



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Anàlisi energètica d'un conjunt de botigues de decoració i propostes de millora

Autor: Demian Vázquez Expósito

Tutor: Miguel Villarrubia López

Curs acadèmic: 2016-2017

Màster en Energies Renovables i
Sostenibilitat Energètica

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



A totes les persones: passades,

Presents

i futures.

Amb consciència d'unitat

i de no-separació.

A totes les que se senten part del món,

de la natura

i de la vida.

Gràcies,

gràcies a vosaltres respirem ara,

és de nosaltres cuidar-nos ara

i protegir aquest paradís.

Continguts

1.	Conjunt de botigues i situació energètica global. Situació geogràfica dels diversos centres.....	4
2.	Desglossament de consum d'energia elèctrica per botiga. Energia reactiva i màximes.	6
2.1	Estudi de les factures elèctriques	6
2.2	Potències contractades i màximes	12
2.3	Penalització per reactiva	13
3.	Elements consumidors d'energia elèctrica. Consum d'il·luminació i clima. Estimacions	14
3.1	Il·luminació	14
3.2	Equips auxiliars	16
3.3	Climatització	17
4.	Indicadors energètics i econòmics. Comparació de centres	19
5.	Propostes de millora del grup il·luminació	21
7.	Propostes de millora de consum i de l'import de factura	26
7.1	Reducció del consum elèctric.....	26
7.2	Reducció de l'import de la factura elèctrica	27
7.2.1	Optimització de potència	27
7.2.3	Compensació d'energia reactiva	28
8.	Conclusió	30
9.	Abstract.....	30
10.	Bibliografia	31
10.	Annexes.....	32
	ANNEX 1: Artículo 2. Àmbit de aplicació.....	32
	ANNEX 2: Metodologia de l'auditoria energètica	32
	ANNEX 3: Índex de l'auditoria energètica	33
	ANNEX 4: Descripció Tarifa 3.0 A	34
	ANNEX 5: Descàrrega de comptador per al centre de Girona	37
	ANNEX 6: Consums mensuals per a cada centre i període tarifari de Juliol del 2015 a Juny 2016.....	39
	ANNEX 7: Gràfiques dels consums energètics mensuals per períodes	41
	ANNEX 8: Potències contractades i màximes	49
	ANNEX 9: Tipus de lluminària.....	55
	ANNEX 10: Estimació de consums de cada grup consumidor de cada centre per al període d'un any.....	58
	ANNEX 11: Indicadors energètics.....	61
	ANNEX 12: Mesures preventives i recomanacions	62
	ANNEX 13: Compensació d'energia reactiva.....	64

1. Conjunt de botigues i situació energètica global. Situació geogràfica dels diversos centres.

El present document té com a objectiu establir els consums energètics i les possibles millores de consum a través de l'anàlisi energètica d'un conjunt de botigues de decoració distribuïdes per distintes comunitats autònomes de la península. Aquest treball forma part de l'aprenentatge i la feina feta durant l'estadia de pràctiques en *Air Confort Vallès* empresa de serveis energètics, al departament d'eficiència energètica.

En aquest període, entre d'altres feines, es va desenvolupar i presentar l'auditoria energètica per al conjunt de les botigues. Degut al RD56/2016 (article 2.) és d'obligat compliment la realització d'una auditoria energètica cada quatre anys a empreses, entre d'altres coses, amb un volum d'almenys 250 treballadors.¹

L'objectiu de l'auditoria energètica² és diagnosticar en detall la situació energètica de l'empresa per a determinar com i on s'utilitza la energia, identificant els usos significatius i les oportunitats d'estalvi. Aquesta consta d'un estudi dels consums, contractacions actuals i elements consumidors d'energia amb la finalitat de proposar mesures de millora per a l'acompliment energètic que permeti augmentar la competitivitat a través de la reducció de consums, costos econòmics i, indirectament, de les emissions de gasos d'efecte hivernacle relacionades amb la generació i distribució elèctrica. També s'inclouen les inversions necessàries i els terminis d'amortització per a cada proposta.

L'auditoria s'ha realitzat sobre un conjunt de 30 botigues, de les quals s'han seleccionat 12 d'elles per al present treball. Així amb la finalitat d'exemplificar els procediments emprats i tenir una visió global del consum específic del conjunt d'establiments s'han triat aquells centres més representatius, tenint en compte la localització geogràfica. A través de l'anàlisi de les factures mensuals de cada centre per al període d'un any i de les visites a les botigues auditades es va determinar la situació energètica de cada centre i les propostes de millora necessàries. El treball però, es centra en el marc de l'auditoria d'anàlisi energètica i propostes de millora i estalvi energètic. Es desenvolupa quasi la totalitat de l'auditoria excepte els aspectes econòmics d'inversió i períodes de retorn i les possibles millores de contractació elèctrica a través de la oferta de les diverses comercialitzadores. També s'exclouen dels annexes totes les dades

¹ Espanya. Artículo 2. Ámbito de aplicación, Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía. Boletín Oficial del Estado. núm. 38, de 13 de febrero de 2016. Veure *annex 1*.

² La metodologia seguida durant l'auditoria energètica d'aquestes botigues és descrita a l'*annex 2*, resumides en cinc etapes. L'índex de l'auditoria energètica per a cada local en la seva totalitat es veu reflectit a l'*annex 3*.

presses a les auditories en referència a luxometria, termografia i temperatures interiors, agafant només aquelles necessàries per al present treball.

Així doncs, primerament s'han analitzat i desglossat les factures elèctriques mensuals de cada centre, s'han separat i quantificat els diversos elements consumidors d'energia per grups i s'ha fet un estudi de millora amb les propostes de canvi, caracteritzant els elements consumidors d'energia elèctrica per a cada grup amb la finalitat de determinar els consums mensuals de cada un d'ells. També s'han analitzat els màximetres i les possibles optimitzacions de potència, l'energia reactiva consumida i les emissions de CO2 estalviades.

Degut a que la climatització té un pes important dintre del consum global de cada botiga, per tal de mostrar les diverses tendències de consum en funció de l'època de l'any, s'han escollit centres de diverses comunitats amb climes distints. Amb això es pretén mostrar indicadors entre centres de diversa superfície i volum de treball que indiquin els patrons de consum i permetin comparar-los entre ells, mostrant una visió global dels consums en funció dels grups consumidors i de l'època de l'any.

Les botigues presents i els règims de treball corresponents són:

Característiques comercials				Règim de treball			
CCAA	Botiga	Superfície m ²	Horari	Hores/dia	Dies/setmana	Dies/any	Hores/any
C.VALENCIANA	Alacant	268	4 dies 8-22h i 2 dies 9.30-22.30h	13,7	6	312	4264
ANDALUSIA	Almería	293	2 dies 8-22.30h i 4 dies 9.30-22.30h	13,5	6	312	4212
MADRID	Equinoccio	492	3 dies 8:30-22:30h i 4 dies 9:30-22:30h	13,4	7	350	4700
CATALUNYA	Girona	348,48	2 dies 8-22:30h i 4 dies 9:30-22:30h	13,5	6	312	4212
ANDALUSIA	Màlaga Roquetas	409,05	3 dies 8-22.30h i 3 dies 9:30-22.30h	13,8	6	312	4290
CATALUNYA	Mataró	451	2 dies 8-22h i 4 dies 10 -22h	12,7	6	312	3952
MURCIA	Murcia	495,94	4 dies 8-22h i 3 dies 9.30-22.30h	13,6	7	350	4750
ANDALUSIA	Sevilla	401,86	2 dies 8-22:30h i 4 dies 9-22:30h	13,8	6	312	4316
CASTELLA- LA MA	Toledo	333,2	2 dies 8-22:30h i 4 dies 9:30-22:30h	13,5	6	306	4131
C.VALENCIANA	València	393,01	2 dies 8.30-22.30h i 5 dies 9.30-22.30h	13,3	7	350	4650
MADRID	Xanadú	455,4	3 dies 7:30-22h i 4 días 9:30-22h	13,4	7	350	4675
ARAGÓ	Saragossa	366	2 dies 8-22:30h i 4 días 9-22:30h	13,8	6	312	4316

Taula 1. Característiques comercials dels centres i règim de treball.

La gran majoria de les botigues de l'empresa auditada presenten un disseny comú: molta il·luminació, amb al mateix tipus de llums; i climatització amb un circuit de distribució que abasta tota la botiga. La distribució de cada centre és semblant amb una zona de botiga amb els productes en venda, un petit magatzem al final del local i un lavabo. El volum de treball és bastant regular a tots els centres: es treballa en dos torns, matí i tarda, per cobrir tot l'horari d'obertura comercial. En cadascun d'aquests torns treballen com a mínim 2 empleats, que s'incrementen en temporades d'alt volum d'activitat. Els centres obren tots els dies de la setmana amb excepció d'alguns que tanquen diumenge, seguint l'horari del centre comercial i de dos a tres dies per setmana s'obre abans per a tasques de neteja, manteniment i entrada de productes.

2. Desglossament de consum d'energia elèctrica per botiga. Energia reactiva i màximes.

Per a poder analitzar correctament i reforçar els càlculs i estimacions fetes és imprescindible fer un estudi de les factures elèctriques mensuals de cada centre, quantificant diversos paràmetres a tenir en compte per a poder realitzar una valoració global dels patrons de consum de cada establiment i valorar també l' idoneïtat de les contractacions elèctriques (energia reactiva i potència contractada) presents per tal de detectar possibles millores, siguin de consum o de contractació.

Totes les botigues tenen tarifa peninsular 3.0 A³ per a potències majors a 15kW. S'han analitzat les factures de cada centre per al període d'un any (juliol 2015 a juny 2016) amb l'objectiu de visualitzar diversos aspectes:

- Consum elèctric, preu del kWh i cost de l'energia per a cada període tarifari (P1, P2 i P3)
- Potència contractada a cada període, cost per terme de potència, excessos/abonaments i màximes.
- Cost i consum d'energia reactiva
- Altres: Impost elèctric, lloguer d'equips, descomptes..

2.1 Estudi de les factures elèctriques

El desglossament de les factures elèctriques s'ha fet seguint el mateix patró a totes les botigues amb independència de la potència contractada, la companyia elèctrica, els períodes facturats i el format de la factura, realitzant una descripció mensual homogènia per a totes les botigues. Així s'ha aconseguit tenir una visió global de cada paràmetre i s'han pogut comparar d'una forma més acurada els diferents aspectes de l'estudi.

Degut a l'àmplia varietat de models de factura (cada companyia té el seu) i en funció de la informació disponible en aquesta, de vegades s'ha hagut de modificar lleugerament el procediment de càlcul, per tal d'obtenir informacions necessàries per a la posterior anàlisi i comparació.

Aquest estudi s'ha realitzat en dues parts: la primera consisteix a desglossar les factures mensuals per tal d'obtenir el màxim d'informacions possibles. La segona es tracta d'analitzar aquestes dades resumides per al període d'un any per a cada botiga. Cal afegir que també es va procedir a fer una descàrrega del comptador amb un històric de sis mesos als centres auditats, tot i això, va ser possible fer-ho en escassos establiments i no s'inclouen en el present treball. Tanmateix, es van comprovar les lectures amb l'anàlisi de les factures resultant sent la desviació

³ Espanya. Articles 7 i 8. Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Boletín Oficial del Estado. núm. 268, de 08/11/2001. Descrita a l'annex 4.

inferior sempre al 2%. A l'annex 5 es mostra un exemple dels gràfics obtinguts al centre de Girona, on sí va ser possible efectuar la descàrrega, mitjançant una plataforma de caire privat.

Desglossament de factures elèctriques

Considerant una factura que disposi de totes les informacions necessàries, el procediment ha sigut el següent:

1. Visualització de la comercialitzadora i període facturat
2. Introducció de la potència contractada i del preu per terme de potència a cada període, màximes, consums elèctrics i preu del kWh per períodes, descomptes, energia reactiva per períodes, lloguer d'equips i penalitzacions per excessos de potència.
3. Anàlisi i verificació amb la factura elèctrica dels costos de l'energia i del terme de potència per a cada període calculats.

La il·lustració 1 mostra una taula de desglossament de factura mensual:

		Fecha factura	09/03/2016					
LOJA-Girona		NEXUS	Feb.16					
				Kwh	€/Kwh	€	% €	% Kwh
	Consumo	P		1.486	0,119254	177,21	30,60	26,48
	Consumo	LL		3.656	0,100489	367,39	63,45	65,15
	Consumo	V		470	0,07329	34,45	5,95	8,37
				5.612		Subtotal 1	579,05	100,00
						Descuentos	0,00	0%
						subtotal 2	579,05	
Max.Reg.	Kw contrato	Días	€/Kw					
	94,0	29	0,074877					
	Reactiva	kvarh	% Reac/act					
		1315,00	23,43					
		0	0					
						subtotal 3	770,62	
						Reactiva	0,00	
						Exceso pot.	-27,17	
						subtotal 4	743,45	
otros				otros			0,00	
						subtotal 5	743,45	
			%			Impuesto el.	38,01	kw
			5,11269632			subtotal 6	781,46	
			Alq. equipos			Alqu. Equip.	0,00	Maxímetro
			0			subtotal 7	781,46	p1
		por día	0			IVA 21%	164,11	p2
						TOTAL	945,56	p3
			781,46			Diferencia	0,01	p4
						IVA DIF. 18 y 21%	0,00	p5
						total factura	945,57	p6
							-0,01	
POTENCIA								
	Kw	€/Kw						
P1	27	0,111586						
P2	27	0,066952						
P3	40	0,044634						

Il·lustració 1. Desglossament de la factura elèctrica del mes de Febrer del 2016 per a la botiga de Girona

Anàlisi dels resultats

Un cop recollides totes les dades s'elabora una taula resum vinculada a cada mes amb l'objectiu de visualitzar cada paràmetre i poder calcular consums i costos anuals per període, evolució del preu del kWh i del terme de potència, penalitzacions per energia reactiva i excessos de potència i gràfiques varies d'evolució de cada paràmetre.

Aquesta taula és clau per a poder analitzar i donar una valoració d'aspectes importants a cada botiga com:

- Patró de consum per període, estacionalitat.
- Ajust de potència i possibles estalvis
- Compensació d'energia reactiva
- Condicions de contractació i preus de l'energia.

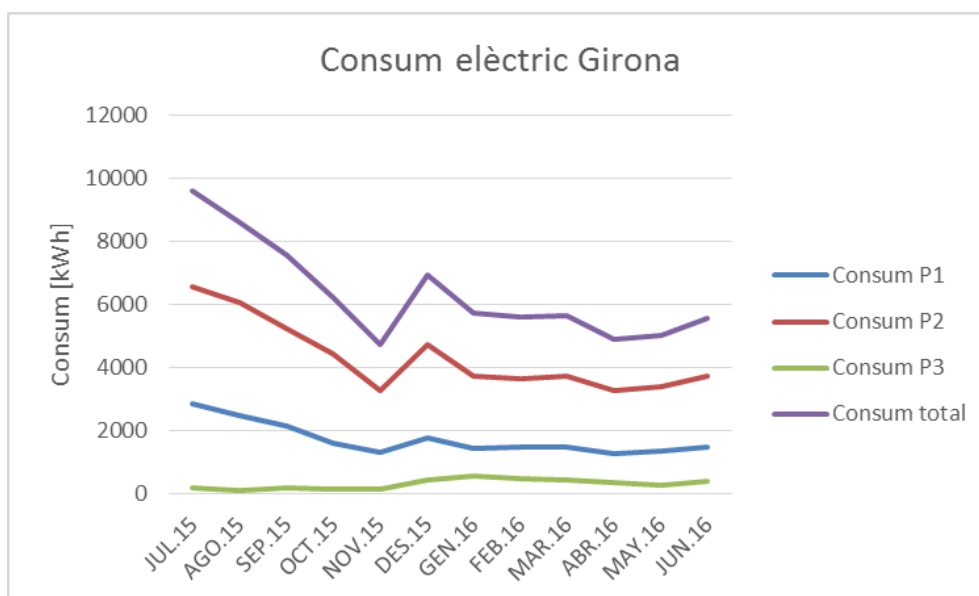
La il·lustració 2 mostra una taula resum del consum anual del comerç de Girona:

NEXUS		GIRONA												
Mes	Fecha Fra.	Días facturados	Consumo Kwh P	Consumo Kwh LL	Consumo Kwh V	TOTAL Consumo Kwh	Precio € Kwh p1	Precio € Kwh p2	Precio € Kwh p3	Ponderada €/Kwh	Potencia €/KW P1	Potencia €/KW P2	Potencia €/KW P3	
Jul.15	04/08/2015	31	2.845	6.562	170	9.577	0,130060	0,106011	0,073360	0,113887	0,111586	0,066952	0,044634	
Ago.15	10/09/2015	31	2.463	6.043	102	8.608	0,121900	0,101842	0,073360	0,108135	0,111586	0,066952	0,044634	
Sep.15	13/10/2015	30	2.160	5.206	200	7.566	0,121900	0,101842	0,073360	0,107860	0,111586	0,066952	0,044634	
Oct.15	16/11/2015	31	1.618	4.445	157	6.220	0,121900	0,101842	0,073360	0,107327	0,111586	0,066952	0,044634	
Nov.15	16/12/2015	30	1.315	3.258	132	4.705	0,121900	0,101842	0,073360	0,107700	0,111586	0,066952	0,044634	
Dic.15	15/01/2016	31	1.771	4.743	425	6.939	0,121900	0,101842	0,073360	0,106557	0,111586	0,066952	0,044634	
Ene.16	09/02/2016	31	1.426	3.734	550	5.710	0,119254	0,100489	0,073360	0,104069	0,111586	0,066952	0,044634	
Feb.16	09/03/2016	29	1.486	3.656	470	5.612	0,119254	0,100489	0,073290	0,104614	0,111586	0,066952	0,044634	
Mar.16	12/04/2016	31	1.488	3.731	429	5.648	0,119254	0,100489	0,073290	0,104728	0,111586	0,066952	0,044634	
Abr.16	09/05/2016	30	1.265	3.256	352	4.873	0,119254	0,100489	0,073290	0,104715	0,111586	0,066952	0,044634	
May.16	27/06/2016	31	1.352	3.402	270	5.024	0,119254	0,100489	0,073290	0,105246	0,111586	0,066952	0,044634	
Jun.16	11/07/2016	30	1.471	3.725	373	5.569	0,119254	0,100489	0,073290	0,104905	0,111586	0,066952	0,044634	
	Total		20.660	51.761	3.630	76.051	0,121257	0,101513	0,073331	0,106645	0,111586	0,066952	0,044634	

