció que tenim en cada indicador.

INDICADORS	INICIALS	FINALS	MITJANA	
ESTADES	25,1	27,79	12,7	kWh/ESTADA
PLAÇA	5383,7	6460,8	3.934	kWh//PLAÇA
SUPERFICIE	179,5	215,4	367,2	(kWh/m ² ·any
COSTOS/ESTADA	2,24	1,21	1,15	€/ESTADA
EMISSIONS/ESTADA	15,003	4,09	9,7	kgCO ₂ /ESTADA
EMISSIONS/PLAÇA	3555	969,9	2052	kgCO ₂ /PLAÇA
Qualificació	-55%	58%	0%	
Percentatge d'energies renovables (%)	0%	81%	10%	

Taula 5.3. Taula resum d'indicadors de l'establiment amb les mesures correctores, inicials, finals i comparatiu de la mitjana.

Es poden simular infinitat d'escenaris i combinacions per a veure com podria ser el futur de la planta hotelera de les Illes Balears, però cada establiment té un perfil de consum i un potencial diferent de disponibilitat d'energies renovables, ja que en funció de la superfície total, els obstacles, els mesos que romangui obert, les hores de vent, disponibilitat de recursos locals,... tindrà diferents percentatges en cada una de les tecnologies renovables actuals.

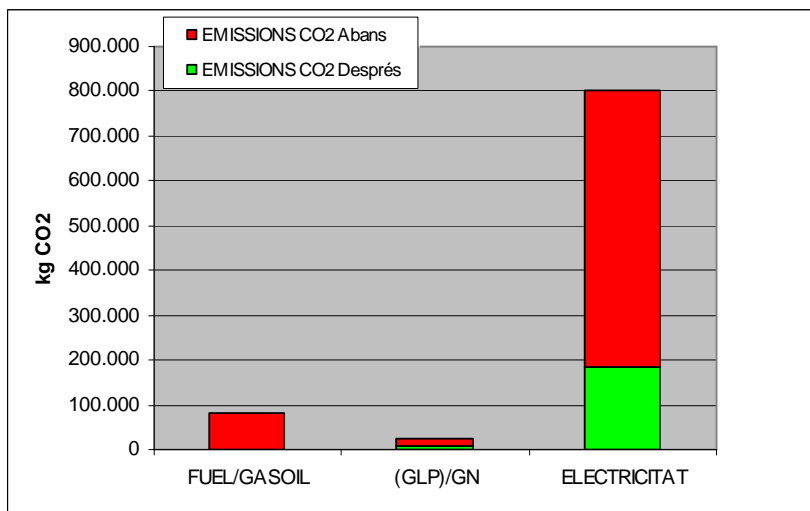


Figura 5.6 Emissions de CO₂ abans i després d'aplicar les millores

S'ha avaluat la informació de diferents establiments de diferent dimensió, categoria i ocupació per a veure el funcionament de l'eina de decisió i dels seus resultats per a consums diferents. En la majoria dels casos ens ha donat un resultat acceptable i bastant aproximat als fets amb altres eines de simulació. Sempre hi ha algun establiment que per tenir alguna singularitat, algun mal funcionament en els principals processos de producció i gestió energètica que se'ns escapa de la mitja o dona alguna errada.

L'eina finalment ens dona gràficament la combinació de diferents fonts d'energia, la reducció energètica, econòmica i ambiental de les mesures preses.

També ens permet veure la inversió en front de l'estalvi econòmic, per veure quina mesura s'amortitza més ràpid.

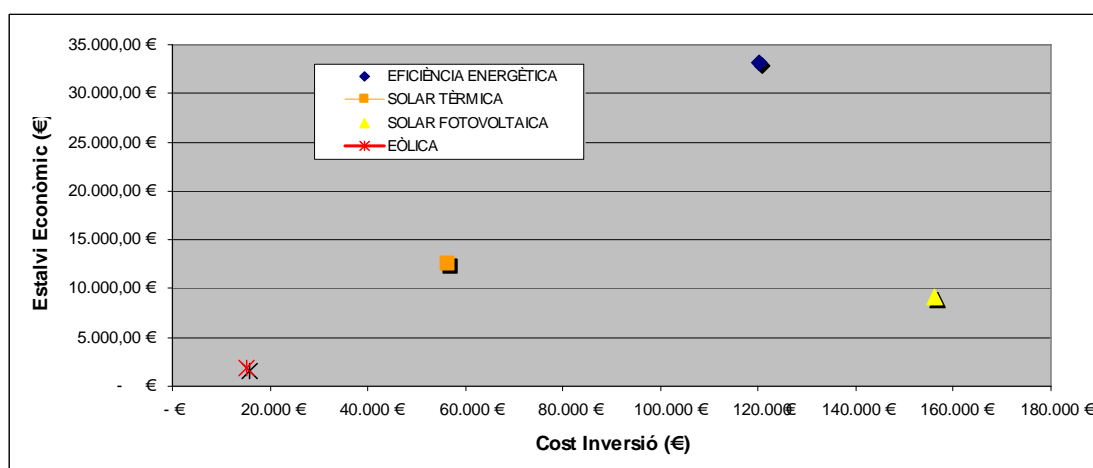


Figura 5.7 Gràfic d'inversió en front l'estalvi econòmic

Podem veure un exemple d'un Hotel amb ocupació anual de mida gran situat a Platja de Palma. L'eina ens permet veure per mesos quines són les energies renovables utilitzades per tenir una imatge visual del seu pes en funció de les condicions climàtiques.

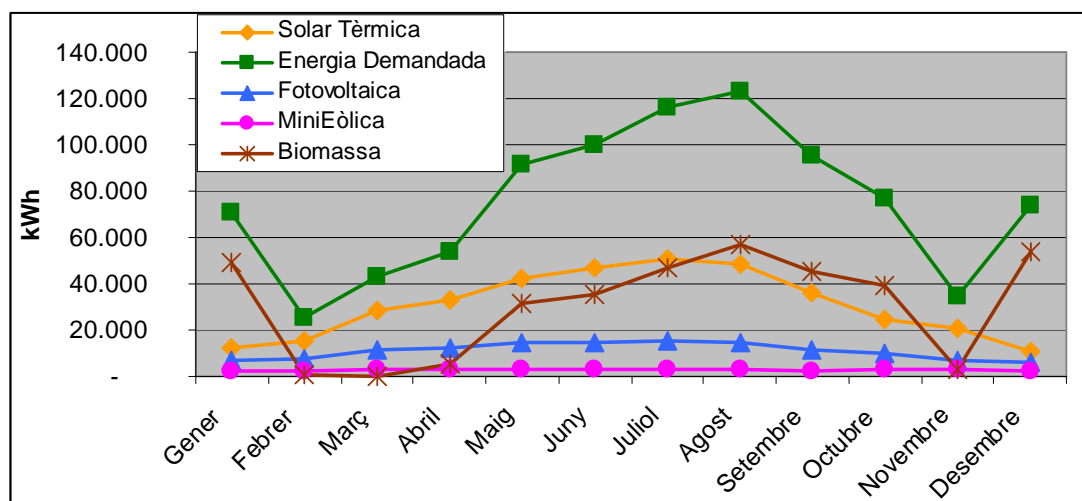


Figura 5.8. Consum energètic anual d'un hotel de 400 places 100% renovable

Mesos	Energia Demandada	Energia Generada			
		Solar Tèrmica	Fotovoltaica	Minieòlica	Biomassa
Gener	70.591	12.016	7.183	2432	48.960
Febrer	25.585	15.091	7.377	2360	756
Març	42.850	28.192	11.896	2728	34
Abril	54.099	33.238	12.471	3172	5.218
Maig	91.884	42.650	14.324	2992	31.919
Juny	99.770	46.866	14.236	3095	35.573
Juliol	116.328	51.035	15.436	3041	46.816
Agost	122.961	48.662	14.439	2756	57.104
Setembre	95.310	36.190	11.571	2529	45.020
Octubre	77.189	24.868	10.255	2811	39.255
Novembre	34.559	21.058	7.230	2847	3.424
Desembre	74.065	10.937	6.508	2613	54.007
Total	905.192	370.803	132.927	33.375	368.087
Percentatge		41%	15%	4%	41%

Cost energètic anual amb sistemes convencionals (electricitat i Gasoil)

88.708,85 €

Estalvi anual amb energies renovables amortització a 20 anys

32.366,23 €

Taula 5.4. Estimació de consums i producció d'energia per un hotel de 400 places balanç zero d'energia.