Reactiva Kvarh	Descuentos	Fra Consumo €	€ potencia cto	Excesos/abonos Potencia	Fra. Reactiva €	TOTAL FRA (sin iva)	% Reactiva vs Activa Global	Potencia (Máximetro)			Potencia Contratada p1 KW	Potencia Contratada p2 KW	Potencia Contratada p3 KW	% Pot reg/Pot con P1	% Pot reg/Pot con P2	% Pot reg/Pot con P3
								Max. Reg. P1 Kw	Max. Reg. P2 Kw	Max. Reg. P3 Kw						
1655,25	0%	1.078,14	204,78	49,40	22,23	1.423,80	17,28	31,0	32,0	11,0	27,0	27,0	40,0	114,8%	118,5%	27,5%
3486,00	0%	923,15	204,78	65,56	14,83	1.270,10	40,50	32,0	32,0	5,0	27,0	27,0	40,0	118,5%	118,5%	12,5%
2780,00	0%	808,17	198,18	49,40	0,00	1.109,72	36,74	31,0	32,0	9,0	27,0	27,0	40,0	114,8%	118,5%	22,5%
1273,00	0%	661,44	204,78	19,52	0,00	931,03	20,47	24,0	31,0	12,0	27,0	27,0	40,0	88,9%	114,8%	30,0%
549,00	0%	501,78	198,18	79,22	0,00	819,02	11,67	24,0	31,0	12,0	27,0	27,0	40,0	88,9%	114,8%	30,0%
1013,00	0%	730,10	204,78	4,69	0,00	987,61	14,60	29,0	28,0	28,0	27,0	27,0	40,0	107,4%	103,7%	70,0%
1315,00	0%	585,63	204,78	-33,99	0,00	795,10	23,03	0,0	0,0	0,0	27,0	27,0	40,0	0,0%	0,0%	0,0%
1315,00	0%	579,05	191,57	-27,17	0,00	781,46	23,43	15,0	17,0	14,0	27,0	27,0	40,0	55,6%	63,0%	35,0%
874,00	0%	583,82	204,78	-29,18	0,00	798,25	0,00	0,0	0,0	0,0	27,0	27,0	40,0	0,0%	0,0%	0,0%
874,00	0%	503,85	198,18	-33,20	0,00	703,02	0,00	14,0	14,0	13,0	27,0	27,0	40,0	51,9%	51,9%	32,5%
874,00	0%	522,88	204,78	-31,19	0,00	732,08	0,00	14,0	14,0	12,0	27,0	27,0	40,0	51,9%	51,9%	30,0%
874,00	0%	577,08	198,18	-27,17	0,00	786,34	0,00	19,0	19,0	14,0	27,0	27,0	40,0	70,4%	70,4%	35,0%
1406,85	0,00	671,26	201,48	7,16	3,09	928,13	15,64	19,42	20,83	10,83	27,00	27,00	40,00	71,91%	77,16%	27,08%

Il·lustració 2. Taules resum del consum anual del centre de Girona per al període de Juliol 2015 a Juny 2016.

La il·lustració 3 mostra el consum anual i per períodes del centre de Girona, a partir de l'anàlisi de les factures elèctriques.



Il·lustració 3. Consum elèctric de Girona total i per períodes tarifaris de Juliol de 2015 a Juny del 2016.

Les taules 2 i 3 mostren un resum de la informació referent als consums elèctrics analitzats en les últimes 12 factures per a cada mes i anual segons període i percentatges de consum comparatius. A l'annex 6 es mostra amb detall els consums a cada període tarifari per a cada mes i cada centre i a l'annex 7 les gràfiques de consum anual corresponents.

BOTIGA	TOTAL ANUAL [kWh]	P1 [Kwh]	P2 [Kwh]	P3 [Kwh]	% TOTAL	% P1	% P2	% P3
Alacant	49.794	13.877	34.051	1.866	4,9%	4,7%	4,9%	5,9%
Almeria	61.085	17.823	42.197	1.065	6,0%	6,1%	6,1%	3,3%
Mad.Equinoccio	120.258	34.072	81.592	4.594	11,8%	11,6%	11,8%	14,4%
Girona	76.051	20.660	51.761	3.630	7,5%	7,0%	7,5%	11,4%
Màlaga	100.920	29.931	70.029	960	9,9%	10,2%	10,1%	3,0%
Mataró	87.331	25.018	60.652	1.661	8,6%	8,5%	8,8%	5,2%
Murcia	63.684	18.163	44.936	585	6,3%	6,2%	6,5%	1,8%
Sevilla	101.404	29.036	71.033	1.335	10,0%	9,9%	10,3%	4,2%
Toledo	45.481	14.667	24.390	6.424	4,5%	5,0%	3,5%	20,2%
València	95.395	28.439	63.724	3.232	9,4%	9,7%	9,2%	10,1%
Mad. Xanadú	122.837	34.746	84.144	3.947	12,1%	11,8%	12,2%	12,4%
Saragossa	93.423	27.895	62.980	2.548	9,2%	9,5%	9,1%	8,0%
TOTALS [kWh]	1.017.663	294.327	691.489	31.847	1	1	1	1

Taula 2. Consums elèctrics anuals, per períodes tarifaris i percentatges respecte el consum global dels centres. En vermell els centres més consumidors (Madrid Equinoccio i Xanadú) i en verd els menys (Almeria i Toledo)

BOTIGA	Consum energètic de Juliol 2015 a Juny 2016											
	JUL.15	AGO.15	SEP.15	OCT.15	NOV.15	DIC.15	ENE.16	FEB.16	MAR.16	ABR.16	MAY.16	JUN.16
Alacant	4.606	4.282	4.820	4.236	3.699	3.968	4.205	3.232	4.597	3.237	3.634	5.278
Almeria	6.428	9.396	5.697	6.157	4.705	4.270	3.785	3.724	3.692	3.693	4.129	5.409
Mad.Equinoccio	13.561	13.561	11.085	7.417	10.237	8.814	11.840	8.228	9.521	5.899	9.686	10.409
Girona	9.577	8.608	7.566	6.220	4.705	6.939	5.710	5.612	5.648	4.873	5.024	5.569
Màlaga	17.120	16.597	11.349	8.900	5.102	5.209	4.886	4.613	4.934	5.319	7.388	9.503
Mataró	5.756	8.153	10.725	7.909	7.128	7.546	5.455	5.253	5.554	6.310	7.396	10.146
Murcia	6.256	6.626	5.333	5.564	5.003	4.981	4.906	4.532	4.863	4.501	5.569	5.550
Sevilla	11.604	12.376	10.273	9.844	8.079	6.637	6.986	6.014	6.956	6.261	7.665	8.709
Toledo	5.601	4.817	4.265	2.969	3.480	2.987	3.832	3.746	3.308	2.590	2.881	5.005
València	11.475	13.606	9.304	7.806	6.283	6.932	7.155	4.907	6.077	6.839	6.436	8.575
Mad. Xanadú	13.493	12.912	11.988	11.673	9.311	10.389	5.867	8.693	9.333	9.314	7.987	11.877
Saragossa	7.936	8.236	6.698	5.461	7.302	11.282	8.798	9.436	8.996	6.993	5.541	6.744
TOTALS [kWh]	113.413	119.170	99.103	84.156	75.034	79.954	73.425	67.990	73.479	65.829	73.336	92.774

Taula 3. Consums energètics mensuals de cada centre per al període de Juliol del 2015 a Juny del 2016. S'aprecia el contrast de consum entre els mesos d'estiu i hivern per a centres de diferent localització (Saragossa i Sevilla).

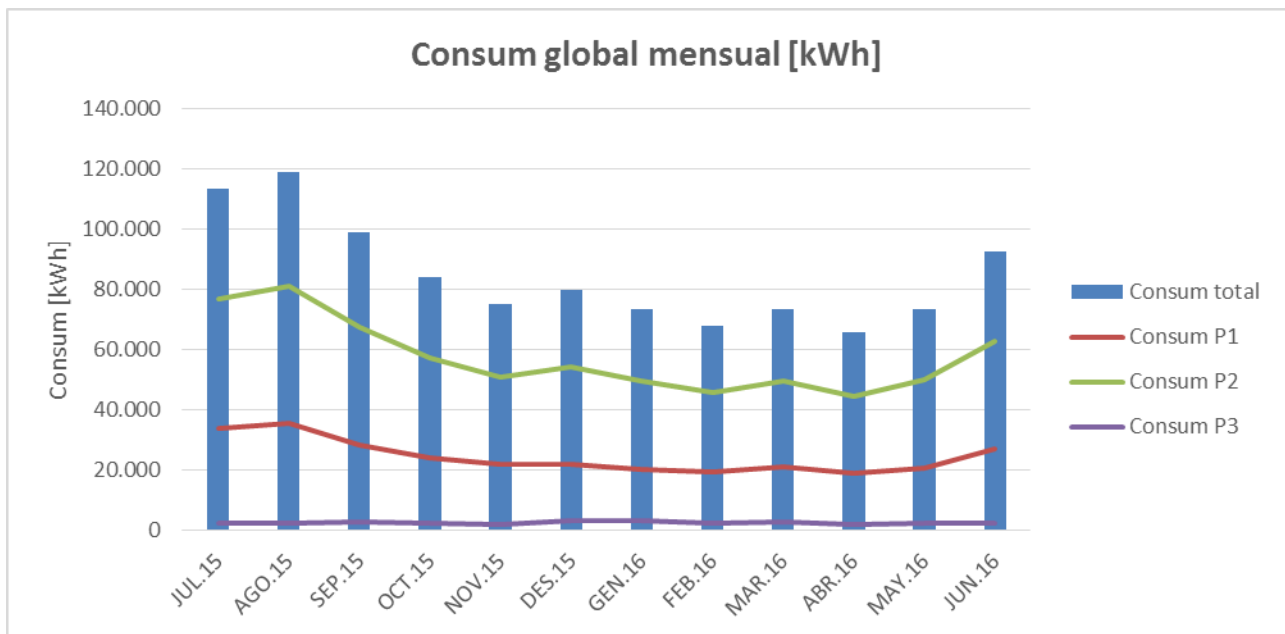
D'aquest estudi realitzat del desglossament de factures podem dir, pel que fa al consum elèctric, que la majoria dels centres presenten un mateix patró: la major part d'aquest es troba a la part de P2, després a P1 i finalment a P3 degut als horaris de botiga, molt similars a totes elles. Cal destacar però l'elevat consum a P3 del centre de Toledo que tot i tenir un pes del 4,5% respecte el consum total dels centres presenta un consum a P3 del 20,2 % respecte el consum total a P3 del conjunt de botigues.

També és notable un increment de consum a la majoria dels centres en els mesos més calorosos i freds degut al major ús d'aparells de clima, ja que de forma aproximada podem considerar constant al llarg de l'any el consum dels grups d'equips auxiliars i il·luminació; a partir de la visualització dels percentatges s'identifica ràpidament quins són els centres que més pes tenen en el consum global. Així, entre altres, veiem que Xanadú i Equinoccio són els centres més consumidors d'energia (12,1 i 11,8% del consum global, respectivament) en contrast amb Toledo i Alacant que són els que tenen un consum menor (4,5 i 4,9%, respectivament). Això és degut a què el volum de feina es major als primers dos centres: les hores de treball per any són majors i les superfícies dels centres es troben entre les més elevades (455 i 492 m²; 4650 i 4700 hores anuals respectivament), en canvi, els centres de menor consum presenten un menor nombre d'hores de treball anual i una superfície menor (333 i 268 m²; 4131 i 4624 hores respectivament). (veure taula 2).

També apreciem diferències significatives associades al consum de climatització entre centres de característiques similars però diferent geografia: per exemple, comparant el consum de dos botigues de superfície semblant i mateix volum de treball com Sevilla i Saragossa als mesos de Juliol, Agost i Setembre veiem que és més gran a Sevilla que a Saragossa però en canvi succeeix al revés als mesos de Desembre, Gener i Febrer (veure la taula 3) degut a que a Sevilla els estius són força càlids i els hiverns suaus i a Saragossa és ben bé el contrari, hiverns amb temperatures baixes i estius moderats.

Aquest fet també es pot apreciar al fer una ullada dels consums mensuals de tres botigues en diferent localització com Alacant, Madrid Equinoccio i Màlaga (en blau a la taula 3). Tal com hem dit abans, les variacions del consum total són degudes al grup climatització considerant constants els altres dos grups. Així doncs a l'observar la variació mensual de consum d'Alacant aquesta es petita i els consums són prou constants al llarg de l'any, a Madrid hi ha un augment de consum en els mesos d'estiu i d'hivern i a Màlaga augmenta significativament el consum només als mesos més càlids. Això s'interpreta a partir del climatologia de cada regió: a Alacant les temperatures són més constants degut a la proximitat del mar que suavitza els hiverns i els estius, per tant el consum de clima es moderat; Madrid al trobar-se a la zona central de la península pateix d'estius calorosos i hiverns freds, fet que fa augmentar la demanda de fred i calor a través de climatització en aquests mesos; per últim Màlaga es troba al sud de la península amb hiverns suaus i estius força calorosos, raó que explica un ús del clima bàsicament en fred als mesos estivals.

Al següent gràfic es mostra el consum total de totes les botigues analitzades per mesos:



Il·lustració 4. Consum global del conjunt de botigues per al període de Juliol 2015 a Juny 2016. S'aprecia l'estacionalitat del consum elèctric, sent major els mesos d'estiu (i en menor mesura a l'hivern) degut a l'ús d'aparells de climatització i sent inferior als mesos de primavera i tardor

2.2 Potències contractades i màximes

Les taules següents mostren un resum de les potències contractades i els màximes a cada període de facturació i el consum d'energia reactiva de cada centre. A l'annex 8 es mostren els gràfics dels màximes per a cada mes i cada centre fruit de l'estudi de les factures elèctriques.

Consums, potències i màximes								
Comerç	Tarifa	Pot. Contr. P1 kW	Pot. Contr. P2 kW	Pot. Contr. P3 kW	Max. P1 kW	Max. P2 kW	Max. P3 kW	TOTAL factures [kWh]
Alacant	3.0 A	33	33	33	14	14	13	49.794
Almeria	3.0 A	26,3	26,3	26,3	28	28	11	61.085
Mad. Equinó	3.0 A	56	56	56	40	41	32	120.258
Girona	3.0 A	27	27	40	32	39	28	76.051
Màlaga	3.0 A	63	63	63	42	42	19	100.920
Mataró	3.0 A	25	25	25	35	35	26	87.331
Murcia	3.0 A	27,7	27,7	27,7	18	18	13	63.684
Sevilla	3.0 A	50	50	50	33	34	15	101.404
Toledo	3.0 A	16,5	16,5	16,5	26	26	26	45.481
València	3.0 A	58,8	58,8	58,8	34	37	21	95.395
Mad. Xanadú	3.0 A	73	73	73	39	40	36	122.837
Saragossa	3.0 A	63	63	63	56	39	12	93.423

Taula 4. Consums específics de cada centre per al període de juliol del 2015 a juny del 2016, potències contractades i màximes.

Observem que, de tots els centres, només a Mataró al període P3 hi ha un correcte ajust de la potència ja que no es corresponen les potència contractades amb els màximes a cada període tarifari. Aquells valors en vermell indiquen aquest fet, ja que presenten màximes superiors al 1,05% de la potència contractada i per tant es pagaran penalitzacions per excés de potència. Aquells valors en blau indiquen una incorrecta contractació ja que la potència contractada està molt per sobre dels màximes i per tant, de la demanda real de la botiga; degut a això els centres estan pagant un valor més alt per terme de potència sense ser necessari. Es destacable com la majoria de centres tenen la mateixa potència contractada als tres períodes P1, P2 i P3, quan la demanda energètica i el volum de treball és ben diferent a cada un d'ells, sobretot a l'últim període tarifari. Veiem com a P3 els màximes són molt inferiors als corresponents a P1 i P2 i a la potència contractada, fet que ressalta la desconexió d'aquest fet per part dels responsables de l'empresa en benefici de les comercialitzadores, fins al cas d'incoherències en la contractació com a Girona amb 40 kW contractats i màxime de 28 kW a P3.

Tal com es veurà a l'apartat *Propostes de millora de consum*, s'ha fet un estudi d'optimització del terme de potència per tal de canviar les contractacions actuals i ajustar les potències a la demanda real (màximes) a cada període i en cada centre. Amb això s'aconsegueix pagar un import per terme de potència acord amb les demandes reals i evitar penalitzacions per excés o imports per potències més elevades que les necessàries.

2.3 Penalització per reactiva

En la factura de l'electricitat apareix el terme de l'energia reactiva. Podem entendre aquesta energia com una energia que no realitza treball útil i per tant no aprofitable. Per al sistema elèctric, aquesta energia s'entén com 'paràsita'; i per tant, les comercialitzadores penalitzen l'excés d'energia reactiva generada que s'aboca a la xarxa. Els llindars de penalització són a partir del 33% d'energia reactiva sobre l'energia activa. En cas d'estar per sota d'aquest rang no s'aplica penalització. D'altra banda, si se supera el 75% d'energia reactiva vs l'activa, la penalització augmenta.

Un cop analitzades les factures mensuals de l'últim any per al conjunt de botigues i quantificat el consum d'energia reactiva, veiem que la majoria de centres no presenten valors superiors al llindar inferior d'energia reactiva sobre l'activa i per tant no pateixen cap tipus de penalitzacions. Només a València, Madrid Equinoccio, Madrid Xanadú i a Màlaga tenen un consum d'energia reactiva per sobre dels límits; tot i això degut a que els primers dos centres tenen un consum lleugerament superior al llindar (com a mitjana anual, trobem mesos per sota i per sobre del 33 % de reactiva sobre activa), les penalitzacions seran petites i no és prioritària la seva correcció. En canvi, els dos últims centres presenten valors superiors amb factors de potència baixos i sí serà una bona mesura de millora la seva compensació. Per a corregir-ho, serà necessària la instal·lació d'una bateria de condensadors, tal com veurem a l'apartat *Propostes de millora de consum i de l'import de factura*

Energia Reactiva				
Comerç	En. Activa kWh	En. Reactiva kVAr	%React/Act	cos (phi)
Alacant	49.794	3.866	7,76%	0,9970
Almería	61.085	9.812	16,06%	0,9873
Mad. Equinoccio	120.258	48.796	34,13%	0,9266
Girona	76.051	16.882	22,21%	0,9762
Màlaga	100.920	47.634	47,20%	0,9043
Mataró	87.331	13.043	14,94%	0,9890
Murcia	63.684	15.689	24,64%	0,9710
Sevilla	101.404	21.572	21,27%	0,9781
Toledo	45.481	9.628	21,17%	0,9783
València	95.395	34.478	36,14%	0,9405
Mad. Xanadú	122.837	54.717	44,54%	0,9135
Saragossa	93.423	21.914	23,46%	0,9736

Taula 5. Consums anuals d'energia reactiva, percentatge de reactiva sobre activa i factor de potència.

3. Elements consumidors d'energia elèctrica. Consum d'il·luminació i clima. Estimacions

Els dos principals grups consumidors de la botiga són la il·luminació i el clima. Per tant, les propostes de millores de l'auditoria es centren especialment en millorar la eficiència energètica d'aquests dos grups, ja que són els que més influència tenen sobre el consum energètic final del local.

El consum energètic total es pot separar doncs en tres grans grups: Il·luminació, clima i equips auxiliars. Per a cada botiga auditada s'ha fet un registre dels elements consumidors d'energia elèctrica, per a després fer una anàlisi en funció de les hores de treball anuals de cada centre i determinar una estimació del consum anual dels dos primers grups. Amb l'ajuda de l'estudi fet de les factures elèctriques mensuals de cada local i l'estimació de consum per a il·luminació i equips auxiliars es determina el consum estimat anual del grup climatització per a cada centre.

3.1 Il·luminació

El disseny de la il·luminació i la disposició de les lluminàries als diversos centres segueix una mateixa línia, presentant un patró molt semblant. El tipus de llums emprats també és el mateix:

A la part comercial de la botiga es disposen llums PL-C combinades amb els halogenurs metàl·lics del tipus G12, AR111 i Rx7 donant una il·luminació càlida i neutre a la zona. Generalment es tracta de lluminàries directes o semidirectes que estan a una alçada d'entre 3 i 3,5m; algunes inclús més altes en funció de les dimensions del centre, amb l'objectiu d'il·luminar àmpliament la totalitat de l'espai i a l'hora ressaltar els diversos productes.

Al magatzem, en canvi, trobem tubs fluorescents de diverses mides que donen un efecte més fred. Als lavabos hi acostumen a haver bombetes dicroiques i/o fluorescents.

Aquests llums són d'una eficiència mitjana /baixa en comparació amb els actuals sistemes d'il·luminació LED, on es poden aconseguir nivells d'il·luminació similars amb consums significativament menors (posteriorment veurem que s'aconsegueixen reduccions d'un 60% del consum).

A l'*annex 9* es presenta una petita descripció del tipus de llum present als centres.

Per a l'estimació de consum del grup il·luminació a cada centre s'ha fet un registre de tots els elements presents en aquest grup. A partir del consum de cada element i les hores de treball de la botiga per a cada centre obtenim un càlcul estimat del consum anual d'aquest grup. El procediment és el següent:

Elements instal·lats

Primerament es comptabilitzen el nombre d'elements i es classifiquen per zones, elaborant una taula on es reflexa el tipus de lluminària, el consum (considerant els seus equips auxiliars) i les hores de treball.

La taula 6 mostra un exemple:

Nº	AREA	DESCRIPCIÓN	TIPO	CANT.	Pot. Nom. W	E.A. W	Cons. Est. W	H/DIA	DIAS/ SEM.	SEM./ AÑO	Horas anuales
1	Tienda	Lámpara PLG24 BC	Hg baja pr.	132	26,0	12,5%	29,3	14	6	52	4.368
2	Tienda	Lámpara RX7	Halogen.M.	29	70,0	22,9%	86,0	14	6	52	4.368
3	Tienda	Lámpara G12	Halogen.M.	48	70,0	12,5%	78,8	14	6	52	4.368
4	Almacén	Fluorescente 1200 mm	Hg baja pr.	4	36,0	27,5%	45,9	14	6	52	4.368
5	Cristalería	Fluorescente 600 mm	Hg baja pr.	6	18,0	27,5%	23,0	14	6	52	4.368
6	Cristalería	Fluorescente 1500 mm	Hg baja pr.	6	58,0	27,5%	74,0	14	6	52	4.368
7	Estanterías	Lineal 900 mm	LED	8	12,0	0,0%	12,0	14	6	52	4.368
8	Caja	Lámpara E14	BC	3	6,0	0,0%	6,0	14	6	52	4.368
9	Escaparate	Lámpara G12	Halogen.M.	2	70,0	12,5%	78,8	14	6	52	4.368
				TOTAL	238						

P.N. Potencia Nominal E.A. Equipos Auxiliares C.E. Consumo Estimado

Taula 6. Elements instal·lats al grup il·luminació a la botiga de Girona. Potències nominals, potències d'equips auxiliars i hores de funcionament anuals.

Estimació consum actual

Un cop classificats els elements es procedeix a estimar-ne el consum anual, tant energètic com econòmic, en funció de les hores de treball i el preu mig del kWh. També es van calcular els costos de reposició en funció de la vida útil de cada element, el preu de compra i el cost de la ma d'obra, per a poder precisar més acuradament els estalvis econòmics de la proposta de canvi i els corresponents períodes de recuperació de la inversió (amortitzacions), tot i que no figuren al present treball; un exemple es mostra a la taula 7.

CONSUMO ANUAL ACTUAL								COSTES DE REPOSICIÓN							
Zona	Elem. Inst.	Cant.	C.E. W	Total Horas año	Cons. Anual kWh	Coste Kwh	C. Anual €	Vida Útil (h)	Reemp. Anual unit.	Precio compra €	C.hora €/h	Tiempo de sust. Min.	M.O. reemp. €	Coste total reemp. €	Vida útil años
Tienda	Lámpara PLG24 BC	132	29,3	4.368	16.864,8	0,114900	1.937,77	6.000	0,73	4,40	30,00	10	5,00	903,30	1,4
Tienda	Lámpara RX7	29	86,0	4.368	10.893,2	0,114900	1.251,62	8.000	0,55	13,00	30,00	10	5,00	285,01	1,8
Tienda	Lámpara G12	48	78,8	4.368	16.511,0	0,114900	1.897,12	12.000	0,36	14,50	30,00	10	5,00	340,70	2,7
Almacén	Fluorescente 1200 mm	4	45,9	4.368	802,0	0,114900	92,15	9.000	0,49	3,50	30,00	10	5,00	16,50	2,1
Cristalería	Fluorescente 600 mm	6	23,0	4.368	601,5	0,114900	69,11	9.000	0,49	2,50	30,00	10	5,00	21,84	2,1
Cristalería	Fluorescente 1500 mm	6	74,0	4.368	1.938,1	0,114900	222,69	9.000	0,49	4,50	30,00	10	5,00	27,66	2,1
Estanterías	Lineal 900 mm	8	12,0	4.368	419,3	0,114900	48,18	50.000	0,09	19,50	30,00	10	5,00	17,12	11,4
Caja	Lámpara E14	3	6,0	4.368	78,6	0,114900	9,03	8.000	0,55	8,50	30,00	10	5,00	22,11	1,8
Escaparate	Lámpara G12	2	78,8	4.368	688,0	0,114900	79,05	12.000	0,36	14,50	30,00	10	5,00	14,20	2,7
					TOTAL	48.796,5	0,114900	5.606,72						1.648,46	

Taula 7. Estimació de consum i costos de reposició dels elements instal·lats del grup il·luminació al centre de Girona..

3.2 Equips auxiliars

Totes les botigues disposen en la seva majoria dels mateixos elements auxiliars que consumeixen durant el període d'obertura de forma aproximadament constant:

- 2 caixes registradores
- 1 ordinador
- Càmares i sensors distribuïts per la botiga.
- Equip de música
- Detector magnètic a l'entrada
- Llums vàries connectades a endolls distribuïdes per la botiga.

Així doncs de manera aproximada s'ha estimat un consum del grup auxiliar igual per a tots els centres, amb una potència PA de 0,5 kW. Aquesta estimació es determina a partir de la potència nominal de cada element present al grup d'equips auxiliars.

El consum mensual dels equips auxiliars per a cada centre en funció de les hores mitjanes de treball per dia i el nombre de dies laborables de cada mes és doncs:

$$CAm = PA \cdot h \cdot dm$$

Sumant el consum mensual per a tots els mesos de l'any obtenim l'estimació del consum anual dels equips auxiliars per a cada centre auditat:

$$CA = \sum_{mesos} CAm$$

On:

CAm: Consum eq. auxiliars mensual [kWh/mes]

PA: Potència eq. Auxiliars [kW]

h: hores mitjanes diàries [h/dia]

dm: dies laborables mensuals [dia/mes]

CA: Consum anual dels equips auxiliars [kWh/any]

3.3 Climatització

El càlcul del consum del grup de climatització en cada centre s'ha estimat a partir de les dades de les factures, el consum del grup il·luminació i dels equips auxiliars. Al no tenir monitorització contínua de cada grup ni un registre de comptador de totes les botigues no s'han pogut determinar les hores que han estat en funcionament.

Així doncs per a cada botiga, s'ha realitzat un càlcul dels consums en els dies laborables de cada mes dels grups d' il·luminació i d'equips auxiliars en funció de les hores diàries de treball de cada centre i el nombre de dies laborables de cada mes.

El procediment és el següent:

A partir del consum anual del grup il·luminació CI

El consum diari d'aquest grup serà el quocient del consum anual entre el nombre de dies que el centre romà obert:

$$CId = \frac{CI}{da}$$

Així el consum mensual del grup il·luminació serà el producte del consum diari per el nombre de dies facturats aquell mes (tenint en compte els dies reals en que hi ha hagut consum d'il·luminació, ie: descomptant els dies que el local està tancat).

$$CIm = CId \cdot dm$$

Com hem vist abans, havent estimat el consum de potència del grup d'equips auxiliars, obtenim el consum mensual del grup auxiliar fent el producte de la potència pel nombre d'hores que el centre és obert i pel nombre de dies treballats a cada mes:

$$CAm = PA \cdot h \cdot dm$$

A partir de la diferència del consum mensual reflectit a la factura i els consums mensuals del grup il·luminació i auxiliars, estimes el consum del mensual del grup climatització (C.C,mes):

$$CCm = CFm - CIm - CAm$$

Fent la suma per a tots els mesos obtenim l'estimació anual de consum del grup climatització per a cada establiment:

$$CC = \sum_{mesos} CCm$$

Amb:

CI : Consum anual del grup il·luminació [kWh/any] CCd : Consum diari del grup climatització [kWh/dia]

CId : Consum diari del grup il·luminació [kWh/dia] CCm : Consum mensual del grup climatització [kWh/mes]

CIm : Consum mensual del grup il·luminació [kWh/mes]

h: hores mitjanes

da: dies laborables anuals

dm: dies laborables de cada mes

Cal esmentar que degut al procediment emprat per estimar el consum de clima, alguns mesos sortien consums negatius de clima (sempre aquells mesos on el consum de clima és baix, tardor i primavera). Com això no té cap sentit físic, es reinterpreten els càlculs repartint aquests consums negatius als grups d'il·luminació i auxiliars i fent nul el consum de clima. A l'annex 10 es mostra un resum del consum de cada grup consumidor per a cada mes i cada centre.

La taula següent mostra un exemple de la estimació del grups consumidors dels tres primers centres:

Mes	Alacant			Almeria			Madrid Equi		
	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima
JUL.15	3914	209	483	3116	169	3143	6656	174	6731
AGO.15	3146	168	968	3763	204	5429	6912	181	6468
SEP.15	3658	195	966	3116	169	2412	6912	181	3992
OCT.15	3658	195	382	3893	211	2054	6144	161	1112
NOV.15	3018	161	520	3116	169	1420	8192	214	1831
DIC.15	3146	168	654	3116	169	985	6912	181	1721
ENE.16	3658	195	351	3116	169	500	8960	235	2646
FEB.16	2634	141	457	2987	162	576	9927	235	0
MAR.16	4492	236	0	4304	211	0	7936	208	1377
ABR.16	2634	141	462	3116	169	408	5376	141	382
MAY.16	3018	161	455	3375	183	571	8704	228	754
JUN.16	3018	161	2099	3763	204	1442	7936	208	2265
TOTAL	39997	2133	7796	40781	2184	18942	90567	2345	29280
PROMIG	3333	178	650	3398	182	1578	7547	195	2440
%	80,11%	4,27%	15,62%	65,88%	3,53%	30,60%	74,12%	1,92%	23,96%
TOTAL	49925			61907			122191		

Taula 8 Estimació dels consums mensuals de cada grup consumidor per als centres d'Alacant, Almeria i Madrid Equinoccio.

La taula 9 mostra una resum dels consums específics anuals estimats de cada grup consumidor per a cada centre:

Consum per grups energètics						
Comerç	Consum Il·lum. kWh	Consum Eq. Aux kWh	Consum Clima kWh	% Il·lum	% Eq. Aux	% Clima
Alacant	39.997	2.133	7.796	80,1%	4,3%	15,6%
Almería	40.781	2.184	18.942	65,9%	3,5%	30,6%
Mad. Equinoccio	90.567	2.345	29.280	74,1%	1,9%	24,0%
Girona	48.796	2.106	25.149	64,2%	2,8%	33,1%
Màlaga	68.900	2.106	36.879	63,9%	2,0%	34,2%
Mataró	60.919	2.028	24.384	69,8%	2,3%	27,9%
Murcia	54.314	2.375	7.225	85,0%	3,7%	11,3%
Sevilla	63.684	2.106	40.987	59,6%	2,0%	38,4%
Toledo	28.377	2.066	15.653	61,6%	4,5%	34,0%
València	45.749	2.421	47.226	48,0%	2,5%	49,5%
Mad. Xanadú	78.988	2.345	41.504	64,3%	1,9%	33,8%
Saragossa	41.396	2.184	49.843	44,3%	2,3%	53,4%
TOTAL	662.467	26.397	344.866	64,1%	2,6%	33,4%

Taula 9. Consums energètics anuals de cada grup consumidor per a cada establiment.

D'aquest resum podem concloure que els consums dels diferents grups és diferent a cada centre; per exemple, el pes dels equips auxiliars és inferior al 5% a tots els centres, també veiem que a Alacant i Murcia els consums de clima són relativament baixos respecte el consum total (ja que presenten percentatges de consums elevats del grup il·luminació) i en canvi a Sevilla, València i Saragossa el consum de clima té un pes semblant al consum del grup il·luminació. Això és degut a la localització geogràfica dels centres: mentre que Alacant i Murcia tenen climes més suaus degut a la seva situació pròxima a la costa Mediterrània, Sevilla i Saragossa presenten climes amb més variació de temperatura anual. El cas de València, tot i ser una ciutat de costa, pot ser degut a altres factors com les necessitats de confort, la superfície d'aquest, etc. Tot plegat fa que hi hagi instal·lats diferents equips de climatització, amb potències i consums variats, a cada botiga en funció de les necessitats d'aquestes. Tal com veurem a l'apartat *Propostes de millora del grup climatització*.

4. Indicadors energètics i econòmics. Comparació de centres

A partir de l'estudi de les factures elèctrics i de l'estimació dels consums dels diversos grups a cada centre i amb les informacions corresponents a les contractacions i característiques dels diversos centres, resulta útil tenir una visió global del conjunt de botigues i poder establir comparadors tant energètics com econòmics per tal de determinar quines botigues són més eficients i en quins aspectes.

Degut a què els centres no són similars a nivell de superfície, hores de treball i consums elèctrics cal establir indicadors energètics i econòmics relatius per tal d'homogeneïtzar el conjunt de dades i poder comparar els consums de les botigues. Així s'han calculat consums i costos relatius, kWh i € respectivament, per dia i unitat de superfície.