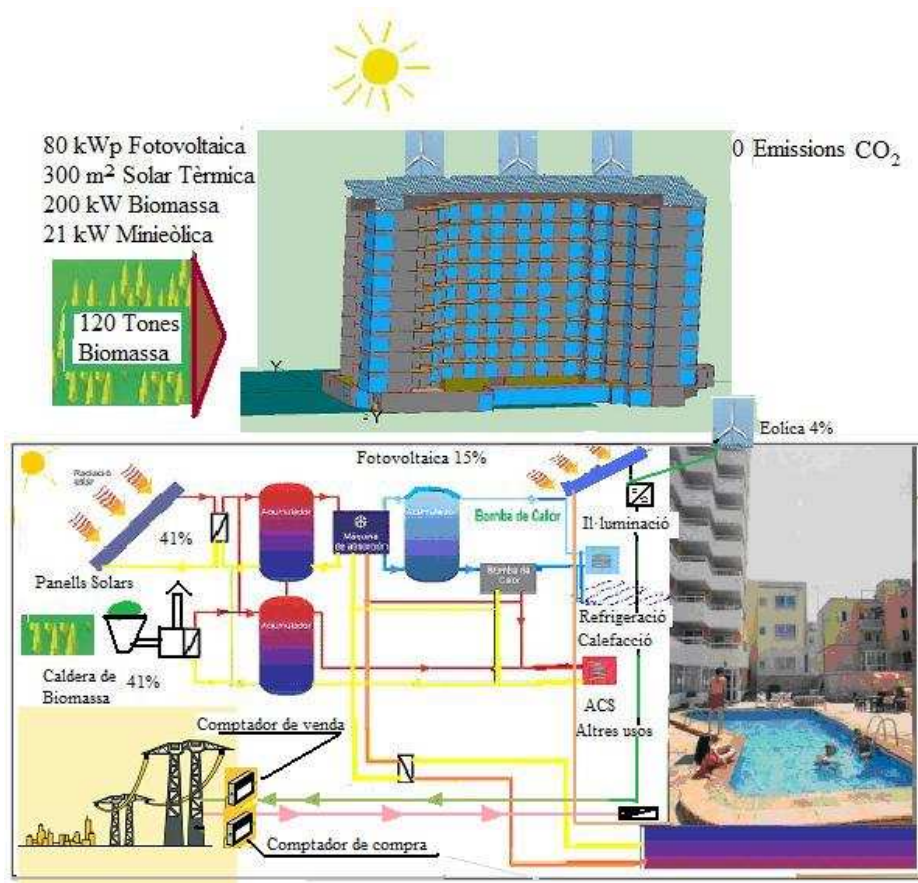


Figura 5.9. Exemple d'esquema de principi d'un hotel de 400 places 100% renovable

Per a tenir un sector sostenible i competitiu, compliment amb el protocol de Kyoto, s'ha d'evitar l'estancament tecnològic, potenciant la inversió en ER i la R+D+I en gestió energètica de la indústria turística. La innovació i la implantació de sistemes més eficients també reverteix en la millora de l'economia local, creant més llocs de treball i millorant la imatge turística sense minvar la qualitat. Els combustibles fòssils i la mala gestió energètica son cada vegada més una imatge del passat que del present i futur. Si es tenen en compte tots els errors comesos el anys 60, 70 i 80 en el disseny i gestió d'edificis per a les remodelacions o nous edificis podem arribar a edificis en balanç zero de consum d'energia sense gaire esforç econòmic, reduint els costos d'exploració considerablement, en dues línies d'actuació, per una part millorar el màxim l'eficiència energètica de les instal·lacions i per l'altra utilitzar al màxim energies renovables, que suposen uns impactes ambientals menors i un costos econòmics més estables, encara que més a llarg plaç, que amb combustibles fòssils.

El cost energètic per pernoctació (estada) en promig als hotels de les Illes Balears està actualment al voltant 1€/estada, si s'apliquen mesures d'eficiència energètica o s'implanten més energies renovables pot passar a ser de menys de 0,6 €/estada, és a dir, se podria reduir més d'un 40% només amb la utilització d'energies renovables o millorant l'eficiència energètica. Les energies renovables tenen un avantatge afegit que no es veuen afectat pels increments de tarifes periòdiques dels sistemes convencionals i dels combustibles fòssils, només poden veure afectats per la variació dels costos bancaris en funció del tipus de finançament que es disposi.

Si tornam a analitzar la taula d'estimació dels consums elèctrics dels sector Hoteler a les Illes Balears que varem veure al principi de l'estudi. Aplicant part de les bones pràctiques vistes al llarg de la tesi podem refer els resultats i veure quin podria ser un futur ideal per a tenir una impacte nul del turisme en el consum energètic, tant tèrmic com elèctric. La part elèctrica suposaria que amb una potència instal·lada inferior al 10% de les plantes elèctriques, és a dir amb uns 170 MW es podria assolir un escenari amb un balanç quasi zero emissions, amb 100% d'aport d'energies renovables al sector turístic combinant diferents tecnologies vistes anteriorment (fotovoltaica, eòlica, termosolar, biomassa,..), actualment hi ha uns 174 MW instal·lats o en fase prèvia d'instal·lació de renovables inscrites al règim especial, la major part d'elles de fotovoltaica, per tant seria una quantitat semblant a l'actual que s'ha instal·lat en uns dos anys.

CATEGORIA de l'Hotel	No. d'establiments	No. de places	Consum específic Actual (KWh/plaça.any)	Consum eficient Futur (KWh/plaça.any)	Potencia a instal·lar d'ER (MW)
4* - 5*	305	101.161	2.220	1110	75
3*	499	171.122	1.398	629,1	72
2*	127	26.341	949	379,6	7
Apartaments	933	93.499	650	195	12
Altres est.	678	29.366	350	105	2
TOTAL	2.542	421.489	1328	596	168

Taula 5.5. Estimació de consums elèctrics del sector Hoteler a les Illes Balears amb un escenari 100% de renovables.

Si els establiments turístics aplicassin mesures d'eficiència energètica i aprofitassin al màxim el potencial de renovables, la corba de consum elèctric es veuria minorada considerablement, i es suavitzarien les puntes de consum. Els establiments en plena ocupació necessitarien així i tot un aport de la xarxa elèctrica per compensar les puntes de consum. Hi hauria dies o mesos on el consumit respecte el produït seria negatiu, i altres mesos on seria positiu, però a final de l'any el balanç podria ser neutre al sector elèctric.

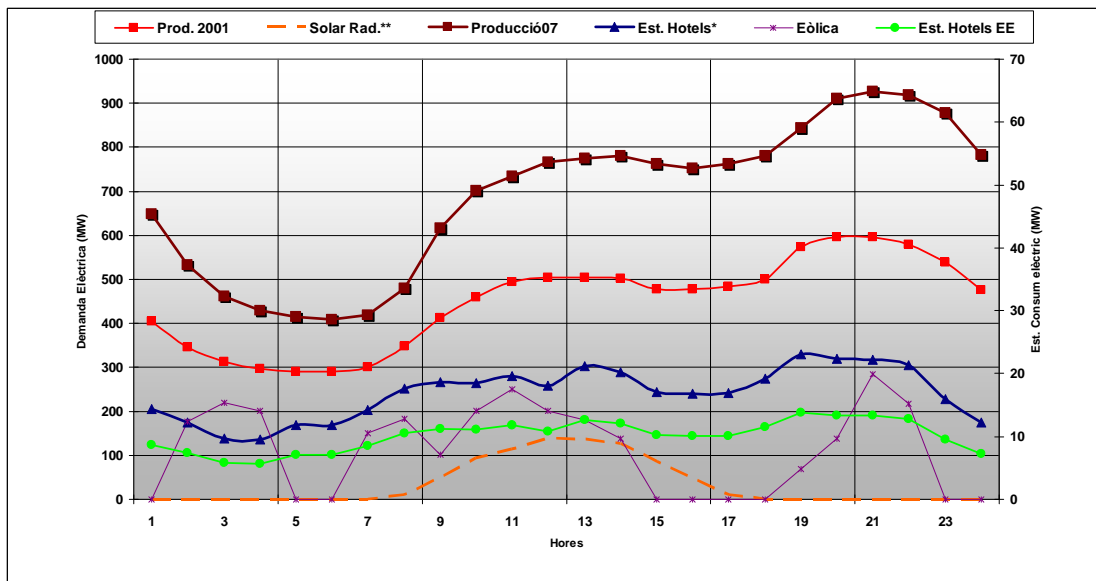
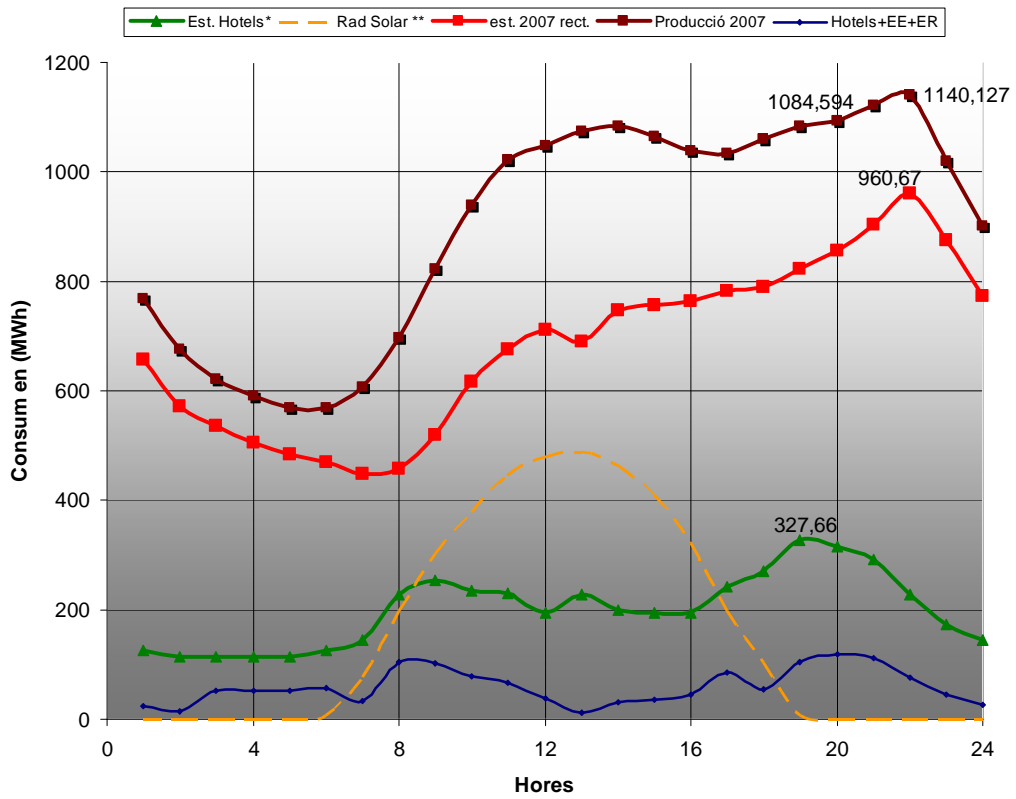


Figura 5.10. Simulació del consum elèctric del mes d'agost i novembre a les illes balears- en un escenari d'eficiència energètica i renovables al sector turístic.

6. CONCLUSIONS .

La sostenibilitat suposa un canvi global en el disseny dels nous hotels i en les reformes dels existents. S'han de valorar tots els aspectes; tècnics, econòmics i ambientals. En la fase inicial de disseny i construcció d'un edifici, els costos d'inversió ja es fan sabent que l'amortització a les Illes Balears és de més de 20 anys, per a la qual cosa incorporar les energies renovables i millorar l'envoltant de l'edifici no suposa un sobre-cost massa elevat en el global de la inversió de construcció de l'edifici.

El sector turístic pot augmentar la seva competitivitat, reduint el consum d'energia primària sense reduir el confort dels clients. Les tecnologies actuals i els coneixements que ens han suposat més de 50 anys de turisme al nostre país, poden subministrar un confort més elevat als clients consumint un 50% menys de l'energia respecte el que es consumia als anys 70 o 80.

El model actual dels establiments turístics de les Illes Balears, amb una gran dependència dels combustibles fòssils, necessita avançar amb la implantació progressiva de tecnologies, més eficients, de baixa emissió de CO₂ i amb fonts d'energies renovables. Se pot reduir més d'un 50% les emissions atmosfèriques actuals, millorant l'eficiència energètica i se pot arribar a una reducció de quasi el 100% si incorporem energies renovables amb un petit esforç econòmic. Els períodes de retorn d'aquests escenaris estan entre 5 a 15 anys en funció de la tecnologia, de l'ús i del combustible a substituir. Assolir escenaris de balanç zero d'emissions de CO₂ ja no es tracta de cap utopia i si van lligats a una inversió a llarg plaç o bé es fa mitjançant processos de reconversió de zones turístiques o a canvis dràstics en els edificis no suposen uns costos massa elevats.

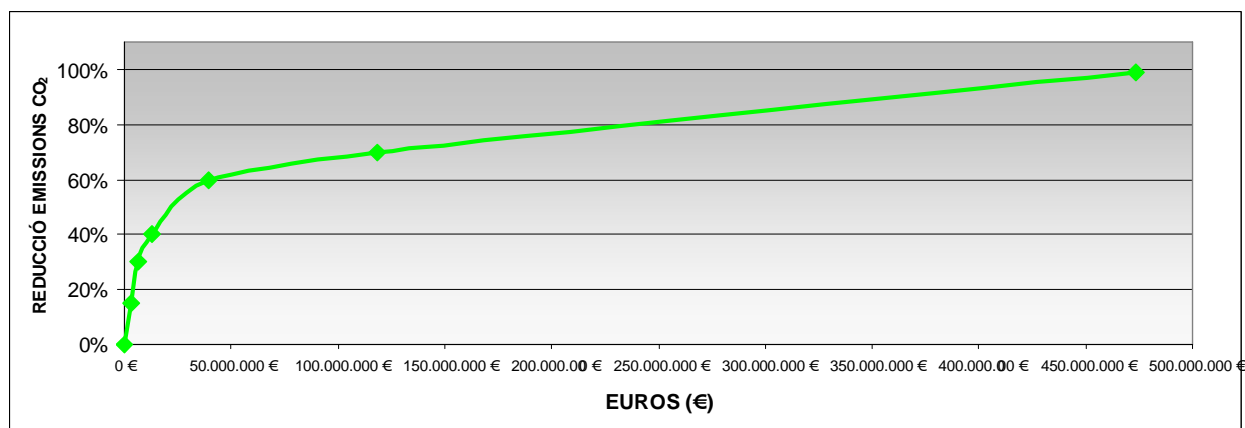


Figura 6.1. Estimació de la inversió en Hotels de les Illes Balears en funció de les emissions.

La inversió total a fer en un escenari de balanç quasi zero de CO₂ seria inferior a les grans infraestructures fetes els darrers anys a les Illes Balears, el cost podria ser d'aproximadament d'uns 500 milions d'euros. Si es mantenen les primes a les energies renovables aquesta inversió s'amortitzaria en un període als voltant dels 10 anys, en cas de que no hi hagi primes, amb els costos actuals de compra d'electricitat, només per autoconsum o per venda a la xarxa a preu de compra es podria amortitzar en uns 15 a 20 anys.

Si hi ha una implicació de les administracions locals i empreses de subministrament, es pot reduir encara més l'esforç dels establiments turístics en assolir escenaris de zero emissions de CO₂. Les entitats públiques i empreses externes han d'ajudar especialment en la implantació de xarxes de districte o en proveir de xarxes de combustible d'origen renovable (biomassa, biogàs, hidrogen,..), reduint també els períodes d'amortització, podent fins i tot a tenir balanç negatiu, contribuint a reduir les emissions de CO₂ del sector residencial de les Illes, espacialment en les comunitats properes als establiments turístics.

Podem dir que s'ha trobat un gran potencial de millora en els processos de gestió i producció energètica d'equipaments turístics.

S'ha analitzat la incidència dels principals equipaments en els aspectes econòmics i ambientals, com són les emissions de CO₂, i s'ha estudiant el seu impacte, s'han trobat alternatives de reducció dels impactes ambientals actuals.

S'han enumerat les tecnologies més adequades en funció de les seves dimensions i ocupació per a mantenir els confort dels clients i millorar els costos econòmics de l'energia.

S'ha trobat una eina de decisió de tecnologies, senzilla i objectiva per veure el potencial d'estalvi energètic, la implantació d'energies renovables, els seus impactes econòmics i ambientals. (Baròmetre Energètic)

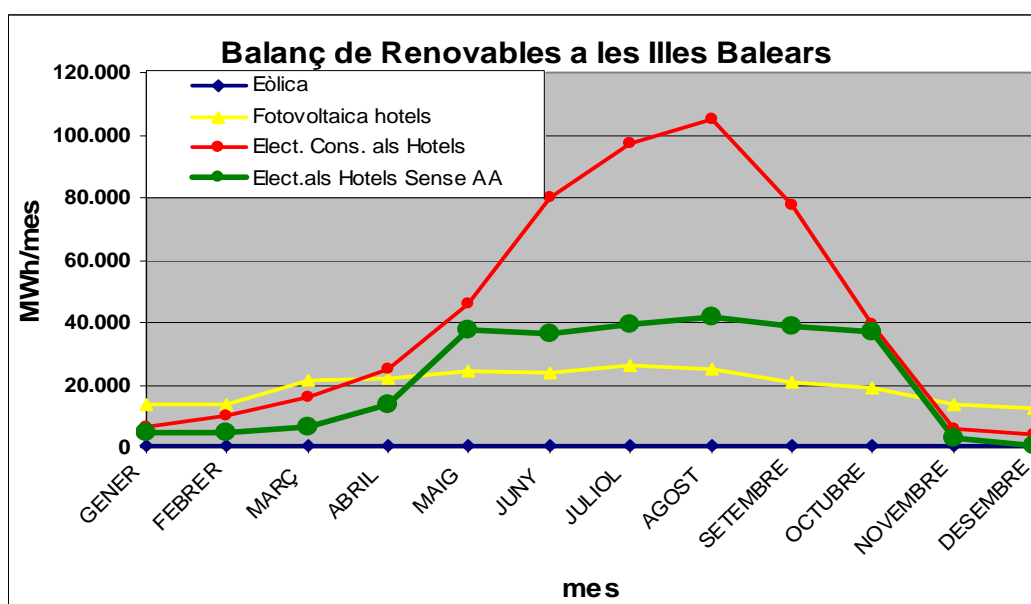


Figura 6.2. Estimació de consums elèctrics del sector Hotelier a les Illes Balears amb un escenari 100% de renovables per mesos en base a l'any 2008.

L'energia solar tèrmica podria aportar quasi el 100% de les necessitats tèrmiques dels establiments hotelers (aigua calenta sanitària, calefacció i refrigeració amb absorció o adsorció), però això pot suposar tenir excedents els mesos de baixa ocupació o de baixa demanda tèrmica. Si no es disposa de sistemes d'acumulació estacional, xarxes de districte o d'altres edificis propers per vendre aquest excedent, suposaria tenir una inversió molt elevada per no aprofitar-ne tot el seu potencial, tot i així els períodes d'amortització són molt interessants.

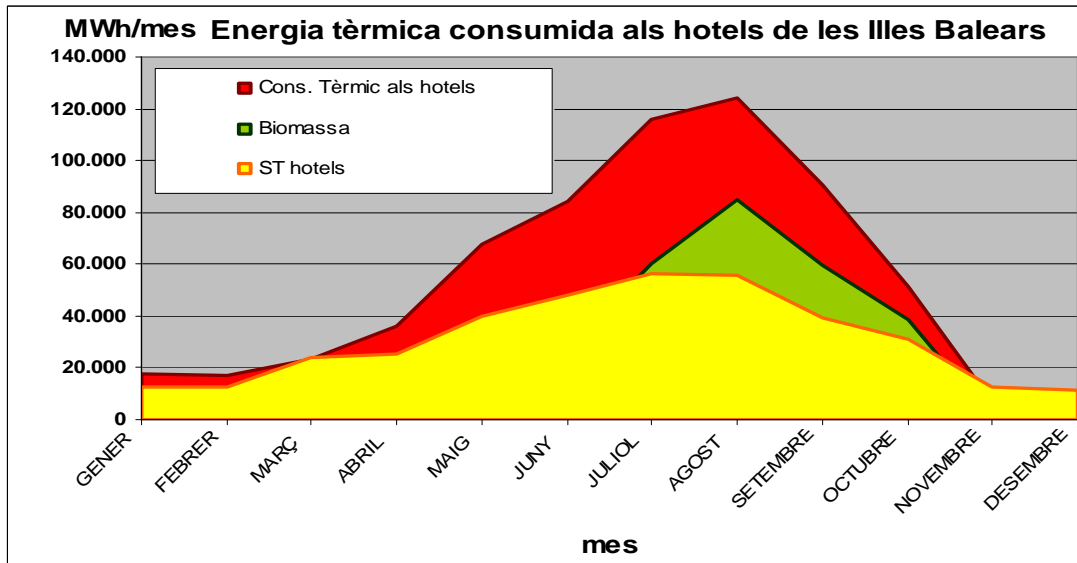


Figura 6.3. Estimació de consums tèrmics del sector Hotelier a les Illes Balears amb un escenari 100% de renovables

Si es volgués tenir un escenari més optimitzat l'aport d'energia solar tèrmica hauria de ser al voltant del 70%, cobrint la resta de necessitats tèrmiques amb biomassa o altres fonts renovables. En aquest escenari s'hauria d'instal·lar 1 m² per plaça hotelera i farien falta unes 100.000 tones de biomassa, que equivalen als residus produïts pels principals cultius agroalimentaris analitzats (oliva, ametlla i vi), per la qual cosa podrien ser produïdes dins el propi territori de les Illes Balears, fent més sostenible i autosuficient el sector energètic.