La taula 10 mostra una comparativa dels consums energètics totals i per grups consumidors de cada centre per dia laborable i m². També és mostra el percentatge de cada grup consumidor respecte el consum relatiu total. S'observa que els valors més alts o més baixos de consums relatius [kWh/dia·m²] totals i per grups no es corresponen amb els percentatges degut a que, a cada botiga, el pes dels grups il·luminació, climatització i auxiliars és diferent, com hem vist anteriorment.

Les dades mostren aparentment que el centres mes eficients per dia laborable i per metre quadrat de superfície són Murcia i Toledo amb un consum de 0,3705 i 0,4521 kWh/dia i m² respectivament, i que Saragossa i Màlaga són els menys eficients energèticament ja que presenten consums de 0,8181 i 0,8453 kWh/dia i m² respectivament. A nivell percentual és equivalent a dir que el consum elèctric total per dia i unitat de superfície de Màlaga és aproximadament un 130% més elevat que a Murcia. Cal dir però que el pes dels grups climatització als centres de Murcia i Toledo és petit i això fa que els consums relatius totals també ho siguin.

Per a obtenir més informació i trobar en primera aproximació els punts d'ineficiència de cada centre i el pes respecte el consum total podem calcular també els mateixos indicadors per a cada

grup consumidor. Fixant-nos primerament en el pes de consum dels equips auxiliars veiem que és baix, sempre inferior al 5% i podem centrar-nos en els altres dos grups consumidors.

La botiga de Màlaga té el consum relatiu del grup il·luminació més elevat tot i que representa un 64% del consum total, en canvi Murcia té el menor consum relatiu i aquest grup té un pes del 85% del total. Degut a què el tipus de lluminàries emprat als centres és prou similar a tots ells podem concloure que la distribució, ús i gestió d'aquestes per part del personal de botiga és més eficient a Murcia que a Màlaga, sent la botiga de Toledo la més eficient de totes elles. Madrid Equinoccio i Madrid Xanadú també presenten consums relatius elevats d'aquest grup.

Pel que fa al grup climatització veiem que València i Saragossa són les botigues que més kWh consumeixen per m² i dia i on aquest grup té més pes percentual dins dels respectius consums totals. Això fa que el consum relatiu total s'incrementi notablement. Com s'ha explicat a l'apartat anterior 3.3 *Climatització* això és degut als diversos equips instal·lats i a l'ús d'aquests a causa de la localització geogràfica del centre pel cas de Saragossa, i a altres necessitats de confort que requereix el centre com a València.

Indicadors energètics							
Centre	kWh totals/dia·m ²	kWh il·lumin/dia·m ²	%	kWh clima/dia·m ²	%	kWh aux/dia·m ²	%
Alacant	0,5971	0,4783	80,1	0,0932	15,6	0,0255	4,3
Almeria	0,6772	0,4461	65,9	0,2072	30,6	0,0239	3,5
Mad.Equinoccio	0,7096	0,5259	74,1	0,1700	24,0	0,0136	1,9
Girona	0,6995	0,4488	64,2	0,2313	33,1	0,0194	2,8
Màlaga	0,8453	0,5399	63,9	0,2890	34,2	0,0165	2,0
Mataró	0,6206	0,4329	69,8	0,1733	27,9	0,0144	2,3
Murcia	0,3682	0,3129	85,0	0,0416	11,3	0,0137	3,7
Sevilla	0,8088	0,4651	57,5	0,3269	40,4	0,0168	2,1
Toledo	0,4521	0,2783	61,6	0,1535	34,0	0,0203	4,5
València	0,6935	0,3326	48,0	0,3433	49,5	0,0176	2,5
Mad. Xanadú	0,7707	0,4956	64,3	0,2604	33,8	0,0147	1,9
Saragossa	0,8181	0,3625	44,3	0,4365	53,4	0,0191	2,3

Taula 10. Indicadors energètics de cada botiga. kWh totals i kWh per grups consumidors per dia i unitat de superfície. Pes percentual de cada grup respecte el consum relatiu total. Els dos valors més alts es representen amb farcits càlids i els dos menors amb farcits verds.

Els indicadors econòmics es mostren a la taula 11: preus del kWh per a cada període tarifari i els costos de consum anuals de cada botiga, així com el preu mig del kWh i els costos per dia i unitat de superfície. Cal dir que no s'han inclòs els preus de la potència ja que aquesta comparativa i proposta es detalla a l'apartat *Optimització de potència*. Els indicadors econòmics mostrats només fan referència al cost del kWh i el cost anual de l'energia consumida, sense tenir en compte els costos per terme de potència, penalitzacions per reactiva, llogues d'equips ni l'impost elèctric.

Indicadors econòmics							
Centre	Preu P1 €/kWh	Preu P2 €/kWh	Preu P3 €/kWh	Preu total anual €	TOTAL ANUAL [kWh]	€/kWh	€/dia·m ²
Alacant	0,136800	0,117159	0,090642	6057	49925	0,121320	0,0724
Almeria	0,136690	0,117122	0,090650	7475	61907	0,120744	0,0818
Mad.Equinoccio	0,136479	0,117059	0,090563	14617	122191	0,119626	0,0849
Girona	0,121257	0,101513	0,073331	8026	76051	0,105531	0,0738
Màlaga	0,137132	0,111946	0,070776	12012	107884	0,111340	0,0941
Mataró	0,138308	0,118874	0,092630	10824	87331	0,123942	0,0769
Murcia	0,136590	0,117094	0,090651	7796	63914	0,121971	0,0449
Sevilla	0,140712	0,120781	0,094486	12791	101404	0,126142	0,1020
Toledo	0,136367	0,117054	0,090625	5437	46095	0,117957	0,0533
València	0,136794	0,117161	0,090648	11649	95395	0,122116	0,0847
Mad. Xanadú	0,139840	0,120306	0,094077	15353	122837	0,124989	0,0963
Saragossa	0,126606	0,099983	0,068826	10004	93423	0,107083	0,0876

Taula 11. Indicadors econòmics. Preus del kWh elèctric per períodes tarifaris, costos dels consums elèctrics anuals i indicadors i costos relatius per kWh i per dia i m².

Pel que fa referència a les contractacions elèctriques són Saragossa i Girona les botigues que tenen unes millors condicions de contractació en el diferents períodes, fet que es reflexa en el cost mig total del kWh. Sevilla i Madrid Xanadú són els centres amb unes pitjors condicions i amb un preu mig del kWh més elevat. Tot i això veiem que els costos dels consums energètics per dia i per m² són més baixos a Murcia i Toledo, que eren els centres amb un menor consum relatiu. Madrid Xanadú és l'establiment que més paga per dia i m² en termes de consums energètics seguit de Màlaga, ambdós amb consums relatius elevats del grup il·luminació. A l'annex 11 es mostren les gràfiques corresponents a les taules 10 i 11.

5. Propostes de millora del grup il·luminació

Les propostes de millora per al grup d'il·luminació estan encarades a la substitució de bombetes actuals per equivalents LED de major eficiència. La finalitat és reduir el consum elèctric del grup il·luminació i augmentar l'eficiència energètica dels centres. Així, s'ha intentat mantenir la potència i la geometria de cada lluminària per a no alterar les característiques lumíniques i poder fer la instal·lació amb el mínim impacte possible a cada botiga.

Les bombetes del tipus PL, G12 i Rx7 serien substituïdes per focus i lluminàries LED encastats; les halogenures metàl·liques AR111 pel seu equivalent LED; els fluorescents per substitutius tubs LED's d'iguals dimensions i igual per a les dicroiques.

Per al càlcul dels consums elèctrics amb les propostes de canvi per a cada botiga es va seguir la línia començada prèviament amb el càlcul del consum del grup il·luminació actual:

Proposta substitució

Per tal de poder elaborar la proposta de canvi a LED es necessari resumir els elements per tipus de lluminària amb la finalitat de trobar la substitució LED més adient a cadascú i poder estimar

el consum que tindria el grup d'il·luminació i, per tant, els estalvis corresponents. Tal com es mostra a la taula 12:

ILUMINACIÓN ACTUAL	POT.NOM. (W)	EQ.AUX. (W)	CONS. ESTIM. (W)	CANTIDAD	PROPUESTA LED	POT.NOM. (W)	EQ.AUX. (W)	CONS. ESTIM. (W)	CANTIDA D
Lámpara PLG24 BC	26,0	3,3	29,3	132	Foco LED empotrar	25,0	0,0	25,0	66
Lámpara RX7	70,0	16,0	86,0	29	Luminaria bañadora LED	28,0	0,0	28,0	29
Lámpara G12	70,0	8,8	78,8	50	Luminaria LED empotrar	52,0	0,0	52,0	25
Fluorescente 1200 mm	36,0	9,9	45,9	4	Tubo LED 1200 mm	18,0	0,0	18,0	4
Fluorescente 600 mm	18,0	5,0	23,0	6	Tubo LED 600 mm	9,0	0,0	9,0	6
Fluorescente 1500 mm	58,0	16,0	74,0	6	Tubo LED 1500 mm	23,0	0,0	23,0	6
Lineal 900 mm	12,0	0,0	12,0	8	Sin sustitución recomendada	12,0	0,0	12,0	8
Lámpara E14	6,0	0,0	6,0	3	Sin sustitución recomendada	6,0	0,0	6,0	3
TOTAL			354,8	238				173	147

Taula 12. Proposta de substitució LED per al centre de Girona.

Estimació consum LED

De la mateixa manera que es va fer per a les lluminàries actuals, es procedeix a elaborar una taula similar amb els elements de la proposta de substitució on queden reflectits els consums i costos anuals estimats i els costos de reposició de les noves lluminàries.

Zona	Elem. Inst.	Cant.	C.E. W	Total Horas año	Cons. Anual Kwh	Coste Kwh	C. Anual €	Vida Útil (h)	Reemp. Anual unit.	Precio compra €	C.hora €/h	Tiempo de sust. Min.	M.O. reemp. €	Coste total reemp.	Vida útil años
Tienda	Foco LED empotrar	66	25,0	4.368	7.207,2	0,114900	828,11	55.000	0,08	47,15	30,00	20	10,00	299,54	12,6
Tienda	Luminaria bañadora LED	29	28,0	4.368	3.546,8	0,114900	407,53	50.000	0,09	212,55	30,00	60	30,00	614,49	11,4
Tienda	Luminaria LED empotrar	24	52,0	4.368	5.451,3	0,114900	626,35	50.000	0,09	267,40	30,00	45	22,50	607,81	11,4
Almacén	Tubo LED 1200 mm	4	18,0	4.368	314,5	0,114900	36,14	40.000	0,11	18,21	30,00	10	5,00	10,14	9,2
Cristalería	Tubo LED 600 mm	6	9,0	4.368	235,9	0,114900	27,10	40.000	0,11	13,18	30,00	10	5,00	11,91	9,2
Cristalería	Tubo LED 1500 mm	6	23,0	4.368	602,8	0,114900	69,26	40.000	0,11	23,49	30,00	10	5,00	18,67	9,2
Estanterías	Sin sustitución recomendada	8	12,0	4.368	419,3	0,114900	48,18	50.000	0,09	13,18	30,00	10	5,00	12,70	11,4
Caja	Sin sustitución recomendada	3	6,0	4.368	78,6	0,114900	9,03	8.000	0,55	4,78	30,00	10	5,00	16,02	1,8
Escaparate	Luminaria LED empotrar	1	52,0	4.368	227,1	0,114900	26,10	50.000	0,09	267,40	30,00	90	45,00	27,29	11,4
				TOTAL	18.083,5	0,114900	2.077,80							1.618,57	
				AHORRO ANUAL CONSUMO				3.528,92		AHORRO ANUAL MANTENIMIENTO				29,89	

Taula 13. Estimació de consum i costos de reposició de la proposta de substitució LED per al centre de Girona. En aquest cas l'estalvi anual de manteniment és negatiu, tot i això al incloure'ls als estalvis energètics obtenim estalvis anuals totals positius-

Resum d'estalvis

Un cop elaborades les dues estimacions, es crea una nova taula on apareguin resumits els elements consumidors del grup il·luminació actuals i els elements de la proposta, així com els consums i costos anuals de cadascú. Amb això s'estima l'estalvi energètic i econòmic anual del grup que s'aconseguiria amb el canvi de lluminàries. A més a més, també es calcula l'estalvi d'emissions de diòxid de carboni a partir del factor d'emissions de la companyia elèctrica i la reducció de potència que resultaria en el grup, a tenir en compte en possibles futures optimitzacions de potència. Un exemple es mostra a la taula 14.

ILUMINACIÓN ACTUAL	CONS. U. ESTIM. (W)	CONS. ANUAL (Kwh)	PRECIO (Kwh)	COSTE ANUAL (€)	CANTIDAD	FUNCION. HRS./AÑO	PROPUESTA LED	CONS. U. ESTIM. (W)	CONS. ANUAL (Kwh)	PRECIO (Kwh)	COSTE ANUAL (€)	CANTIDAD	
Lámpara PLG24 BC	29,3	16.864,8	0,114900	1.937,77	132	4.368	Foco LED empotrar	25,0	7.207,2	0,114900	828,11	66	
Lámpara RX7	86,0	10.893,2	0,114900	1.251,62	29	4.368	Luminaria bañadora LED	28,0	3.546,8	0,114900	407,53	29	
Lámpara G12	78,8	17.199,0	0,114900	1.976,17	50	4.368	Luminaria LED empotrar	52,0	5.678,4	0,114900	652,45	25	
Fluorescente 1200 mm	45,9	802,0	0,114900	92,15	4	4.368	Tubo LED 1200 mm	18,0	314,5	0,114900	36,14	4	
Fluorescente 600 mm	23,0	601,5	0,114900	69,11	6	4.368	Tubo LED 600 mm	9,0	235,9	0,114900	27,10	6	
Fluorescente 1500 mm	74,0	1.938,1	0,114900	222,69	6	4.368	Tubo LED 1500 mm	23,0	602,8	0,114900	69,26	6	
Lineal 900 mm	12,0	419,3	0,114900	48,18	8	4.368	Sin sustitución recomendada	12,0	419,3	0,114900	48,18	8	
Lámpara E14	6,0	78,6	0,114900	9,03	3	4.368	Sin sustitución recomendada	6,0	78,6	0,114900	9,03	3	
			TOTAL	5.606,72	476						TOTAL	2.077,80	147
POTENCIA INSTALADA kW =	11,17	POTENCIA RESULTANTE kW = 4,14				POSIBLE REDUCCIÓN TÉRMINO DE POTENCIA kW =				7,03			
CONSUMO ACTUAL (Kwh / año)	48.796	CONSUMO ESTIMADO (Kwh / año)			18.084	AHORRO ANUAL (Kwh)		30.713	AHORRO ANUAL (€)		3.528,92	AHORRO ANUAL (%)	
		EMISIONES CO2 ILUMINACIÓN ACTUAL (Tn)			5,9	EMISIONES CO2 SISTEMA LED (Tn)		2,2	DIF. EMISIONES CO2 / AÑO (Tn)		3,7	REDUCCIÓN ANUAL (%)	
												62,9	

Taula 14. Resum d'estalvis energètics i estalvi d'emissions de CO₂ de la proposta de canvi d'il·luminació LED per al centre de Girona.

Les taules 15 i 16 mostren el resum de la proposta de millora del grup il·luminació per als centres escollits:

Centre	Il. Actual [kWh]	Canvi LED [kWh]	Estalvis energètics [kWh]	Estalvi %	Preu mig kWh [€/kWh]	Estalvi econòmic [€]
Alacant	39997	15990	24007	60,0%	0,128968	3096
Almeria	40781	15680	25101	61,6%	0,129723	3256
Madrid Equi.	90567	30110	60457	66,8%	0,129365	7821
Girona	48796	18084	30713	62,9%	0,114900	3529
Màlaga	68900	21089	47810	69,4%	0,127731	6107
Mataró	60919	22322	38597	63,4%	0,131435	5073
Murcia	54314	19470	34844	64,2%	0,129835	4524
Sevilla	63684	24258	39426	61,9%	0,133834	5277
Toledo	28377	9795	18582	65,5%	0,127229	2364
València	45749	15883	29866	65,3%	0,128011	3823
Mad. Xanadú	78988	24889	54099	68,5%	0,132641	7176
Saragossa	41396	14991	26405	63,8%	0,116433	3074
TOTAL	662467	232561	429906	64,9%	0,127509	55120

Taula 15. Resum d'estalvis energètics i econòmics dels centres a partir de les propostes de millora dels grups il·luminació.

Centre	Comercialitzadora	Factor d'emissions [tn CO2/kWh]	Estalvi emissions [tn CO2]
Alacant	Viesgo	0,34	8,16
Almeria	Viesgo	0,34	8,53
Madrid Equi.	Viesgo	0,34	20,56
Girona	Nexus	0,12	3,69
Màlaga	Endesa	0,38	18,17
Mataró	Viesgo	0,34	13,12
Murcia	Viesgo	0,34	11,85
Sevilla	Viesgo	0,34	13,40
Toledo	Viesgo	0,34	6,32
València	Viesgo	0,34	10,15
Mad. Xanadú	Viesgo	0,34	18,39
Saragossa	Endesa	0,38	10,03
TOTAL			142,4

Taula 16. Estalvis d'emissions segons el factor d'emissió de les comercialitzadores de les propostes de millora dels grups il·luminació.

Del present estudi observem que s'aconsegueixen uns estalvis importants amb les noves propostes LED, tant energètics com econòmics: els estalvis de consum són aproximadament el 64% del consum actual a les botigues escollides, aconseguint també una considerable reducció de les emissions de CO2 degudes a la generació i transport de l'electricitat.

Cal dir que les amortitzacions calculades no sortien major a 5 anys per a cada centre ja que tenint en compte el pes d'aquest grup (generalment, més del 50 % del consum total a la majoria de centres) dintre de la totalitat del consum, el canvi de totes les lluminàries actuals per altres LED de major eficiència porta associada una reducció notable en la despesa energètica total de cada botiga.

6. Propostes de millora del grup climatització

Les propostes de millora del clima s'han determinat només per a quatre dels dotze centres, aquells on les màquines de climatització eren més ineficients degut a causes diverses, tals com: estat de l'aparell i la instal·lació, tipus de líquid refrigerant i rendiments reals de la màquina.

El tipus d'equip de climatització és diferent a cada botiga en funció de diversos factors com la distribució i localització del local, el temps de la botiga, les dimensions... Així trobem tant unitats partides Split amb la condensadora a l'exterior i l'evaporadora a l'interior, com unitats autònomes compactes. També trobem aparells aire-aire i als centres més grans equips aire-aigua. Aquests últims disposen d'una condensadora de plaques refrigerada per aigua, provinent d'un circuit que circula per tot el centre comercial a mode de refrigeració. També trobem centres amb cortines d'aire a l'entrada que disposen de resistències elèctriques per a donar calor a l'hivern i d'una turbina que mou l'aire a mode de pantalla per evitar que s'escapi el fred a l'estiu.

La taula17 mostra un resum dels aparells de climatització de cada establiment auditat:

Equips de Climatització			
Botiga	Tipus	Model	% Clima
Alacant	Centralitzat	Carrier 42FMH058	15,62%
	Compacte aire-aire B/C	Evair FCY055	
Almeria	Split aire-aire fred	Daikin FDY-250	30,60%
	Split aire-aire B/C	Hitecsa ECVBA-801	
Equinoccio	Split aire-aire B/C	Lennox KFHA24	23,96%
	Split aire-aire B/C	Lennox KFHA24	
Girona	Vertical aire-agua B/C	Hitecsa WPVBZ-751	33,07%
	Vertical aire-agua B/C	Hitecsa WPVBZ-751	
Màlaga Roquetas	Split aire-aire B/C	Hitecsa ECVBA-2402	34,18%
Mataró	Split aire-aire B/C	Carrier 42FMH058	27,92%
Murcia	Split aire-aire B/C	Carrier FX4CSX TECH3000 140B	11,30%
Sevilla	Vertical aire-agua fred	Hitecsa WCZ2002	40,42%
Toledo	Vertical aire-agua B/C	Hitecsa WPVBZ-1501	33,96%
València	Aire-aigua compacte B/C	Ciatesa IXH-120	49,51%
	Aire-aigua compacte B/C	Ciatesa IXH-121	
Xanadú	Compacte aire-aire B/C	Carrier 40PZ075A9F	33,79%
Saragossa	Vertical aire-agua B/C	Hitecsa WPVBZ-2002	53,35%
	Cortina d'aire amb resistència	S&P Cor-9 1500 FT9,2	
	Cortina d'aire amb resistència	S&P Cor-9 1500 FT9,2	

Taula 17. Equips de clima de cada centre. Models dels aparells i percentatge de consums respecte el consum total.

Les botigues les quals s'ha fet una proposta de clima es mostren a la taula següent:

Centre	Equip actual Model Vell	Proposta de canvi Model Nou
Almeria	Split aire-aire fred Daikin FDY-250 R-407c	Daitsu ACD 80-100 UiAT Compact FMH022
Equinoccio	2x Split aire-aire B/C Lennox KFHA24 R-22c	2x Lennox FSH022 R-410c
Xanadú	Compacte aire-aire B/C Carrier 40PZ075A9F R-407c	Lennox Cool-air ANHM70
Mataró	Split aire-aire B/C Carrier 42FMH058 R-407c	Lennox ASC/ASH070D

Taula 18 Equips actuals i propostes de canvi del grup climatització.

Per a calcular una estimació del consum que tindria la nova màquina i així tenir una estimació dels estalvis energètics s'ha procedit a través del càlcul de les hores equivalents. Al no tenir monitorització contínua dels centres no podem determinar quin és el consum real de cada màquina durant el transcurs d'un any. També cal afegir la manca de mesures tals com velocitat d'impulsió i de retorn, pressions dels gasos refrigerants, àrees dels difusors i conductes, etc per tal de calcular potències tèrmiques reals de cada aparell i poder determinar més paràmetres tals com el COP i EER reals.

Per a determinar quins equips es proposaven dins la millora es van determinar els COP i e EER nominals dels equips actuals a partir de les potències tèrmiques i elèctriques facilitades pel fabricant a la fitxa tècnica dels equips. Amb això es van poder determinar equips de dimensions i funcionalitats similars per amb COP i EER més elevats.

A partir de la intensitat mesurada durant la visita als centres auditats es pot estimar la potència elèctrica real absorbida en aquell instant per l'aparell. Tot i això es van trobar casos especials com màquines treballant molt per sota del seu règim nominal (Almeria), centres on no es van poder prendre mesures (Mataró) i màquines treballant per sobre del seu règim normal amb consums majors. Amb això es va decidir computar el càlcul de les hores de treball equivalents a partir de les característiques nominals dels aparells. A través del consum estimat del grup climatització es calculen les hores equivalents a través del quocient entre aquest i la potència elèctrica nominal mitjana (entre potència de calor i de fred). Aquestes hores s'interpreten com aquelles que hagués estat la màquina treballant a règim nominal per tal de tenir un consum anual igual a l'estimat.

Amb això i les característiques tècniques de les propostes de canvi calculem el consum elèctric que tindrien treballant les mateixes hores i l'estalvi energètic i econòmic que s'obtidria. També estimem la reducció d'emissions de CO₂ a partir de les emissions associades a cada comercialitzadora (factor d'emissions) i la reducció de consum elèctric.

Centre	Característiques nominals actuals, mesures i estimacions										
	Pt calor [kW]	Pt fred [kW]	Pe calor [kW]	Pe fred [kW]	I [A]	V [V]	Pe r [kW]	COP	EER	E clima [kWh]	Hores equiv. [h]
Almeria	27	25	8,76	10,2	3,2	230	0,74	3,08	2,45	9471	999
Equinoccio	22,8	21	7,8	8,8	17,5	400	12,12	2,92	2,39	18173	2190
Xanadú	83,1	74,4	24,65	26,3	40,6	400	28,11	3,37	2,83	39285	1542
Mataró	78,4	67	32	33,9	-	-	-	2,45	1,98	24384	740

Taula 19. Característiques nominals i mesures de les màquines de climatització dels centres proposats. A Almeria al haver-hi dues màquines i només canviar-se una, es considera un 50% de l'energia estimada del grup clima; ídem a Equinoccio,

Centre	Característiques substitució i estimació de consum						
	Pt calor [kW]	Pt fred [kW]	Pe calor [kW]	Pe fred [kW]	COP	EER	E' clima [kWh]
Almeria	30	28	8,15	8,3	3,68	3,37	8217
Equinoccio	23,5	21,5	7,78	8,33	3,02	2,58	17637
Xanadú	72,5	69,5	24,2	24,8	3,00	2,80	37781
Mataró	27	27	10	11,8	2,70	2,29	8066

Taula 20. Característiques nominals de les propostes de millora i consums estimats.

Centre	Estalvis						
	E estalvi [kWh]	%estalvi/actual	€ estalvi	Preu mig kWh [€/kWh]	Factor emiss[kg/kWh]	estalvi emiss [tn CO2]	Comercialitz.
Almeria	1254	13,2%	162,6	0,12972	0,34	0,43	Viesgo
Equinoccio	536	3,0%	69,4	0,12937	0,34	0,18	Viesgo
Xanadú	1504	3,8%	199,4	0,13264	0,34	0,51	Viesgo
Mataró	16317	66,9%	2144,7	0,13144	0,34	5,55	Viesgo

Taula 21. Estalvis anuals de consum, econòmics estimats segons les propostes de substitució

Veiem que els estalvis obtinguts als tres primers centres no són significatius i des d'un punt de vista energètic i econòmic no sortiria rentable seguir amb la proposta de canvi. Només a Mataró seria interessant seguir endavant ja que s'aconseguirien uns estalvis considerables, d'un 67% respecte el consum actual.

7. Propostes de millora de consum i de l'import de factura

A banda de les propostes de canvi i millora dels grups il·luminació i clima per a reduir la despesa elèctrica i augmentar l'eficiència energètica de les botigues, les propostes de millora de consum van encarades a reduir tant el consum elèctric general com el preu de la factura. Per a això es realitzen diverses metodologies: mesures preventives i recomanacions en la utilització dels aparells pel personal de botiga i optimització de la potència contractada i compensació d'energia reactiva.

7.1 Reducció del consum elèctric

Els consells i hàbits de bona conducta energètica del personal de botiga són imprescindibles de cara a una millor gestió i ús de l'energia. Per això s'han elaborat un seguit de mesures i recomanacions per tal que els empleats en siguin conscients i d'aquesta manera s'utilitzi només l'electricitat necessària en cada moment, sense malgastar-la degut a un ús indegut o despreocupat.

Aquestes mesures preventives i recomanacions es desglossen en 4 blocs:

- Il·luminació
- Climatització
- Equips informàtics
- Aparells, eines i maquinària elèctrica

A l'*annex 12* s'inclou una llista de les mesures i consells de cada bloc per tal de millorar l'ús dels aparells, les lluminària i certes accions a tenir en compte de cara a una gestió responsable i eficient de l'electricitat utilitzada.

7.2 Reducció de l'import de la factura elèctrica

7.2.1 Optimització de potència

El mètode de facturació que aplica les comercialitzadores en aquestes centres segueix la regla del 85-105%, tal com s'explica a l'*Annex 4: Descripció de la tarifa 3.0A*. Bàsicament, seguint la regla, es factura el 85% de la potència contractada si no se supera aquest valor; la potència contractada si el valor està entre el 85 i el 105%; i es penalitza amb una fórmula expressa si se supera el 105% de la potència contractada

Per tant, si el valor del màxímetre registrat durant tot el període es troba fora del rang comprès entre el 85 i 105% de la potència contractada, existeix una desviació de potència, que la comercialitzadora factura a través d'abonaments o de penalitzacions.

La optimització de potència consisteix en ajustar la potència contractada a cada centre amb la demanda real que té, per tal de pagar un terme de potència corresponent amb la necessitat real. El fet de tenir una potència contractada menor o major a la real repercuteix de forma desfavorable amb penalitzacions o un import de facturació més alt cada període.

Com s'ha vist anteriorment i per tal d'ajustar la potència de cada botiga amb la que realment precisen, s'ha fet un estudi dels màxímetres de l'any analitzats de cada botiga per tal de poder valorar si la potència contractada s'ajusta a les necessitats reals.

L'estudi dels ajustos i optimitzacions de potència s'han fet a través d'una plataforma en línia amb software privat. Aquesta té accés als consums dels últims 24 mesos i als màxímetres de cada punt de subministrament, a partir del CUPS⁴. Amb aquesta informació, disposa de diversos algoritmes de caire privat que s'encarreguen de determinar i ajustar les potències òptimes acord al consums, disposant i també d'un comparador de comercialitzadores per tal de mostrar els estalvis econòmics deguts als possibles canvis de companyia. Així, s'han determinat les

⁴ Les sigles CUPS corresponen a Codi Universal del Punt de Subministrament. És un codi únic que identifica el punt de subministrament d'energia. Està encapçalat per la seqüència "ES" i per altres 20 o 22 caràcters (xifres o lletres), en funció de si el CUPS fa referència a un punt de subministrament de llum (20 caràcters) o un punt de subministrament de gas (22 caràcters). Es crea amb l'objectiu d'identificar cada subministrament.

potències que més s'ajusten per a cada centre i amb el preu del kW, podem determinar l'estalvi anual per a cada establiment.

La taula 22 mostra les potències contractades a cada centre, les penalitzacions i/o abonaments de potència anuals, les potències optimitzades i els estalvis anuals segons els preus del terme de potència. S'han inclòs els excessos i abonaments mitjos de potència per a cada centre amb l'objectiu de tenir el cost mensual mig actual real. A partir dels costos del terme de potència optimitzada podem extrapolar els estalvis anuals de cada centre.

CCAA	C. VALENCIANA	ANDALUSIA	MADRID	CATALUNYA	ANDALUSIA	CATALUNYA	MURCIA	ANDALUSIA	CASTELLA- LA	C. VALENCIANA	MADRID	ARAGÓ
Comerç	Alacant	Almeria	Equinoccio	Girona	Màlaga	Mataró	Murcia	Sevilla	Toledo	València	Xanadú	Saragossa
Potència P1 kW	33	26,3	56	27	63	25	27,7	50	16,5	58,8	73	63
Potència P2 kW	33	26,3	56	27	63	25	27,7	50	16,5	58,8	73	63
Potència P3 kW	33	26,3	56	40	63	25	27,7	50	16,5	58,8	73	63
Potència €/kW P1	0,11462	0,11434	0,10332	0,11159	0,11343	0,11278	0,10948	0,11052	0,10925	0,11270	0,10738	0,11219
Potència €/kW P2	0,06877	0,06860	0,06199	0,06695	0,06806	0,09774	0,06569	0,09578	0,06555	0,06762	0,06443	0,06731
Potència €/kW P3	0,04585	0,04573	0,04133	0,04463	0,04537	0,08667	0,04379	0,08841	0,04370	0,04508	0,04295	0,04487
Exc/abon. Potència €	-34,50	-19,53	-55,53	7,16	0,00	72,61	-28,57	-51,43	88,03	-60,31	-74,87	0,00
Cost TP P1 €	113,5	90,2	173,6	90,4	214,4	84,6	91,0	165,8	54,1	198,8	235,2	212,0
Cost TP P2 €	68,1	54,1	104,1	54,2	128,6	73,3	54,6	143,7	32,4	119,3	141,1	127,2
Cost TP P3 €	45,4	36,1	69,4	53,6	85,8	65,0	36,4	132,6	21,6	79,5	94,1	84,8
Cost mensual + exc potència €	192,5	160,9	291,6	205,3	428,8	295,5	153,4	390,6	196,2	337,3	395,5	424,1
Opt. P1 kW	14,0	21,0	34,0	24,0	41,0	31,0	17,0	34,0	19,0	32,0	37,0	50,0
Opt. P2 kW	14,0	22,0	35,0	27,0	42,0	32,0	16,0	34,0	24,0	34,0	37,0	50,0
Opt. P3 kW	12,0	13,0	22,0	15,0	17,0	19,0	13,0	15,0	6,0	15,0	33,0	11,0
Cost TP Opt. P1 €	48,1	72,0	105,4	80,3	139,5	104,9	55,8	112,7	62,3	108,2	119,2	168,3
Cost TP Opt. P2 €	28,9	45,3	65,1	54,2	85,8	93,8	31,5	97,7	47,2	69,0	71,5	101,0
Cost TP Opt. P3 €	16,5	17,8	27,3	20,1	23,1	49,4	17,1	39,8	7,9	20,3	42,5	14,8
Cost mensual Opt. €	93,5	135,1	197,7	154,7	248,4	248,1	104,4	250,2	117,3	197,5	233,2	284,1
Estalvi anual €	1187	309	1126	608	2164	569	587	1685	946	1678	1947	1680

Taula 22. Potències contractades i optimitzacions de potència en cada període tarifari per a cada centre.

Tal com mostra la taula 22, a totes les botigues s'aconseguirien estalvis degut a la optimització de potència. S'observa que són els centres de Màlaga, Sevilla, València, Mad. Xanadú i Saragossa aquells que pitjor ajustada tenen les potències contractades en cada període; resultant potències optimitzades bastant més baixes a les actuals, sobretot a P3. Aquells centres amb abonaments de potència tenen potències contractades superiors als màximes i els que han de pagar excessos de potència corresponen a centres amb potències contractades inferior als màximes (demanda) reals.

7.2.3 Compensació d'energia reactiva

Com a proposta de millora del consum en excés d'energia reactiva per als centres de Madrid Xanadú (44,5% reactiva sobre activa) i Màlaga (47,2%) es proposa la compensació a través d'una bateria de condensadors. Val a dir que aquesta proposta no es va incloure amb detall a les auditories, quedant només reflectit el consum de reactiva i la seva compensació de manera qualitativa. Ja que els centres no presenten valors excessivament elevats (superiors al 75%) no es va considerar tant prioritària com les altres mesures.

A l'annex 13 es fa una petita explicació de l'energia reactiva i es justifiquen els càlculs realitzats; en aquesta secció, a mode d'exemple, es mostra el càlcul de la bateria de condensadors necessària per tal d'aconseguir els factors de potència desitjats, sense entrar en detalls tècnics.

A partir del consum anual d'energia activa i reactiva dels dos centres és fàcil calcular el factor de potència mig anual i amb les hores laborals anuals s'estima la potència mitjana demandada al centre. A partir d'aquí es fan dues suposicions: una correcció per obtenir un factor de potència de 0.96 i una altra de 0.98. Amb això podem calcular l'energia reactiva Q_c que ha de subministrar la bateria de condensadors i degut a que els dos centres demanden corrent trifàsic, es fa el càlcul de la capacitat (en μF : microFarads) de cadascun dels condensadors, segons sigui la connexió en triangle o en estrella.

La taula 23 mostra el resum dels càlculs efectuats.