La biomassa és un excel·lent font de combustible, i és abundant a nivell local, amb un cost inferior a qualsevol combustible fòssil. Aquesta font d'energia també és un bon complement pels sistemes solars tèrmics, ja que permet optimitzar-los i abaratir els seus costos, i cobrir les puntes de demanda tèrmica de l'hivern i l'estiu.

L'energia fotovoltaica i la eòlica també són excel·lents alternatives en cobrir les necessitats elèctriques dels establiments, amb l'avantatge respecte la tèrmica de que actualment es disposen de xarxes elèctriques on abocar els excedents els mesos de baixa ocupació, i per tant tenen una major rendibilitat anual. A més també poden cobrir una part dels consums tèrmics si es combinen amb tecnologies eficients com són les bombes de calor, ja siguin condensades amb aire o aigua. Tot i que tenen un període d'amortització sense primes superiors als 10 anys degut a que la seu elevat cost d'instal·lació.

Propostes de futur.

Aquest Tesi també ha servit per trobar línees de recerca per aprofundir i ampliar coneixements.

Anàlisi del cicle de vida dels hotels.

Se poden analitzar més a fons el Cicle de Vida dels hotels i l'energia embeguda de tots els materials, per a prendre una decisió no només en la gestió si no també en la construcció i demolició. És un tema lo suficient extens per a ser motiu d'un altre tesi.

Anàlisi de sistemes de refrigeració solar amb sistemes tèrmics o fotovoltaics.

Se pot fer una eina que faci un anàlisi més exhaustiu dels Hotels incloent també simulació dinàmica per optimitzar les configuracions i dimensions dels sistemes per a la producció d'ACS, Calefacció i Refrigeració amb Energia Solar (tant fotovoltaica i/o Tèrmica).

En el capítol de sistemes es podrien fer moltes més combinacions d'equips i tecnologies que millorarien l'eficiència energètica de l'establiment, en aquesta tesi només s'han tractat les més usuals i més aplicades actualment, però en la innovació sempre se'n poden trobar de noves, d'acord amb els avanços tècnics i disminució de costos de les tecnologies. Es podrien destacar fer un anàlisi més exhaustiu en la refrigeració solar combinant diferents sistemes, com el que s'han analitzat en la Tesi, però avaluant més a fons els sistemes amb programes de simulació horària i afinant la precisió. Els sistemes amb energia fotovoltaica i expansió directa, solar tèrmica de baixa i mitja temperatura amb màquines d'absorció de simple i doble etapa. Fins i tot sistemes d'adsorció, que tot i que són discontinus i amb un cost elevat poden ser una bona combinació per sistemes solars de baixa temperatura. És un tema lo suficient extens per a ser motiu d'un altre tesi.

Anàlisi d'escenaris de renovables i sistemes d'acumulació.

Se pot fer un estudi més exhaustiu per analitzar més escenaris d'energies renovables, en funció de la zona turística o específic per a cada illa, estudiant altres fonts com la minihidráulica, undemotriu,... També és pot optimitzar el seu potencial combinant-los amb sistemes d'acumulació i transport, com és el cas de l'hidrogen, sistemes d'acumulació d'energia potencial de l'aigua, sistemes estacionals d'emmagatzemar energia tèrmica de zones turístiques i residencials, o la utilització de materials d'acumulació amb canvi de fase.

7. Referències bàsiques. Hemerografia

Argiriou AA, Balaras CA, Dascalaki E, Gaglia A, Gountelas G, Moustris K, Santamouris M, Vallindras M. [1991] Energy audits in public and commercial buildings in Greece, Proc. 3rd European symposium: soft energy action at the local level, Chios (Hellas), 11–14 September 1991.

CADDET [1996] (Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies Energy) Efficiency Retrofitting of Residential Buildings (AR 18). March 1996

Dascalaki E., Balaras C. , Aleo F., Cabot J., Caccavelli D., Casanovas X., Cladera A. , Lagoudi A., Martinez Tina , Moya A., Tsakmakidou K. [2003]. XENIOS– a decision making methodology & software for assessing refurbishment scenarios in hotels. Altener Project. J anuary 2003

Dascalaki E., Balaras C.A. [2004] XENIOS—a methodology for assessing refurbishment scenarios and the potential of application of RES and RUE in hotels. Energy and Buildings 36 (2004) 1091–1105.

Hernández Chavez, Vicente. Rafel Serra I Florensa [2002]. “Habitabilidad energética en edificios de oficinas”. Tesis doctoral UPC.

JJ de Felipe, B. Sureda, J. Xercavins,[2002] Escenaris de futur de les emissions als països catalans: implicacions en els models econòmics actuals. Tesis doctoral UPC. 2002

Karagiorgas, Michaelis; Tsoutsos, Theocharis; Drosou, Vassiliki; Pouffary, Stéphane; Pagano, Tulio; Lopez Lara, Germán; Melim Mendes, José Manuel. [2004] “HOTRES: Renewable energies in the hotels. An extensive technical tool for the hotel industry” article in press in Renewable and Sustainable Energy Reviews. 15 September 2004.

Moiá-Pol A., Martínez-Moll V., Riba-Romeva C. [2004] Sustainability in the mediterranean tourist islands. Evaluation of the impact of tourism in the balearic’s islands. Procc. Sustainable Development and Islands. I Congreso de Recursos y Residuos. Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos. Palma de Mallorca (2004)

Moiá-Pol A., Michalis Karagiorgas, Martínez-Moll V., Riba-Romeva C. [2004] Energy Policy and an Action Plan for Renewable Energy Sources (RES) in Mediterranean islands Hotels: Policy and Energy audits in the Balearic Islands. Procc. International Conference on Energy Efficient CIUREE. Universidad Autónoma de Occidente. Calí (2004)

Moiá-Pol A., Michalis Karagiorgas, Martínez-Moll V., Coll-Mayor D., Riba-Romeva C..[2005] Evaluation of the Energy Consumption in Mediterranean islands Hotels: Case study: the Balearic Islands Hotels. Procc. International Conference on Renewable Energies and Power Quality ICREPQ’05. Universidad de Zaragoza. Zaragoza (2005).

Rosselló-Batlé; B. Moià Pol, A. , Cladera Bohigas, A Martínez Moll, V. [2010] Energy Use, CO₂ Emissions and Waste throughout the life cycle of a sample of hotels in the Balearic Islands. Elsevier Editorial System(tm) for Energy and Buildings ENB-D-09-00262R1 Energy and Buildings 42 (2010) 547–558.

Referències a projectes desenvolupats per la UIB

Projecte de disseny d’un col·lector solar, Tecnologia Solar Concentradora. CCSTAR

Estudi tèrmic d'edificis, PARC BIT Desenvolupament S.A.

Estudis en estalvi i eficiència energètica en equipaments turístics, CABOT Consulting, Cabot Proyectos SLP.

Estudis en estalvi i eficiència energètica en equipaments turístics, Prinsotel.

Estudi Energètic, amb aprofitament de la Biomassa en un hotel de tres estrelles, Hotel Brasilia.

Estudis d'estalvi, eficiència energètica en dos hotels, Hoteles Manila i Caribbean.

Estudi de Potencial de Cogeneració a les Illes Balears.

Referències d'articles i congressos.

Autors: Andreu Moia Pol Debora Coll Mayor Victor Martinez

Títol: Production of Waste in the tourist areas: How to evaluate it?

Tipus de participació: Poster

Congrés: X Jornadas de Ingeniería y Medio Ambiente

Lloc de celebració: Palma de Mallorca (ESPANYA) **Any:** 2003

Codi: 028455 **Ordre:** 001

Autors: A. Moia-Pol, Michalis Karagiorgas, D. Coll -Mayor, V. Martínez-Moll, Carles Riba-Romeva

Títol: Energy Policy and an Action Plan for Renewable Energy Sources (RES) in Mediterranean islands

Hotels: Policy and Energy audits in the Balearic Islands Hotels

Tipus de participació: Ponència

Congrés: International Conference on Energy Efficient CIUREE2004

Publicació: MEMORIAS I CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGIA

Lloc de celebració: Santiago de Cali (COLÒMBIA) **Any:** 2004

Codi: 030281 **Ordre:** 002

Autors: A. Moia-Pol, V. Martínez-Moll, Carles Riba-Romeva

Títol: SUSTAINABILITY IN THE MEDITERRANEAN TOURIST ISLANDS. EVALUATION OF THE IMPACT OF TOURISM IN THE BALEARIC'S ISLANDS.