	Comerç	Màlaga	Mad. Xanadú
Energia Reactiva	En. Activa kWh	100.920	122.837
	En. Reactiva kVAr	47.634	54.717
	%React/Act	47,20%	44,54%
	h anuals	4290	4675
	P activa kW	23,5	26,3
	cos (φ)	0,9043	0,9135
	Qc kVAr	4,2	4,0
cos (φ')=0,96	C_{estrella} μF	85,1	81,0
	C_{triangle} μF	28,13	26,79
cos (φ'')=0,98	Qc kVAr	6,3	6,4
	C_{estrella} μF	564,3	537,4
	C_{triangle} μF	186,6	177,7

Taula 23. Energia reactiva a compensar Q_c i capacitats dels condensadors segons connexió, triangle o estrella, per a dues suposicions de correcció del factor de potència 0,96 i 0,98 per als centres de Màlaga i Madrid Xanadú.

8. Conclusió

A partir dels diversos resultats obtinguts podem concloure aquest treball expressant la necessitat cada cop major d'elaborar auditories i estudis energètics en els diferents sectors consumidors d'energia de la societat. En una societat creixent i globalitzada, amb una demanda energètica en augment i uns recursos limitats, és imprescindible la recerca i l'estudi de gestió i eficiència energètica per tal d'aprofitar de la millor manera possible els diversos recursos energètics que disposem. A partir de la quantització i anàlisi de l'ús de l'energia es poden mostrar els punts favorables i desfavorables i les possibles millores a dur a terme per tal d'incrementar l'eficiència, disminuint consums energètics i costos econòmics.

Per al cas que abasta el present treball, a partir de l'estudi de les factures elèctriques i de les informacions recollides a les visites d'auditories, s'han determinat els punts d'ineficiència energètica de cada botiga (tant de contractació com d'utilització dels diversos elements consumidors), i s'han establert indicadors per tal de poder comparar-los i tenir una visió global dels diversos consums de cada grup en cada establiment. Amb això, s'han pogut elaborar un seguit de propostes de millora per tal de corregir els punts desfavorables de cada centre i augmentar l'eficiència energètica d'aquests, estimant en bona aproximació els estalvis potencials de cada proposta. Així amb especificitat podem dir que:

- L'estudi energètic i l'auditoria mostren un espectre real dels actors consumidors d'energia
- Amb l'anàlisi energètica es poden elaborar un ventall d'accions a tenir en compte per tal d'incidir des de diferents camins.
- Es poden estimar i precisar quines propostes són les més necessàries, eficients i rentables.

Com a valoració personal, afegir que aquest treball és, en certa manera, un nexa entre els estudis teòrics desenvolupats al màster i els mètodes pràctics utilitzats al món laboral. Ha sigut molt enriquidor per a mi aprendre a desenvolupar una auditoria energètica i poder interrelacionar la metodologia de treball seguida a l'empresa i els aprenentatges copsats a les classes, materialitzant ambdós camps en l'elaboració d'aquest text.

9. Abstract

In a changing world, each day more interconnected and with higher energy needs arises the need to take advantage of energy correctly and work to increase the energy efficiency of different consumers, since resources are limited. In any sector, it is necessary to implement methodologies to quantify the various consumer elements and analyze the regime in which they work, with the aim of correcting inefficiencies and contributing to a better use of energy. This work shows an example of the development of an energy audit for a set of decoration shops and a series of

proposals for improvement. The objective is therefore to determine the current energy status of each center from the energy consuming elements present and to elaborate an energy efficiency study showing the possible points of action and quantifying the potential savings of consumption and cost.

En un món canviant, cada dia més interconnectat i amb unes necessitats energètiques més elevades sorgeix la necessitat d'aprofitar correctament l'energia i treballar en incrementar l'eficiència energètica dels diversos consumidors, ja que els recursos sí són limitats. En qualsevol sector és necessària l'implementació de metodologies per tal de quantificar els diversos elements consumidors i analitzar en quin règim treballen, amb l'objectiu de corregir les ineficiències i contribuir a una millor utilització de l'energia. Aquest treball mostra un exemple del desenvolupament d'una auditoria energètica per a un conjunt de botigues de decoració i un seguit de propostes de millora. L'objectiu és doncs determinar l'estat actual energètic de cada centre a partir dels elements consumidors d'energia presents i elaborar un estudi d'eficiència energètica on es mostrin els possibles punts d'actuació i es quantifiquin els potencials estalvis de consum i cost.

10. Bibliografia

- Agencia Estatal de Meteorología: AEMET. 2017. Datos climatológicos. <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos>
- Canabal, Epifanio. 2014. Optimización Costes Energía: La compensación de energía reactiva, un paso crucial para reducir la factura de la luz de tu empresa. GESTERNOVA. <http://blog.gesternova.com/la-compensacion-de-energia-reactiva-un-paso-crucial-para-reducir-la-factura-de-la-luz-de-tu-empresa/>. Consultado el 15 de mayo 2017.
- S.a. 2015. Gestión energética: Tarifa 3.0A. Potencia Eléctrica. <http://potenciaelectrica.es/tarifa-3-0-a-toda-la-informacion/>
- Villarrubia, Miguel. 2016. *Bases de la ingeniería energética*. Universidad de Barcelona.

10. Annexes

ANNEX 1: Artículo 2. Ámbito de aplicación, Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero

1. Este capítulo será de aplicación a aquellas empresas que tengan la consideración de grandes empresas, entendiéndose por tales tanto las que ocupen al menos a 250 personas como las que, aun sin cumplir dicho requisito, tengan un volumen de negocio que exceda de 50 millones de euros y, a la par, un balance general que exceda de 43 millones de euros. De igual modo, será también de aplicación a los grupos de sociedades, definidos según lo establecido en el artículo 42 del Código de Comercio, que, teniendo en cuenta las magnitudes agregadas de todas las sociedades que forman el grupo consolidado, cumplan los referidos requisitos de gran empresa

2. Quedan excluidas del ámbito de aplicación, las microempresas, pequeñas y medianas empresas (PYMES), de acuerdo con el título I del anexo de la Recomendación 2003/361/CE de la Comisión, de 6 de mayo de 2003, sobre la definición de microempresas, pequeñas y medianas empresas.

ANNEX 2: Metodología de l'auditoria energètica

I – Reunió Inicial:

- Definició de les línies mestres / objectius i abastos de l'auditoria.
- Definició dels interlocutors, recursos i compromisos per ambdues parts.
- Definició dels mètodes de treball.
- Programació de visites.
- Sol·licitud de dades inicials (ampliació dels facilitats per a la confecció de la proposta).

II – Recopilació d'Informació:

- Visita/s instal·lacions.
- Lliurament de qüestionari energètic a respondre (tendes no visitades).
- Resolució de dubtes.
- Definició processos de consum.

III – Mesurament i anàlisi:

- Mesurament de consums elèctrics en 29 tendes.
- Luxometria, termografia i temperatura interior en 29 tendes.
- Inventari d'equips en 29 tendes.
- Càlculs de consums elèctrics per les 7 tendes no visitades.
- Identificació d'oportunitats de millora.

IV – Informe:

- Valoració de millores
- Redacció de l'informe d'auditoria

V – Reunió final:

- Presentació i posada en comú dels resultats obtinguts

ANNEX 3: Índex de l'auditoria energètica

1.- Dades generals de l'establiment

- 1.1.- Identificació del Centre.
- 1.2.- Descripció de les Instal·lacions i inventari
- 1.3.- Volum de treball
- 1.4.- Règim de funcionament.

2.- Fonts de subministrament energètic

- 2.1.- Consum anual d'Energia Elèctrica, comprada i auto produïda.
- 2.2 Consums anuals d'energia tèrmica, combustibles utilitzats
- 2.3.- Produccions energètiques pròpies.
- 2.4.- Altres fonts de subministrament energètic.

3.- Consums específics i costos energètics

- 3.1.- Consums específics d'energia en l'establiment
- 3.2. - Cost energètic de l'establiment, factura energètica i tarifes aplicades
- 3.3.- Cost de l'energia en l'establiment, repercussió de l'energia en el preu final o costos i optimització dels costos energètics
- 3.4.- Influència dels productes tractats en les possibles variacions en els costos

4. - Millores detectades en la auditoria energètica

- 4.0.- Punts ja existents que afavoreixen l'estalvi energètic
- 4.1.- Actuacions d'eficiència energètica
- 4.2.- Estalvi d'energia
- 4.3.- Estalvi en costos energètics
- 4.4.- Altres estalvis i millores. Millora mediambiental
- 4.5.- Inversió total i rendibilitat econòmica
- 4.6.- Inversió equips energètics i període de tornada

5.- Resum i conclusions

- 5.1.- Anàlisi Energètica de l'Establiment
- 5.2.- Anàlisi de la Mesures detectades en la auditoria

6.- Mesures preventives i recomanacions

6.1.- Il·luminació.

6.2.- Anàlisi de la Mesures detectades en la auditoria.

6.3.- Equips informàtics.

6.4.- Aparells, eines i maquinària elèctrica.

7.- Referències

8.- Annexos

ANNEX 4: Descripció Tarifa 3.0 A

Tarifa general en baixa tensió amb tres períodes horaris per a potències contractades >15kW. És habitual en petites empreses i serveis d'hostaleria com a restaurants, hotels,...

Les tarifes elèctriques 3.0A tenen cinc característiques que les identifiquen i que són les següents:

1. Tarifa elèctrica de baixa tensió
2. Es tracta d'una tarifa per a potències superiors a 15Kw.
3. És una tarifa amb 3 períodes tarifaris: punta, vall i pla. Sempre és una tarifa de discriminació horària.
4. Es factura la potència per maxímetre.
5. Es penalitza per l'energia reactiva no compensada.

Regulació de les tarifes 3.0A

Al contractar una tarifa 3.0A no existeix l'opció d'acollir-se a una tarifa regulada (no existeix l'opció PVPC), sinó que està sempre en mercat lliure. El govern marca els preus dels peatges d'accés (ATR), però cada comercialitzadora aplica el marge de benefici i les condicions contractuals que cregui oportunes.

Els peatges d'accés de tercers a xarxes o ATR, és una quota que tots els subministraments elèctrics han d'abonar per l'ús de la infraestructura elèctrica, per assumir el manteniment i la disponibilitat de l'energia. Els ATR es paguen en funció de la potència contractada i l'energia consumida, és a dir, part del terme de potència que paguem és a causa del ATR, així com parteix del terme d'energia, també és conseqüència del ATR.

En l'actualitat, els peatges ATR per a la tarifa 3.0A estan regulades per l'Ordre IET/107/2014, de 31 de gener de 2014 i són els següents:

	Període 1	Període 2	Període 3
Tp: €/kW i any	40,728885	24,43733	16,291555
Te: €/kWh	0,018762	0,012575	0,00467

Facturació de la potència en les tarifes 3.0A

A diferència de les tarifes 2.0 o 2.1, en les tarifes 3.0A es poden contractar potències diferents en cadascun dels períodes. La potència mínima a contractar és de 15kW en almenys un dels períodes i no està normalitzada, podent-se contractar la que es desitgi. Encara que algunes comercialitzadores posen com a restricció que la potència del període P3 sigui major o igual que la del període P2 i al seu torn aquesta major o igual que la del P1, o que totes siguin iguals, això no està regulat, podent-se contractar la que es desitgi en cada període.

En les tarifes 3.0 no existeix ICP (interruptor de control de potència), sinó que la potència es controla mitjançant un màxímetre. El màxímetre és un equip de mesura que registrarà la màxima potència mitjana demandada durant 15 minuts en el mes de facturació i per cada període tarifari; per tant, cada mes tindrem tres lectures de màxímetre, una per cada període. Aquestes lectures són les que s'utilitzen per facturar el terme de potència cada mes de la forma següent:

1 de gener de 2014 i són els següents:

CÀLCUL DEL TERME DE POTÈNCIA EN TARIFES 3.0A	
Pm: Potència demandada (màxímetre)	Potència de facturació
Si $P_m < 0,85P_c$	Es factura el 85% de P_c (Potència contractada)
Si $0,85P_c < P_m < 1,05P_c$	Es factura la potència registrada al màxímetre
Si $P_m > 1,05P_c$	Es factura $P_f = P_m + 2 * (P_m - 1,05P_c)$

La facturació per màxímetre fa que sigui vital la vigilància i optimització de la potència anualment, havent-se d'ajustar la potència contractada a la demandada.

Terme d'energia en les tarifes 3.0A

En les tarifes 3.0A existeixen tres períodes tarifaris: punta (4 hores diàries), pla (12 hores diàries) i vall (8 hores diàries). Cada període tarifari té un preu diferent de l'energia. La distribució dels horaris varia en funció de si és temporada d'hivern o estiu, canviant d'un a un altre quan es produeix el canvi horari. La distribució dels períodes és com es mostra en la imatge següent:

	HORARIS TARIFA 3.0A	
	HORARI D'ESTIU	HORARI D'HIVERN
P1- 4 h	11 a 15h	18 a 22h
P2- 12h	15 a 0h i de 8 a 11h	8 a 18h i de 22 a 0h
P3- 8h	0 a 8h	0 a 8h

En la tarifa 3.0A, encara que la potència es paga més cara que en altres tarifes, l'energia és bastant més barata. Aquest fet fa que sigui una tarifa ideal per a grans consumidors energètics.

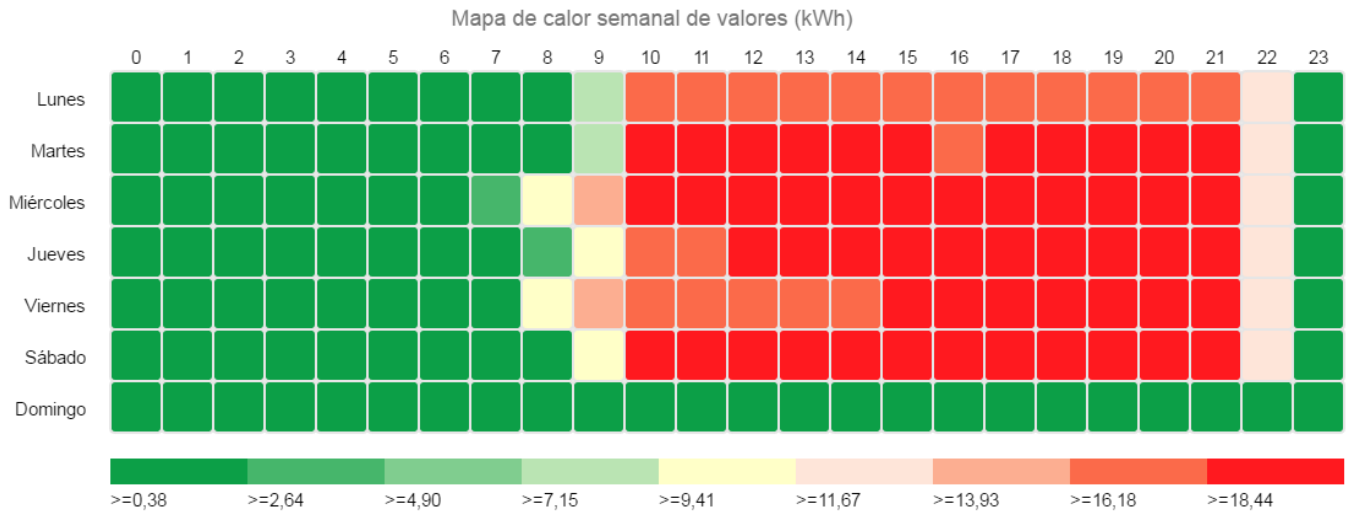
Penalitzacions per energia reactiva en tarifes 3.0A

En la tarifa 3.0A es penalitza la descompensació de l'energia reactiva. És energia no consumida (no té utilitat) i que hauria d'haver-se consumit. Quan a la xarxa existeixen grans descompensacions entre l'energia activa utilitzada i l'energia reactiva que hauria d'haver-se utilitzat es produeixen problemes a les xarxes elèctriques, fonamentalment augmenta la temperatura de cables, malament funcionament d'equips, etc. Per tant, atès que no és bo per a la xarxa elèctrica una descompensació entre activa i reactiva, les distribuïdores penalitzen als usuaris que no compensen aquesta energia reactiva. Els principals equips descompensadors de la reactiva són aquells que tenen bobines (motors) i el mètode per compensar és la utilització de bateries de condensadors. La penalització d'energia reactiva està regulada pel Reial decret 1164/2001, de 26 d'octubre de 2001 i l'ordre ITC 1723/2009, de 26 de juny de 2009. La penalització s'aplicarà sobre els períodes tarifaris punta i pla (P1 i P2), sempre que el consum d'energia reactiva excedeixi el 33% del consum d'activa durant el període de facturació considerat i únicament afectarà a aquests excessos. Començarà a penalitzar-se quan el $\cos \theta$, factor de potència, sigui menor a 0,95. La fórmula per a calcular el $\cos \theta$ és la següent:

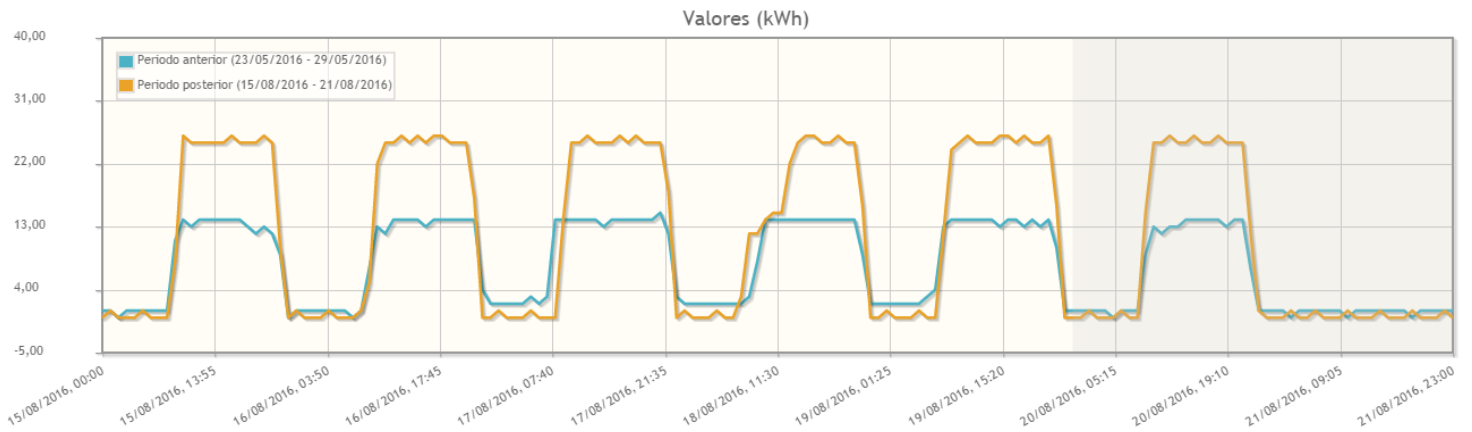
$$\text{Factor de potència} = \cos \theta = \frac{\text{En. Activa}}{\sqrt{(\text{En. Activa})^2 + (\text{En. Reactiva})^2}}$$

cos θ	€/kVAr
0,9 \leq cos θ <0,95	0,000013
0,85 \leq cos θ <0,9	0,017018
0,8 \leq cos θ <0,85	0,034037
cos θ <0,8	0,051056

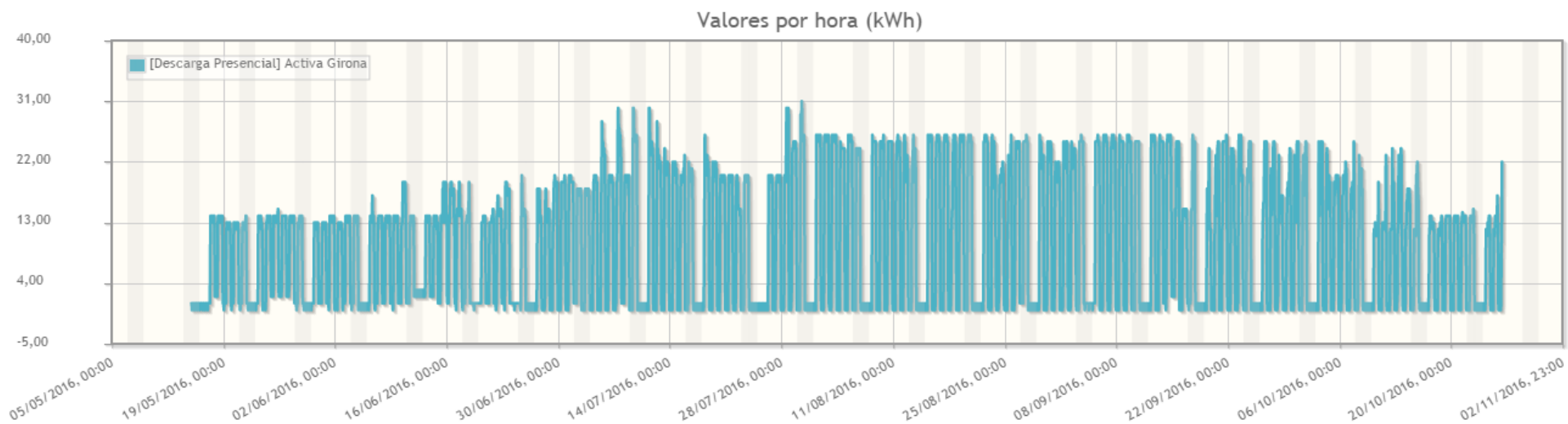
ANNEX 5: Descàrrega de comptador per al centre de Girona



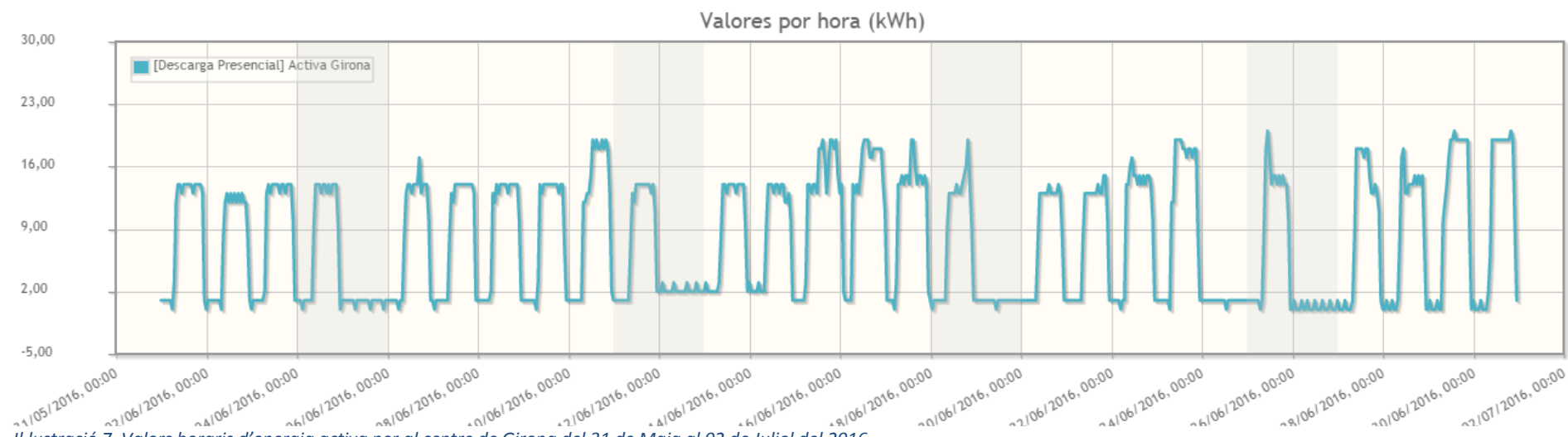
Il·lustració 6 Mapa de calor setmanal segons descàrrega. Es pot apreciar de forma molt clara l'horari de treball de la tenda, sobre la base dels consums horaris, que es veuen reflectits en el mapa de calor. S'observa un consum elevat de 10 a 21h, de forma general, i en les hores d'obertura i tancament de la tenda el consum és menor (9 i 22h). Els dos dies que es descarrega mercaderia i es comença a treballar a les 8 també es veuen reflectits (dimecres i divendres). En els diumenges mai es treballa i per tant concorda que el consum sigui nul.



Il·lustració 5. Consums del centre de Girona per una setmana típica del mes de Maig (blau) i d'Agost (taronja). S'aprecia clarament el mateix patró segons horaris de botiga (6 dies per setmana) amb una diferència del consum deguda al del grup climatització.



Il·lustració 8. Valors horaris d'energia activa per al centre de Girona del 18 de Maig al 27 d'Octubre del 2016. Es pot apreciar com el consum es dobla des de final de Juliol fins a principis d'octubre, quan torna a disminuir.



Il·lustració 7. Valors horaris d'energia activa per al centre de Girona del 31 de Maig al 02 de Juliol del 2016.

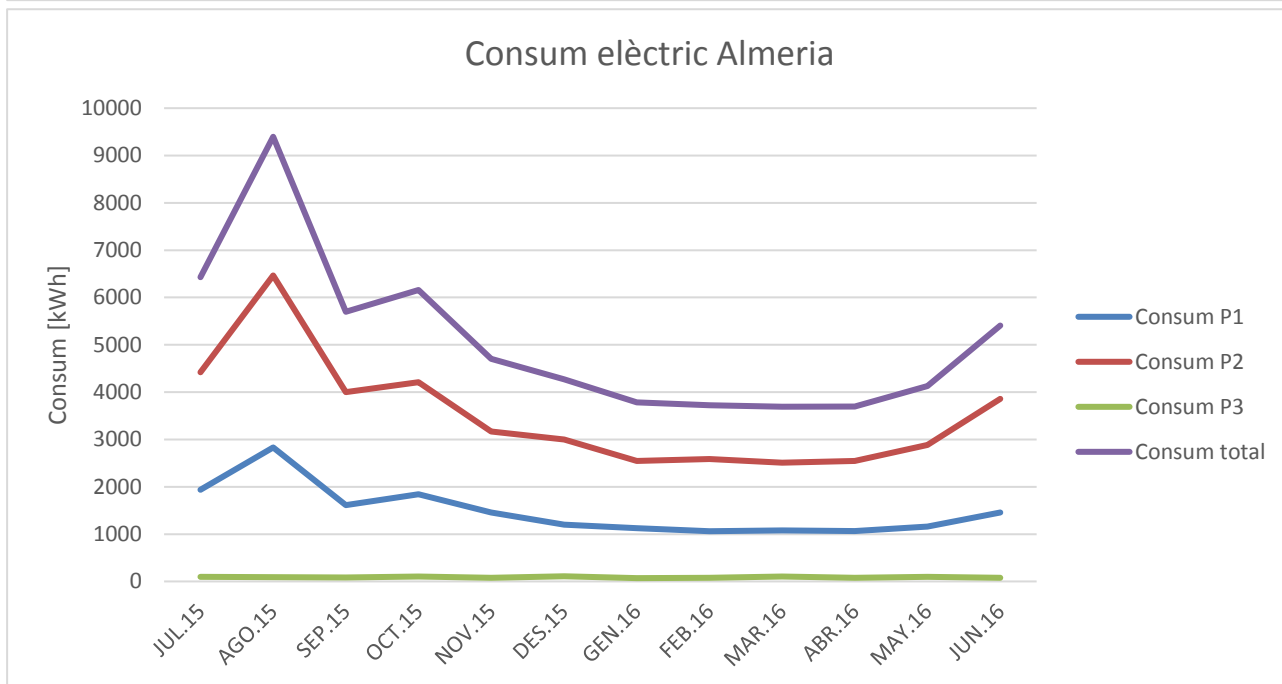
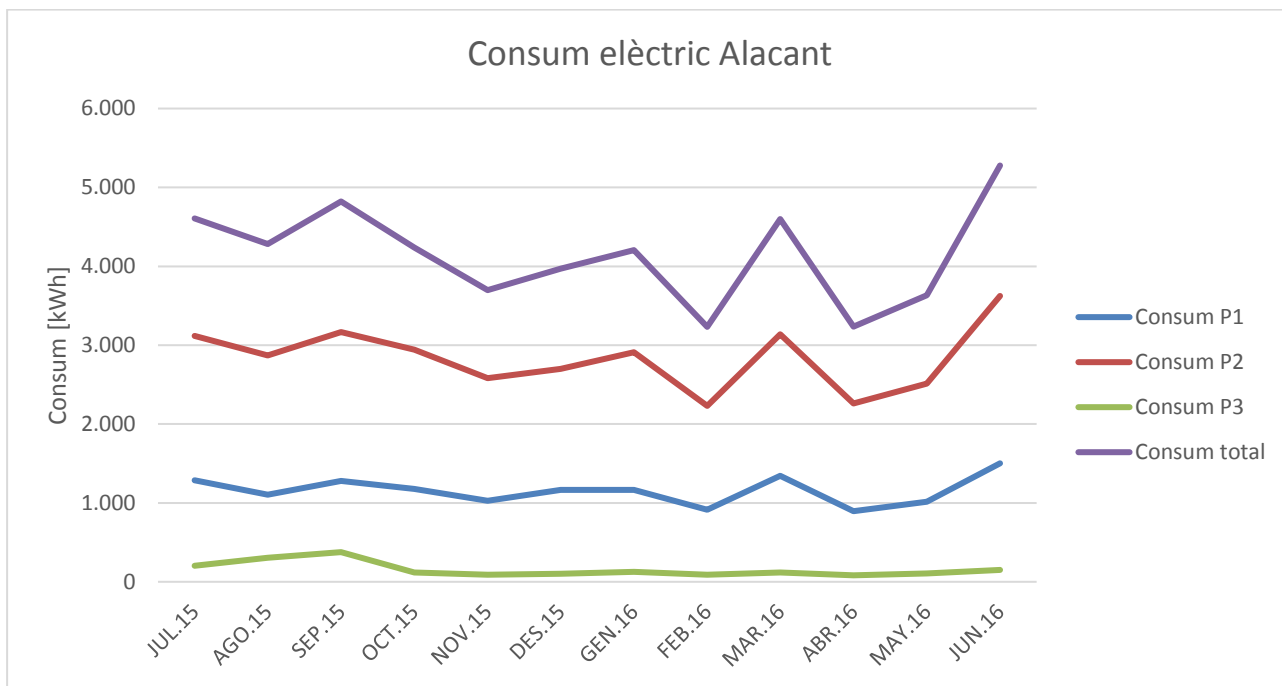
ANNEX 6: Consums mensuals per a cada centre i període tarifari de Juliol del 2015 a Juny 2016

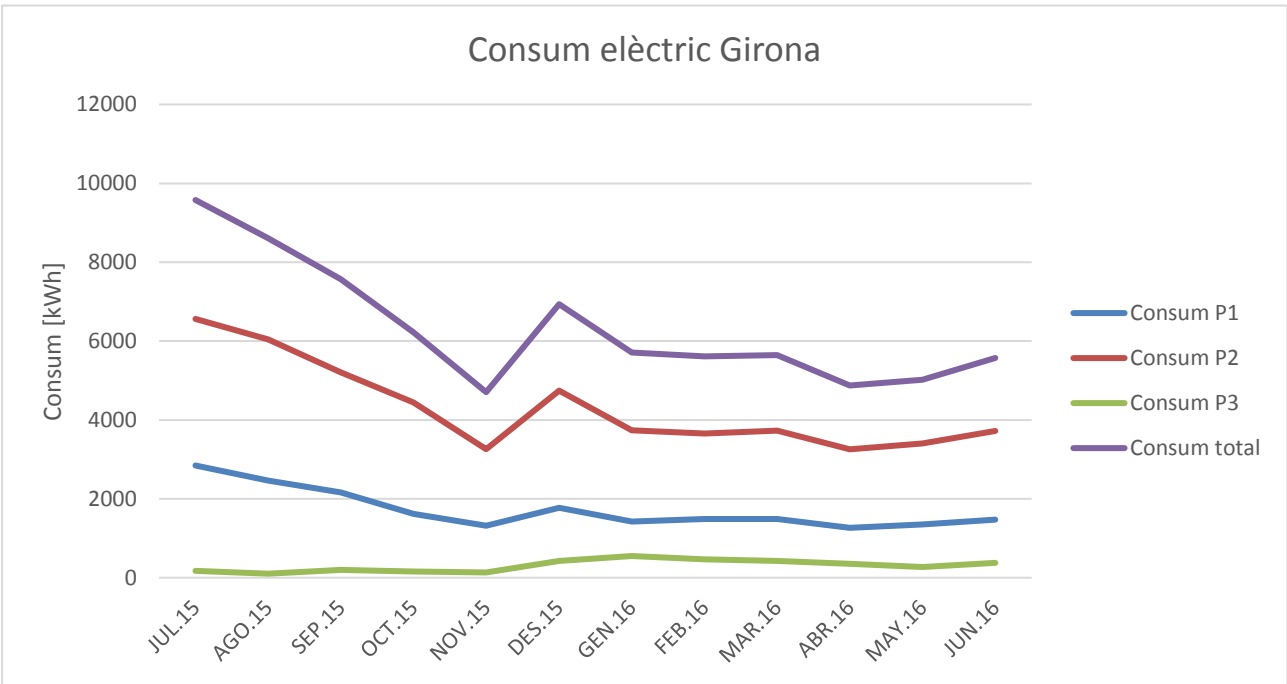
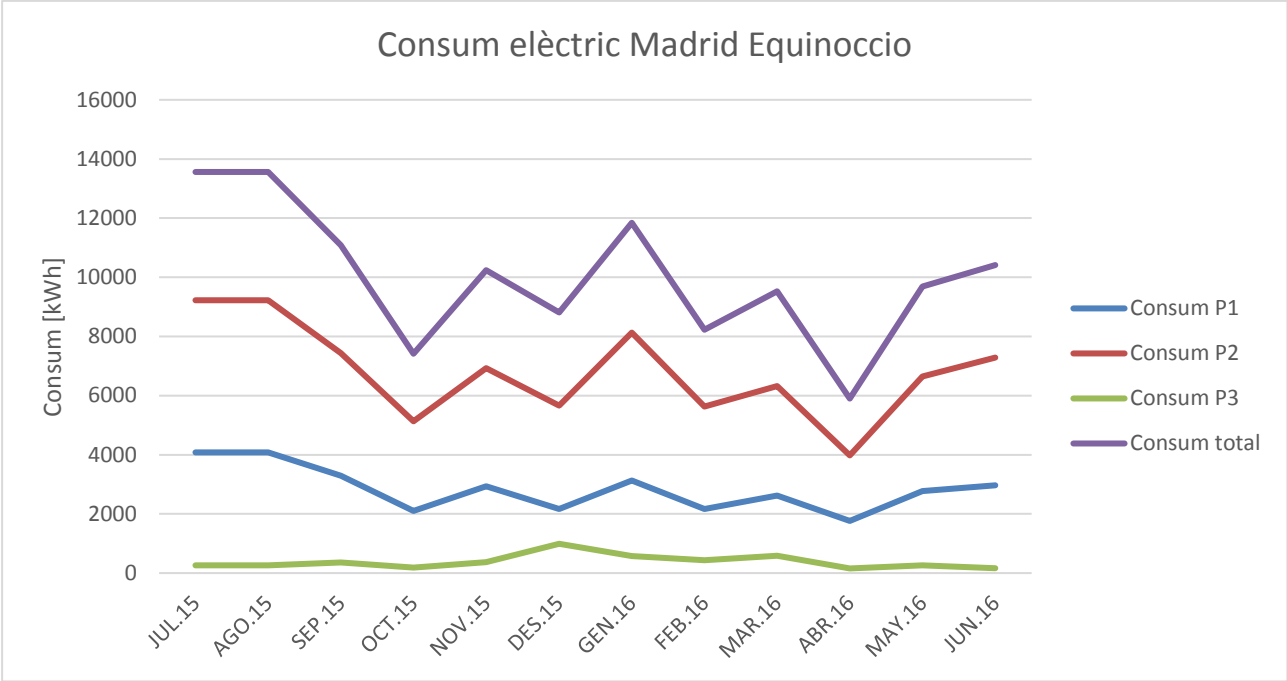
Botiga	Consum energètic de Juliol 2015 a Juny 2016															
	JUL.15				AGO.15				SEP.15				OCT.15			
	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL
Alacant	1.288	3116	202	4.606	1.106	2870	306	4.282	1.277	3167	376	4.820	1.176	2942	118	4.236
Almeria	1935	4417	76	6428	2831	6465	100	9.396	1615	4002	80	5.697	1842	4213	102	6.157
Mad.Equinoccio	4080	9224	257	13561	4080	9224	257	13.561	3293	7435	357	11.085	2105	5130	182	7.417
Girona	2845	6562	170	9577	2463	6043	102	8608	2160	5206	200	7566	1618	4445	157	6220
Màlaga	5052	11986	82	17120	5002	11520	75	16597	3459	7768	122	11349	2720	6086	94	8900
Mataró	1603	4033	120	5756	2374	5660	119	8153	3176	7376	173	10725	2271	5500	138	7909
Murcia	1776	4409	71	6256	1884	4688	54	6626	1476	3811	46	5333	1608	3902	54	5564
Sevilla	3432	8068	104	11604	3573	8681	122	12376	2903	7278	92	10273	2800	6936	108	9844
Toledo	2023	2903	675	5601	1685	2578	554	4817	1230	2563	472	4265	877	1557	535	2969
València	3516	7729	230	11475	4152	9188	266	13606	2871	6216	217	9304	2429	5115	262	7806
Mad. Xanadú	3900	9122	471	13493	3949	8658	305	12912	3379	8190	419	11988	3264	8049	360	11673
Saragossa	2331	5351	254	7936	2406	5614	216	8236	1720	4765	213	6698	1538	3675	248	5461
TOTALS [kWh]	33.781	76.920	2.712	113.413	35.505	81.189	2.476	119.170	28.559	67.777	2.767	99.103	24.248	57.550	2.358	84.156