Tipus de participació: Ponència

Congrés: I CONGRESO MUNDIAL Gestión de Recursos y Residuos

Lloc de celebració: Palma de Mallorca (ESPANYA) **Any:** 2004

Codi: 028457 **Ordre:** 003

Autors: A. Moia-Pol, Michalis Karagiorgas, D. Coll-Mayor, V. Martínez-Moll1, Carles Riba-Romeva

Títol: Evaluation of the Energy Consumption in Mediterranean islands Hotels: Case study the Balearic Islands Hotels.

Tipus de participació: Ponència

Congrés: International Conference on Renewable Energies and Power Quality ICREPQ 2005

Publicació: International Conference on Renewable Energies and Power Quality ICREPQ 2005

Lloc de celebració: Zaragoza (ESPANYA) **Any:** 2005

Codi: 030494 **Ordre:** 004

Autors: A. Moia-Pol, V. Martínez-Moll1, Carles Riba-Romeva

Títol: Evaluación del potencial de implantación de Energías Renovables en Hoteles del Mediterráneo.El caso de las Islas Baleares

Tipus de participació: Ponència

Congrés: Congreso Nacional sobre las Energías Renovables, CONEERR20005

Lloc de celebració: Murcia (ESPANYA) **Any:** 2005

Codi: 034147 **Ordre:** 005

Autors: Alorda Ladaria, B.; Moia Pol, A.; Pujol Nadal, R. i Martínez Moll, V.

Títol: Low-cost orientation system for a concentrating solar collector with static reflector and tracking receiver

Tipus de participació: Poster

Congrés: INTERNATIONAL CONGRES ON RENEWABLE ENERGIES AND POWER QUALITY ICREPQ'06

Lloc de celebració: Palma de Mallorca (ESPANYA) **Any:** 2006

Codi: 034279 **Ordre:** 006

Autors: Moia Pol, A.; Pujol Nadal, R. i Martínez Moll, V.

Títol: Prediction of the thermal behaviour of an office building using TRNSYS with proposal and evaluation of improvement actions

Tipus de participació: Poster

Congrés: INTERNATIONAL CONGRES ON RENEWABLE ENERGIES AND POWER QUALITY ICREPQ'06

Lloc de celebració: Palma de Mallorca (ESPANYA) **Any:** 2006

Codi: 034280 **Ordre:** 007

Autors: Moia Pol, A.; Karagiorgas, M.; Pujol Nadal, R.; Martínez Moll, V. i Riba-Romeva, C.

Títol: Evaluation of the Renewable Energy application in Mediterranean Hotels: Case study: the Balearic Islands` Hotels

Tipus de participació: Ponència

Congrés: INTERNATIONAL CONGRES ON RENEWABLE ENERGIES AND POWER QUALITY ICREPQ'06

Lloc de celebració: Palma de Mallorca (ESPANYA) **Any:** 2006

Codi: 034281 **Ordre:** 008

Autors: Moia, A.; Pujol, R.; Martínez-Moll, V.

Títol: POTENCIAL DE INSTALACIÓN DE CAPTADORES DE BAJA Y MEDIA TEMPERATURA PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

Tipus de participació: Presentació comunicació

Congrés: XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energía Solar (CIES 2008)

Nombre d'autors: 3

Lloc de celebració: Vigo (ESPANYA) **Any:** 2008

Codi: 041210 **Ordre:** 010

Autors: Pujol, R.; Moia, A.; Martínez-Moll, V.

Títol: ANÁLISIS DE UN CONCENTRADOR SOLAR LINEAL CON REFLECTOR ESTACIONARIO Y FOCO MÓVIL PARA APLICACIONES DE MEDIA TEMPERATURA

Tipus de participació: Pòster

Congrés: XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energía Solar (CIES 2008)

Nombre d'autors: 3

Lloc de celebració: Vigo (ESPANYA) **Any:** 2008
Codi: 041211 **Ordre:** 011

Autors: Martínez-Moll, V.; Pujol, R.; Moia, A.
Títol: Un concentrador solar innovador de reflector estático y foco móvil para procesos de calor
Tipus de participació: Ponència
Congrés: XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energía Solar (CIES 2008)
Nombre d'autors: 3
Lloc de celebració: Vigo (ESPANYA) **Any:** 2008
Codi: 041212 **Ordre:** 012

Autors: Moia, A.; Pujol, R.; Martínez-Moll, V.
Títol: POTENCIAL D'INSTAL·LACIÓ DE CAPTADORS DE BAIXA I MITJA TEMPERATURA PER A APLICACIONS INDUSTRIALS A LES ILLES BALEARS
Tipus de participació: Presentació comunicació
Congrés: III CONGRÉS D'ENGINYERIA I CULTURA CATALANA. TECNOLOGIA, TERRITORI I SOCIETAT.
Nombre d'autors: 3
Lloc de celebració: PALMA (ESPANYA) **Any:** 2008
Codi: 042223 **Ordre:** 013

Autors: Muñoz, D.; Moia, A.; Martínez-Moll, V.
Títol: Sessió II: Oportunitats i Estratègies en el sector d'allotjament turístic. Hotel Brasilia
Tipus de participació: Taula rodona
Congrés: V Seminari Internacional d'Innovació i Turisme
Nombre d'autors: 3
Lloc de celebració: PALMA (ESPANYA) **Any:** 2008
Codi: 042224 **Ordre:** 014

Autors: Martínez-Moll, V.; Pujol, R.; Moia, A.
Títol: Innovative fixed mirror solar concentrator for process heat
Tipus de participació: Presentació comunicació
Congrés: EUROSUN. 1st International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings
Publicació:
Nombre d'autors: 3
Lloc de celebració: Lisboa (PORTUGAL) **Any:** 2008
Codi: 042225 **Ordre:** 015

Autors: Rosselló-Batlle, B.; Moia, A.; Cladera, A.; Martínez-Moll, V.
Títol: ESTUDI DEL FLUX ENERGÈTIC I LES EMISSIONS DE CO2 AL LLARG DEL CICLE DE VIDA D'UN HOTEL
Tipus de participació: Pòster
Congrés: III CONGRÉS D'ENGINYERIA I CULTURA CATALANA. TECNOLOGIA, TERRITORI I SOCIETAT.
Nombre d'autors: 4
Lloc de celebració: PALMA (ESPANYA) **Any:** 2008
Codi: 042226 **Ordre:** 016

Autors: Andreu Moià-Pol, Víctor Martínez-Moll, Ramon Pujol Nadal and Beatriz Rosselló-Batlle

Títol: Net Zero energy in hotels and touristic areas in the Balearic Islands

Tipus de participació: Pòster

Congrés: EUROSUN

Nombre d'autors: 4

Lloc de celebració: GRAZ (ÀUSTRIA) **Any:** 2010

Codi: 625522 **Ordre:** 017

Altres referències

Agencia Valenciana de la Energia. <http://www.aven.es/>

ALSEMA E. A., B. C. W. VAN ENGELENBURG. Proceedings of the Eleventh E.C. Photovoltaic Solar Energy Conference, Switzerland, oct., 1992, pp.995-998.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
<http://www.ashrae.org/>

BARD A. J., M. A. FOX. Accounts of Chemical Research, Vol. 28, 1995. p.141.1995.

BARTHELS H., W. A. BROCKE, K. BONHOFF, H. G. GROEHN, G. HEUTS, M. LENNARTZ, H. MAI, J. MERGEL, L. SCHMID, P. RITZENHOFF. Proceeding of the 11th World Hydrogen Energy Conference. Eds.

Betanzos, Miguel.[2002] Saving Project Fiesta Hotel Merida America. ATPAE. P. 133-140

Bilgen, Selcuk; Kaygusuz, Kamil; Sari, Ahmet. Renewable Energy for a Clean and Sustainable Future. Energy Sources, Dec2004, Vol. 26 Issue 12, p1119, 11p; (AN 14167054)

Boletín IDAE: Eficiencia Energética y Energías Renovables (Nº2,6) Depósito Legal: M-24028-2001, M-18505-2004.

BOCKRIS, J. O'M., T. N. VEZIROGLU, D.SMITH. Solar Hydrogen Energy: The Power to Save the Earth. London: Macdonald & Co. Ltd., 1991.

BOSCHLOO, G. Solar Energy Conversion by Porphyrin-Sensitized Titanium Dioxide, Tesis Doctoral, Univ. Técnica de Delft, Dic., 1996.

C.A.R.M.E.N. <http://www.carmen-ev.de/index.html>

Cabot Proyectos. <http://www.cabotproyectos.es/>

Certificación Energética de Edificios. <http://www.mityc.es/>

CHAHINE R., T. K. BOSE. Proceeding of the 11th World Hydrogen Energy Conference. Eds. T. N. Veziroglu, C.-J. Winter, I. P. Baselt, G. Kreysa, June, 1996. pp.1259-1263.

Citarella F. (1998), Turismo e diffusione territoriale dello sviluppo sostenibile, Loffredo Editore Napoli.

Chen, G.; Spliethoff, H.; Andries, J.; Glazer, M.P.; Yang, L.B. Biomass Gasification in a Circulating Fluidised Bed--Part I: Preliminary Experiments and Modelling Development. Energy Sources, Apr2004, Vol. 26 Issue 5, p485, 14p; (AN 12881487)

Companyia Elèctrica de les Illes Balears, G.E.S.A.-E.N.D.E.S.A.

CTE, Código Técnico de la Edificación

CRES. Center of Renewable Energy Source <http://www.cres.gr>

Demirbas, Ayhan; Arin, Gonenc. Hydrogen from Biomass via Pyrolysis: Relationships between Yield of Hydrogen and Temperature. Energy Sources, Sep2004, Vol. 26 Issue 11, p1061, 9p; (AN 14132372)

DG de Energia de la Conselleria de Comerç, Industria i Energia del Govern Balear. Estadístiques i Auditories Energètiques 2000-2002. Palma de Mallorca (2003).

Elgaard, P.; Miller, T.D., *Designing Product Families*, Working Paper, Department of Control & Engineering Design, Technical University of Denmark[1998]

DAVIS, G.R. "Energy for Planet Earth", *Scientific American*, Vol. 263, No.3, 1990. pp.55-62.

DIETSCH, T. *Power Engineering J.*, Vol. 10, No. 1, 1996.

FAHRENBRUCH A. L., R.H. BUBE. *Fundamentals of Solar Cells*, New York: Academic Press, 1983.

Diversos estudis del Center of Renewable Energy Sources. Grècia.

Diversos estudis del National Observatori of Athens. Grècia.

Diversos estudis i projectes de l'Institut Català de l'Energia. ICAEN.

DGE Direcció General d'Energia de la Conselleria de Comerç, Industria i Energia del Govern Balear. *Estadístiques Energètiques 2002*. Palma de Mallorca (2003).

DG de Qualitat Ambiental de la Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear. *Vàries Publicacions del Programa ECOTUR*. Palma de Mallorca (2001-2003).

Empresa de gestió de residus de Mallorca, TIRME S.A. <http://www.tirme.com/>

Energy Forum on Solar Building Skin <http://www.energy-forum.com/>

Flourentzou F., J.L. Genre and C.-A. Roulet (2002) "TOBUS software an interactive decision aid tool for building retrofit studies" *Energy & Buildings*, Vol. 34, pp. 193-202

Fuel Cell Systems. New York: Eds. L.J.M.Blomen, M.N.Mugerwa, Plenum Press, 1993.

FULLERSON, W., R. J. JUDKINS, M. K. SANGHVI. "Energy from Fossil Fuels", *Scientific American*, Vol. 263, No. 3. 1990. pp.129-135.

GOC J., H. T. TIEN. *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 18, 1993. pp.5-8.

GOLDSTEIN J. R., I. GEKTIN, B. KORETZ. "The 1995 Annual Meeting of the Applied Electrochemistry Division of the German Chemical Society", Duisburg, Germany, September, 1995.

GREEN M. A., K. EMERY, K. BÜCHER, D. L. KING, S. IGARI. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, Vol. 5, 1997. pp. 51-54.

GURUNATHAN K., P. MARUTHAMUTHU, M. V. C. SASTRI. *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 22, 1993. pp.57-62.

HAGFELDT A., S-E LINDQUIST, M. GRÄTZEL. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, Vo.32, 1994. p. 245.

HUBBARD H. M. *Science*, Vol. 244, pp.297-304, Abril, 1989.

HUG W., P. MOHR, V. PEINECKE, W. SEEGE. *Proceeding of the 11th World Hydrogen Energy Conference*, Eds. T. N. Veziroglu, C.-J. Winter, I. P. Baselt, G. Kreysa, June, 1996. pp. 775-780.

Hydrogen as an Energy Carrier-Fundamentals of Generation and Storage. Publicado por la Oficina Administrativa del Sonderforschungsbereich (SFB) 270, University of Stuttgart, Stuttgart, 1996.

ICHIKAWA S. *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 22, 1997. pp.675-678.

JUSTI, E.W. *Hidrógeno solar: Energía para el futuro*. Marcombo Boixareu Ed., Barcelona-Méjico, 1985.

IBAE. *Les Illes Balears en Xifres 2001*. Palma de Mallorca (2002). Conselleria de Turisme de les Illes Balears. *El turisme a les Illes Balears, dades informatives 1975-2005*. Palma de Mallorca.

INE. 2008 Instuto Nacional de Estadística. www.ine.es

International Energy Agency. <http://www.iea.org/>

International Solar Energy Society. <https://www.ises.org/>

Jun Tanimoto, Aya Hagishima, Parichart Chimklai, An approach for coupled simulation of building effects and urban climatology. *Energy and Buildings* 36 (2004) 781–793

Kalia, Anjan K.1, Singh, Shiv. Development of a Biogas Plant. P.1 . Source: *Energy Sources*; Jul2004, Vol. 26 Issue 8, p707, 8p, 4 charts, 2 diagrams

Kaygusuz, Kamil; Kaygusuz, Abdullah. *Energy and Sustainable Development. Part II: Environmental Impacts of Energy Use.* By: *Energy Sources*, Sep2004, Vol. 26 Issue 11, p1071, 12p; (AN 14132369)

KRONBERGER, H. *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 21, 1996. pp.577-581.

MOSKOWITZ P., K. ZWEIBEL, V. FTHENAKIS. Health, Safety and Environmental Issues Relating to Cadmium Usage in Photovoltaic Energy Systems, SERI/TR-211-3621, 1990.

Joe Loper [2005], Lowell Ungar, David Weitz and Harry Misuriello, *Building on Success: Policies to Reduce Energy Waste in Buildings*, Alliance to Save Energy, July 2005.

Lindberg R., Binamu A., Teikari M., Five-year data of measured weather, energy consumption, and time-dependent temperature variations within different exterior wall structures. *Energy and Buildings* 36 (2004) 495–501

Karagiorgas M., Drosou V., Tsoutsos Th.. «Solar Energy and RES for the Tourism Sector», International Conference “RES for Island: RES and RUE for Islands, Sustainable Energy Solutions”, 30-31 August 2004, Larnaka (Cyprus).

Miller, T.; Elgaard, P, *Structuring Principles for Designer CIRP International Design Seminar: Integration Process Knowledge into Design Support Systems.* ISBN 0-7923-5655-1, Denmark[1999]

Nazeeruddin m., a. Kay, i. Rodicio, r. Humphry-baker, e. Müller, p. Liska, n. Vlachopoulos, m. Grätzel. *J. Am. Chem. Soc.*, vol.115,6382,1993.

National Renewable Energy Laboratory <http://www.nrel.gov/>

S. Robert Hastings, Breaking the “heating barrier” Learning from the first houses without conventional heating, *Energy and Buildings* 36 (2004) 373–380

T.N.Veziroglu, C.-J.Winter, I.P.Baselt, G.Kreysa, June 1996. pp.1005-1015.

BEDJA I., S. HOTCHANDANI, P. V. KAMAT. *J. Phys. Chem.*, Vol.98, p.4133 (1994); B.

O'Regan, J. MOSER M., M. ANDERSON, J. GRÄTZEL. *J. Phys. Chem.*, Vol. 94, 1990. p. 8720

Otto, K.; Wood, K., *Product Design*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NY. [2001]

Ozgener, Onder; Kocer, Gunnur. Geothermal Heating Applications. *Energy Sources*, Mar2004, Vol. 26 Issue 4, p353, 8p; DOI: 10.1080/00908310490424105; (AN 12584054)

Pahl, G.; Beitz, W. *Engineering design. A systematic approach*, Springer-Verlag, London[1986]

Luis Pérez-Lombard, José Ortiz, Christine Pout.(2008) A review on buildings energy consumption information. Article in press in *Energy and Buildings* . Elsevier. 40 (2008) 394-398.

Photovoltaic Insider's Report, Vol. XVI, No. 2, Ed. R.Curry , Feb., 1997.

PODESTÁ J. J., R. C. V. PIATTI. *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol. 22, pp.753-758, 1997.

R. Serra i H. Coch "El disseny energètic a l'Arquitectura". Edicions UPC. Barcelona

REGAN B. O', M. GRÄTZEL. *Nature*. London: Vol.353, pp.737-738, 1991.

SAI RAMAN S. S, O. N. SRIVASTAVA. *Proceeding of the 11th World Hydrogen Energy*

Conference, Eds. T. N. Veziroglu, C.-J. Winter, I. P. Baselt, G. Kreysa, June, 1996. pp.2335-2348

Red Eléctrica Española S.A. <http://www.ree.es/>

R.I.T.E., Reglamento de Instalaciones Térmica en Edificios. 2007 www.idae.es

RETScreen www.etscreen.net

SAVADOGO O. Proceeding of the 11th World Hydrogen Energy Conference, Eds. T.N.Veziroglu, C.-J.Winter, I.P.Baselt, G.Kreysa, June, 1996. pp. 2065-2091.

Solar Cells and Their Application. L.D. Partain, Editor, John Wiley and Sons, New York: 1995

SWANSON R., P. VERLINDEN, R. CRANE, R. SINTON, C. TILFORD. Proceedings of the Eleventh E.C. Photovoltaic Solar Energy Conference, Switzerland , October, 1992. pp.35-40.

TURRINI, E. O Caminho do Sol, Editora Vozes Ltda., Brasil: 1993.

VEZIROGLU, T.N. Hydrogen Energy Initiation in Developing Countries, Report prepared for UNIDO. Clean Energy Research Institute, University of Miami, Coral Gables, FL, 1991.

The Utilization of Combustible Renewables and Waste in the World, 1973-1999. By: Sun, J.W.. Energy Sources, Mar2004, Vol. 26 Issue 4, p367, 10p; (AN 12584060)

Ulrich, K., [1995] *The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm*, Research Policy, 24, 419 – 440

Ulgen, Koray; Hepbasli, Arif. Solar Radiation Models. Part 1: A Review. Energy Sources, Apr2004, Vol. 26 Issue 5, p507, 14p; (AN 12881484)

WEITKAMP J., M. FRITZ, S. ERNST. Int. J. Hydrogen Energy, Vol. 20, pp.967-970, 1995.

WURSTER, R. Hydrogen Projects and Conceptual Ideas in Germany, LBST, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH, Ottobrunn, Junio, 1997.

7.2 Bibliografía

Generación Eléctrica Distribuida. Manual de Diseño. Varios Autores. Gas Natural S.A. (2005)

Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana. AVEN. Depósito Legal: V-1034-2003

Henning Hans-Martin. Solar-Assisted Air-Conditioning in Buildings. IEA. 2004

Moià Pol, A. i Martínez Moll, V.. Una passa cap a la sostenibilitat d'instal·lacions turístiques. ENERGIA. Conselleria de Treball i formació. Comunitat Autònoma de les Illes Balears. Palma. 2006.

Pizzetti, Carlo, Acondicionamiento del Aire y Refrigeración. Bellisco. 1991.

Rohsenow W. M., Hartnett J.P.. Handbook of Heat Transfer. McGraw-Hill 1973.

Velasquez J.E., Chejne Janna F. Fenómenos de Transporte y transferencia. Un enfoque Termodinámico. UNC. Colombia 2004.

R. Serra i H. Coch "El disseny energètic a l'Arquitectura". Edicions UPC. Barcelona

7.3 Tesis doctorals

Aguirre Piña, Alejandro Leonardo. La vivienda en México (Bases técnicas de sostenibilidad y ahorro de energía en la arquitectura). Doctoral thesis, UPC. 2004

Bernis Calatayud Josep. Instruments d'anàlisi de la sostenibilitat per a l'ordenació del territori.El cas de l'energia per a l'àrea metropolitana de Barcelona. Pere Alavedra Ribot. Doctoral thesis, UPC 2001

Chávez Del Valle, Francisco Javier. Zona variable de confort térmico. RAFAEL SERRA FLORENSA. Doctoral thesis, UPC 2002

de Felipe, JJ., Escenaris de futur de les emissions als països catalans: implicacions en els models econòmics actuals. Doctoral thesis, UPC. 2004

Franconi, Ellen M. Thermodynamic analysis for improved HVAC distribution system performance (air distribution systems, building energy efficiency). Doctoral thesis, University of Colorado at Boulder. 1999

Gerschenson, J.K. *Incorporation of Life-Cycle Requirements into the Product Definition Process*, Doctoral thesis, University of Idaho. 1995

Hernández Chavez, Vicente. Rafel Serra I Florensa. [2002]"Habitabilidad energética en edificios de oficinas". Doctoral thesis, UPC 2002

Janda, Kathryn Bess. Building change: effects of professional culture and organizational context on energy efficiency adoption in buildings. Doctoral thesis, University of California, Berkeley. 1998

Murguía Sánchez, L.[2002] La luz en la arquitectura.su influencia sobre la salud de las personas. Estudio sobre la variabilidad del alumbrado artificial en oficinas. Ramón San Martín Páramo, Rafael Serra Florensa. Doctoral thesis, UPC 2002.

Simancas Yovane, Katia Carolina. Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo. Doctoral thesis, UPC 2003

Zachariah, Jose-Ann Lelslie, Towards sustainable homes through optimization: An approach to balancing life cycle environmental impacts and life cycle costs in residential buildings. ISBN: 0-612-78315-4. Doctoral thesis. University of Toronto,Canada. 2003

8. GLOSARI

8.1 Glosari de Tipus d'establiments turístics

AP. Apartament turístic: establiment que presta servei d'allotjament sense servei de menjador i que disposa, per estructura i serveis, de les instal·lacions adequades per a la conservació, l'elaboració i el consum d'aliments a totes les unitats d'allotjament. Classificació: apartaments turístics d'1, 2, 3, 4 claus (LI).

AT Agroturisme: habitatge en el qual es presta servei d'allotjament, construït amb anterioritat a una data determinada, situat a sòl rústic i a una finca o finques que constitueixen una explotació agrícola, ramadera o forestal i que ocupen una superfície mínima, la qual, si comprèn diferents finques, aquestes han de ser sempre confrontants, amb un nombre de places limitat. L'extinció de l'explotació agrícola, ramadera o forestal implicarà la revocació automàtica de l'autorització turística.

CH Casa d'hostes: fonda que pot facilitar el servei d'esmorzar i els propis de cafeteria, però, els serveis han de ser facultats amb independència als d'allotjament.

CT Càmping turístic: espai delimitat, dotat i condicionat perquè s'ocupi temporalment, amb capacitat per a més de 10 persones que volen fer vida a l'aire lliure, i que utilitza com a allotjament albergatges mòbils, tendes de campanya, caravanes o altres elements similars. Classificació: càmpings turístics de primera (P), de segona (S) i de tercera (T).

CV Ciutat de vacances: establiment que, per la seva situació, instal·lacions i serveis, permet permeten als clients, sota fórmules prèviament determinades, gaudir de les seves vacances en contacte directe amb la natura, i que faciliten, a preu fet, hospedatge en règim de pensió completa, juntament amb la possibilitat de practicar esports i participar a diversions col·lectives. Queden, per altra banda, excloses les ciutats de vacances instal·lades amb finalitats d'assistència social i sense ànim de lucre per corporacions o organismes públics. Classificació: ciutat de vacances d'1, 2, 3 estrelles (*).

F Fonda: establiment hotelier que, no podent ser classificat com a hotel, hostel o hotel apartament, té, com a mínim, les condicions següents:

- a) Habitacions. La seva superfície ha de ser, almenys, de 10 metres quadrats per a les habitacions dobles i de 6 metres quadrats per les individuals. L'altura del terra al sostre no pot ser inferior a 2.50 metres.
- b) Serveis sanitaris. L'establiment ha de disposar, almenys, de cambra de bany, amb dutxa, lavabo o vàter.
- c) Menjador. La seva superfície mínima ha de ser d'1 metre quadrat per habitació.

H Hotel: establiment que presta serveis turístics d'allotjament i de menjador, amb serveis complementaris o sense que, per estructura, no disposa de les instal·lacions adequades per a l'elaboració i el consum d'aliments dins de la unitat d'allotjament. Classificació: hotels d'1, 2, 3, 4, 5 estrelles (*).

HA Hotel apartament: establiment que, a més de prestar serveis turístics d'allotjament i de menjador, amb serveis complementaris o sense disposa, per estructura i serveis, de les

instal·lacions adequades per a la conservació, l'elaboració i el consum d'aliments en totes o algunes de les unitats d'allotjament. Classificació: hotels apartaments d'1, 2, 3, 4, 5 estrelles (*).

HR-Hotel residència:* hotel sense servei de menjador. Pot facilitar el servei d'esmorzar i els propis de cafeteria però, en aquest últim cas, aquests serveis han de ser facultats amb independència als d'allotjament. Classificació: hotel residència d'1,2,3,4,5 estrelles (*).

HR Hotel rural: establiment en què es presta servei d'allotjament, construït amb anterioritat a una data determinada, situat a sòl rústic i que disposa d'una superfície de terreny que queda vinculada a l'activitat i d'un nombre limitat de places.

*HS Hostal:*establiment que facilita al públic, tant el servei d'allotjament com el de menjador, amb subjecció o no al règim de pensió completa, a elecció del client, amb excepció dels hostals residències. Classificació: hostals de 1, 2, 3, estrelles (*).

HSR Hostal residència: hostel que pot facilitar el servei d'esmorzar i els propis de cafeteria però, en aquest darrer cas, els serveis han de ser facultats amb independència als d'allotjament. Classificació: hostel residència de 1,2,3,4 estrelles (*).

PENS Pensió: establiment que no disposa de més de 12 habitacions, però que facilita l'hospedatge, habitualment, en règim de pensió completa. Classificació: pensió de 2 estrelles (PENS 2*).

RA Residència apartament: hotel apartament que pot facilitar el servei d'esmorzar i els propis de cafeteria, però, en aquest darrer cas, els serveis han de ser facultats amb independència als d'allotjament. Classificació: residència apartament de 1,2,3,4,5 estrelles (*).

TI Turisme d'interior: habitatge en què es presta servei d'allotjament, construït amb anterioritat a una data determinada, situat en el casc antic dels nuclis urbans, a una distància mínima de 500 metres de la zona turística més pròxima. Aquest edifici ha de tenir la tipologia tradicional de l'entorn urbà que s'ubica, i constituir un sol habitatge, amb un nombre de places limitat.

(*) Oferta extrahotelera: AP, HR, TI, AT i CT

8.2 Glosari tècnic

Aquotubular : referit a calderes són les que el fluid a escalfar circula a través de tubs.

Aigua d'alimentació : en calderes de vapor, és l'aigua total que entra a la caldera. Normalment està constituïda per condensat més aigua d'aport.

Aigua d'aport :és la que s'ha d'afegir al sistema per compensar les pèrdues per purga, evaporació, etc....

Aigua Calenta sanitària (ACS): Aigua tractada i lliure de patògens, que és escalfada per a la seva distribució dins les dependències d'un edifici per higiene personal, usos culinaris i de neteja i desinfecció. Pot ser produïda instantàneament o bé ser emmagatzemada en dipòsits a 60°C. La temperatura mínima que ha de tenir segons normativa en el punt més allunyat ha de ser de 50°C.

Aigua Freda sanitària (AFS): Aigua provinent de la xarxa municipal o d'aqüífers pròpis. En el segon cas ha de ser tractada i lliure de patògens, amb unes condicions higiènic-sanitàries mínimes, establertes per la OMS i la legislació estatal. Pot enviar-se directament a la seva distribució o be ser emmagatzemada dins l'edifici, per després se distribuïda dins les dependències d'un edifici per higiene personal, usos culinaris i de neteja i desinfecció. En el cas de les Illes Balears, degut a la sequera i restriccions que històricament s'han patit, és obligatori que els establiments turístics disposin d'un aljub, amb una reserva d'aigua de tres dies.

Aigua sobreescalfada :aigua que es troba a temperatura superior als 100°C, sota unes condicions de pressió que està en estat líquid.

ARI condicions: Estandard condicions de referència a les quals es mesura la corba de la refredadores definida per les condicions del Air-Conditioning and Refrigeration Institute (ARI): 6.7°C aigua de sortida de la refredadora, i entrada d'aigua al condensador, 29.4°C al 100% de càrrega i 15.5°C al 0% de càrrega.

Bones Pràctiques (BP): conjunt de formes correctes d'actuació del personal i de gestió i control de les activitats, que afavoreix la minimització de residus i emissions i l'ús eficient dels recursos naturals (energia, aigua i altres matèries primeres).

Calor de conducció . Pas de la calor a través dels cossos conductors.

Calor de convecció . Pas de la calor en el desplaçament de masses fluides que adquireixen energia en un lloc i la cedeixen en un altre.

Calor de radiació. Emissió espontània d'ones electromagnètiques (IR) deguda a la calor i dependent de la temperatura dels cossos.

Calor específica. Quantitat de calor necessària per elevar un grau la temperatura de la unitat de massa d'una substància. És proporcional a la massa de cossos. La calor específica de l'aigua a 15°C és, per definició, igual a una kilocaloria (kcal), o sigui la quantitat de calor necessària per a que 1 kg d'aigua passi de la temperatura de 14,5°C a 15,5°C. La calor específica dels altres cossos sòlids o líquids és sempre inferior a la unitat. En el cas dels gasos, pot tenir dos valors diferents, segons es calenti, un volum constant de gas admetent un augment de la seva pressió, o bé calentant el gas a pressió constant amb augment del seu volum.

CNAE . Codi de Classificació Nacional d'Activitats Empresarials.

CNBS. Codi Nacional de Béns i Serveis.

Cogeneració (també combined heat and power, CHP) es tracta d'usar el calor residual d'un generador/motor elèctric o d'una central tèrmica, generant electricitat i calor a la vegada, el calor és utilitzat per processos tèrmics (industrials o residencials). Veure també trigeneració.

Combustió. Reacció química d'oxidació d'un combustible mitjançant un comburent (O_2 de l'aire), desprenent-se energia en forma de llum i calor :



Combustió completa. És aquella en la que tots els productes de la combustió es troben en el màxim grau d'oxidació possible, és a dir, en la que no es produeixen incremats.

Combustió estequiomètrica. És la combustió completa que es realitza amb l'aire estrictament necessari (aire teòric).

Combustió incompleta. És aquella en la que no tot el carboni del combustible es crema, o en la que de tot el carboni que es crema només una part passa a CO_2 .

Coefficient d'excés d'aire (ó excés d'aire). És el quocient entre l'aire real consumit en una combustió qualsevol de la unitat de combustible i l'aire teòric necessari per la combustió de la unitat de combustible. Normalment l'expressem en %.

Consum directe. En termodinàmica consum d'un combustible en forma directa, és a dir sense existir un fluid secundari que faci d'element portador de la calor.

Coefficient of Performance (COP), caracteritza l'eficiència energètica d'una bomba de calor, i se defineix com el calor aportat dividit per l'energia consumida . Per un equip elèctric, $COP=Q_{\text{aport}}/kW_{\text{elect}}$. El màxim rendiment ideal que pot tenir un equip s'anomena $COP_{\text{Carnot}} = 9.88$ ($T_c=308$ K (35°C) and $T_F=280$ K (7°C)). Tot i que el COP d'un compressor centrífug és d'uns 7.0 (70% del cicle ideal de Carnot).

DGE, Direcció General d'Energia de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears.

Energy Efficiency Ratio (EER) o (CEE), caracteritza l'eficiència energètica d'un equip de refrigeració, i se defineix com el calor extret dividit per l'energia consumida . Per un equip elèctric, $EER=Q_{\text{ext}}/kW_{\text{elect}}$. A Europa es considera que $COP=EER$, en canvi als Estats Units la relació entre EER i COP es: $EER=3.413 \cdot COP$.

Economitzador. Element que mitjançant els fums escalfa prèviament l'aigua amb que s'alimenta la caldera.

Energies no renovables. Energies que procedeixen de recursos finits o exhauribles a escala temporal humana (energies obtingudes a partir de combustibles fòssils, energia nuclear, etc.)

Energies renovables. Energies que s'obtenen de fons inesgotables o que es poden renovar (energia solar, eòlica, hidràulica, de la biomassa, etc.)

Entalpia. És el terme utilitzat per a designar l'energia total, deguda a la pressió i la temperatura d'un fluid líquid o vapor.

Equip transformador d'energia. En termodinàmica considerem com transformadors d'energia els equips que a partir d'un combustible proporcionen energia calorífica en forma de vapor, oli tèrmic, aigua calenta, aire calent, etc. Així tenim : calderes ó generadors de vapor, calderes ó generadors d'oli tèrmic, calderes o generadors d'aigua calenta, etc.

ESE o ESCo. *Empres de Serveis Energètics o Energy Service Company*.

Fan-Coil. *Convectors forçats o Ventilador-convector*, Radiador d'aigua, generalment d'alumini, que disposa d'un ventilador, generalment centrífug, per dissipar l'energia. Disposada d'un drenatge i

una safata per eliminar la condensació d'aigua de l'aire i pot donar aire calent o fred en funció de si li entra aigua refredada (7-12°C) o be aigua escalfada (45-50°C).

Gestió ambiental o ecogestió. Conjunt de mesures organitzatives, responsabilitats, pràctiques, procediments, processos i recursos d'una empresa o una administració pública per a l'execució de la política ambiental.

GD o GDU graus dia o graus dia unificats, és una mesura d'escalfament o refredament. Permeten realitzar estimacions de consum d'energia tèrmica en proporció amb la rigor de l'hivern (generalment en base a 15°C) o a l'estiu (generalment en base 18°C o 21°C).

Impacte ambiental. Alteració de les característiques inicials del medi ambient provocada per un projecte, una obra o una activitat.

Incrementats. Són aquells productes de la combustió que admetrien una oxidació posterior. Per exemple : CO, partícules de combustible.

Índex de Bacharach.(IB) Escala qualitativa que ens indica el percentatge de combustible no cremat i present en els gasos de combustió en forma de sutge.

Integrated part-load value (IPLV): Valor de la Integral a càrregues parcials aquest indicador representa la mitjana de les eficiències d'una refredadora sobre els punts d'operació més representatius. Se sol mesurar en kW/ton, fent el promig de 4 valors d'operació d'acord a una fórmula estàndard.

IR .infraroig. Els raigs infraroigs són emesos pel cossos calents.

Manual de gestió ambiental. Document que estableix la política ambiental d'una organització i que en defineix el sistema de gestió ambiental.

Medi ambient o medi. Conjunt d'elements biòtics (flora i fauna) i abiòtics (energia solar, aigua, aire i terra mineral) que conformen un determinat espai, que afecten el desenvolupament i la supervivència d'uns organismes, i que permeten el desenvolupament d'ecosistemes.

Millora pràctica ambiental. Aplicació per part d'una empresa de mesures i estratègies el més eficaces possibles des del punt de vista mediambiental i tenint en compte la jerarquia de prioritats d'aquesta pràctica, que va de la prevenció al tractament.

Millora tecnologia disponible (MTD). Tecnologia més avançada del mercat per a un sector d'activitat, capaç de reduir-ne al mínim les emissions i suportable o fins i tot rendible des del punt de vista econòmic.

P.C.I. .Poder Calorífic Inferior. És la quantitat de calor que es desprèn en la combustió completa de la unitat de combustible, quedant finalment l'aigua en forma de vapor.

P.C.S. .Poder Calorífic Superior. És la quantitat de calor que es desprèn en la combustió completa de la unitat de combustible, quedant finalment l'aigua formada en la combustió, en forma líquida a 0°C i 1 atm. Per tant sempre PCS < PCI.

pH . Número entre 0 i 14 que indica el grau d'acidesa (menys de 7) ó alcalinitat (per sobre de 7); 7 indica que la solució és neutra.

Pirotubular . Referent a calderes són les que els gasos calents de combustió passen a través de tubs on cedeixen la seva calor sensible al fluid que es vol escalfar, per ex. aigua.

Pressió de timbre . Aquesta pressió s'indica per cada caldera en una placa oficialment en kg/cm². És la pressió màxima admissible a partir de la qual existeix perill d'explosió. La llei exigeix que quan el vapor assoleixi la pressió de timbre, s'obrin automàticament les vàlvules de seguretat que disposen les calderes.

Purga. En calderes, aigua extreta del sistema per controlar la concentració de sals o altres impureses.

Tanc de revaporitzat (flash). Tanc dimensionat que fa la funció de separar el revaporitzat del condensat.

Tecnologia de cogeneració termoelèctrica. Instal·lació energètica que a partir d'un combustible proporciona electricitat i calor en forma de vapor, aigua calenta, aire calent, etc.

Tecnologia de trigeneració. Instal·lació energètica que a partir d'un combustible proporciona electricitat, calor i fred.

Tones de Fred, és el calor absorbit per una tona de gel quan es fon en un dia: 12000 Btu/h o 3.516 kilowatts tèrmics. Tot i que generalment la potència de les màquines de fred ve donada en kW, hi ha fabricants que donen la potència en tones per expressar la capacitat. En sistemes de refrigeració els fabricants utilitzen kW/ton per expressar l'eficiència energètica.

Trigeneració, (CCHP (combined cooling, heat and power)), és refereix a la generació simultània d'electricitat i utilitzar el calor i fred de la mateixa font de calor, ja sigui combustible o solar.

VRV, Volum de refrigerant variable, nomenclatura utilitzada per algú fabricant d'equips de climatització d'expansió directa amb diverses unitats interiors, generalment de 12 fins a 80 unitats.

Palma de Mallorca, Octubre de 2011

Dr. Carles Riba i Romeva

Professor Titular d'Universitat de l'Àrea d'Enginyeria Mecànica. UPC

Dr. Víctor Martínez-Moll

Professor Titular d'Escola Universitària de l'Àrea d'Enginyeria Mecànica. UIB.