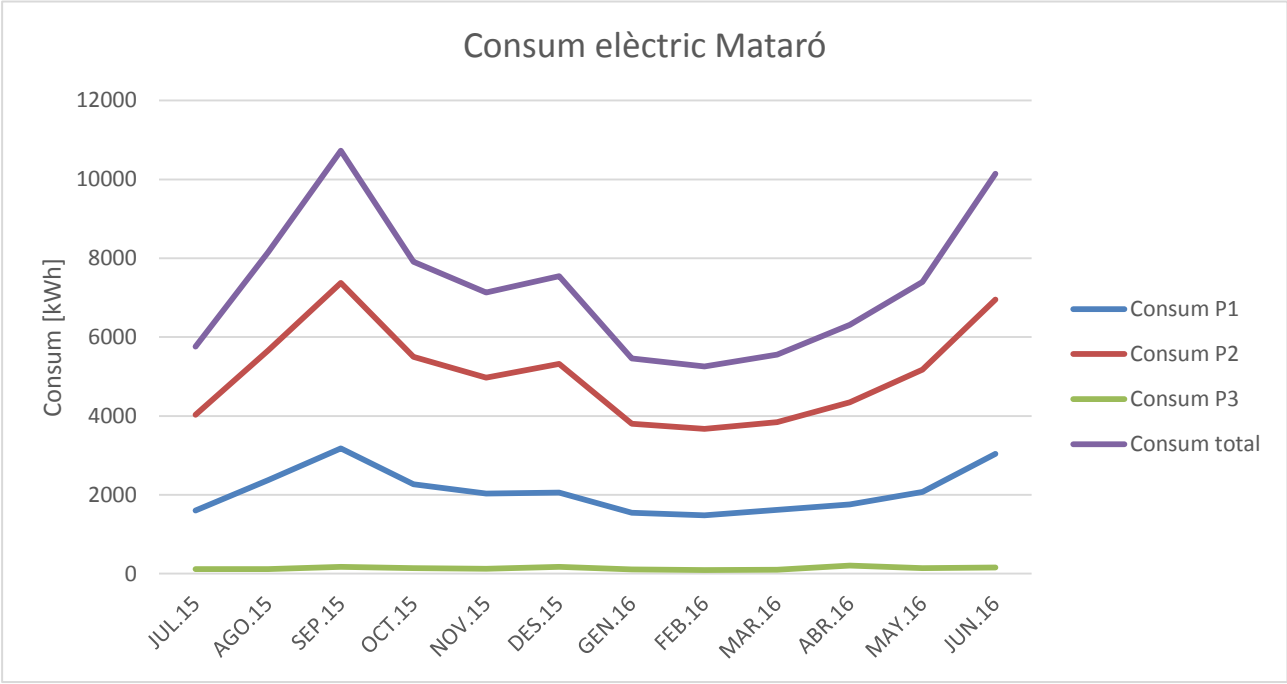
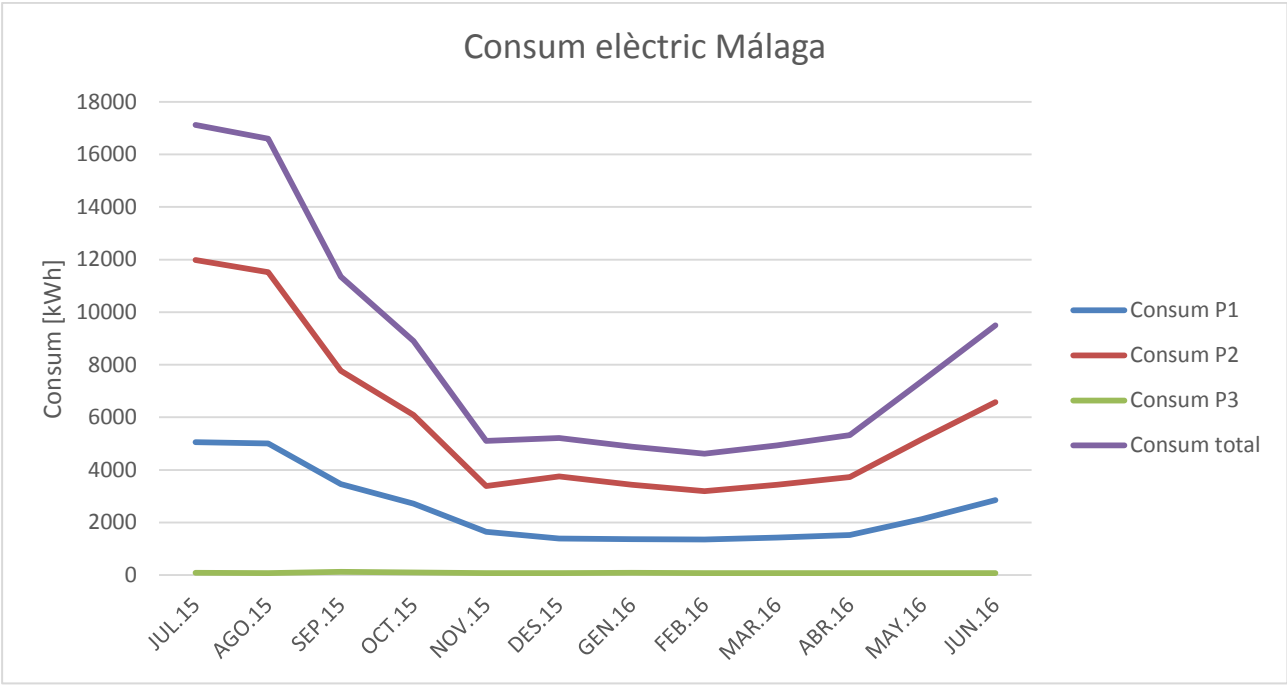
Botiga	Consum energètic de Juliol 2015 a Juny 2016															
	NOV.15				DIC.15				ENE.16				FEB.16			
	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL
Alacant	1.027	2582	90	3.699	1.167	2698	103	3.968	1.166	2912	127	4.205	914	2230	88	3.232
Almeria	1457	3168	80	4.705	1200	3000	70	4.270	1128	2548	109	3.785	1061	2583	80	3.724
Mad.Equinoccio	2936	6933	368	10.237	2165	5659	990	8.814	3126	8135	579	11.840	2167	5626	435	8.228
Girona	1315	3258	132	4705	1771	4743	425	6939	1426	3734	550	5710	1486	3656	470	5612
Màlaga	1643	3388	71	5102	1392	3748	69	5209	1371	3432	83	4886	1351	3192	70	4613
Mataró	2031	4970	127	7128	2054	5322	170	7546	1544	3802	109	5455	1482	3676	95	5253
Murcia	1514	3450	39	5003	1447	3502	32	4981	1346	3490	70	4906	1309	3188	35	4532
Sevilla	2365	5629	85	8079	1926	4582	129	6637	1966	4911	109	6986	1746	4172	96	6014
Toledo	1150	1949	381	3480	775	1524	688	2987	945	1991	896	3832	1057	2198	491	3746
València	1912	4165	206	6283	2043	4664	225	6932	2070	4781	304	7155	1415	3278	214	4907
Mad. Xanadú	2342	6676	293	9311	2790	7238	361	10389	1644	4026	197	5867	2496	5902	295	8693
Saragossa	2441	4639	222	7302	3190	7875	217	11282	2716	5860	222	8798	2932	6291	213	9436
TOTALS [kWh]	22.133	50.807	2.094	75.034	21.920	54.555	3.479	79.954	20.448	49.622	3.355	73.425	19.416	45.992	2.582	67.990

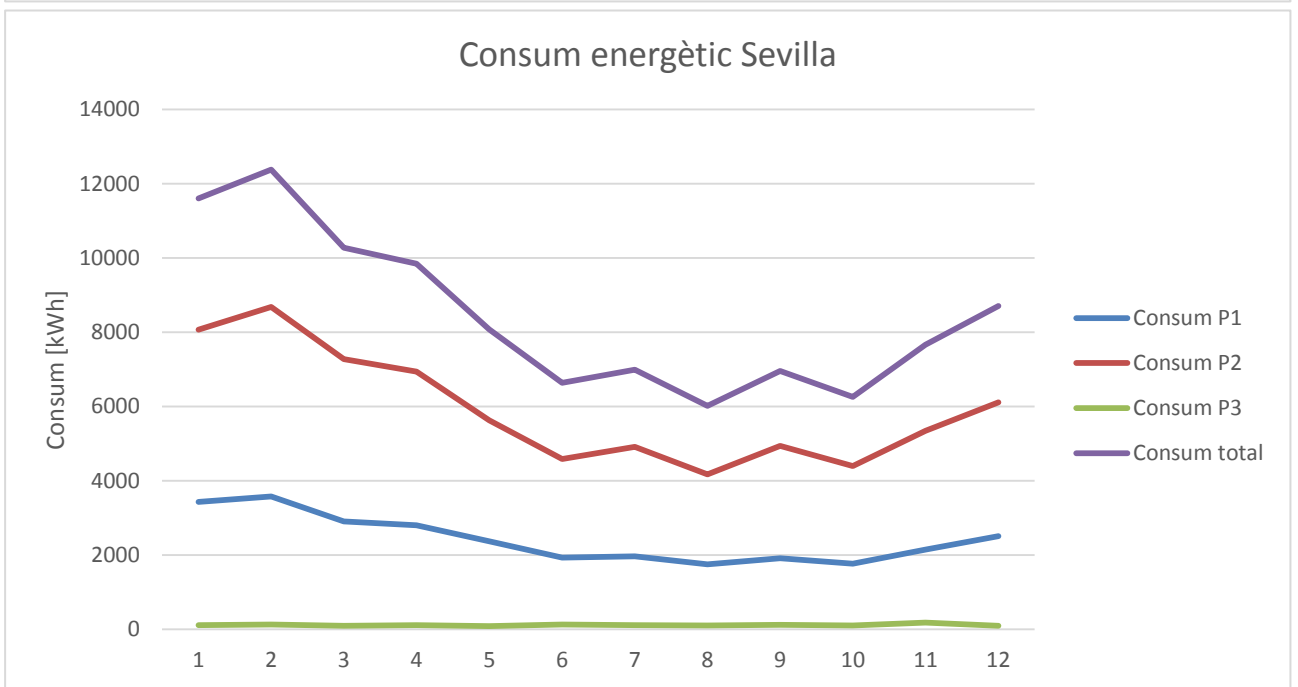
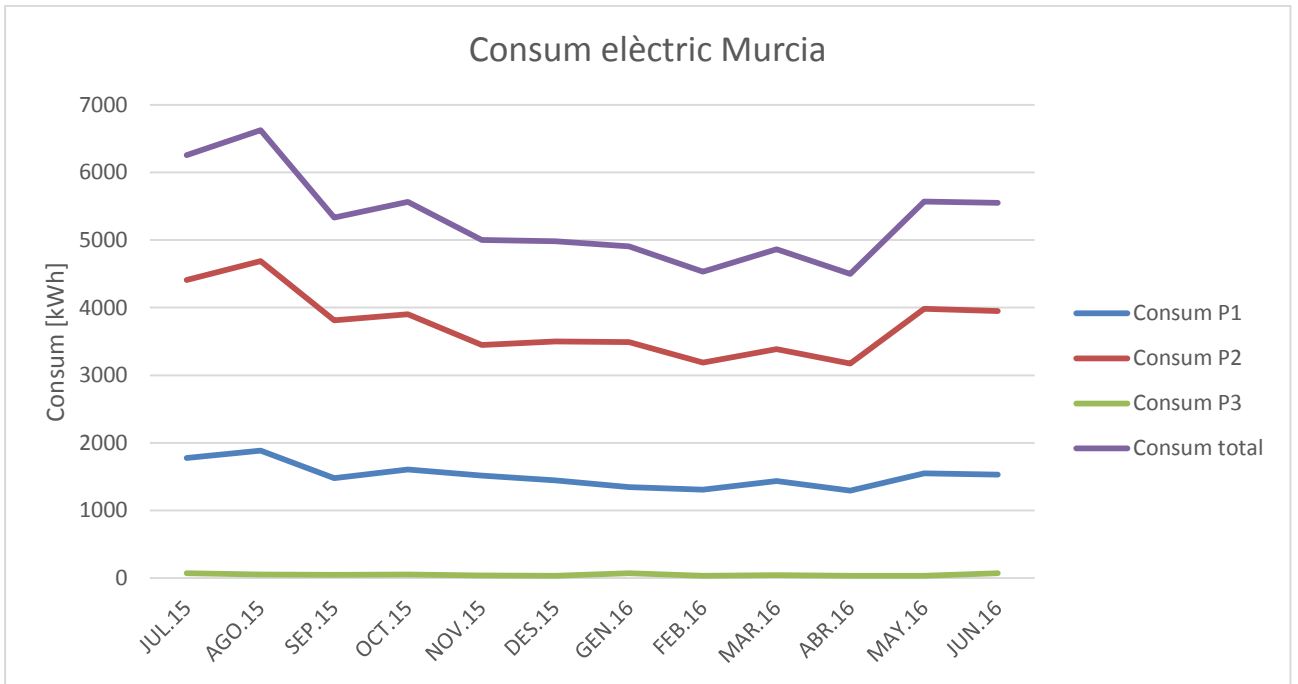
Botiga	Consum energètic de Juliol 2015 a Juny 2016															
	MAR.16				ABR.16				MAY.16				JUN.16			
	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL	P1	P2	P3	TOTAL
Alacant	1.344	3137	116	4.597	895	2260	82	3.237	1.015	2513	106	3.634	1.502	3624	152	5.278
Almeria	1080	2509	103	3.692	1062	2548	83	3.693	1157	2884	88	4.129	1455	3860	94	5.409
Mad.Equinoccio	2617	6318	586	9.521	1763	3979	157	5.899	2775	6648	263	9.686	2965	7281	163	10.409
Girona	1488	3731	429	5648	1265	3256	352	4873	1352	3402	270	5024	1471	3725	373	5569
Màlaga	1429	3432	73	4934	1519	3728	72	5319	2137	5176	75	7388	2856	6573	74	9503
Mataró	1615	3840	99	5554	1756	4344	210	6310	2075	5177	144	7396	3037	6952	157	10146
Murcia	1435	3385	43	4863	1291	3175	35	4501	1549	3985	35	5569	1528	3951	71	5550
Sevilla	1908	4934	114	6956	1767	4392	102	6261	2144	5340	181	7665	2506	6110	93	8709
Toledo	1072	1789	447	3308	934	1320	336	2590	1062	1482	337	2881	1857	2536	612	5005
València	1682	4138	257	6077	1869	4559	411	6839	1762	4330	344	6436	2718	5561	296	8575
Mad. Xanadú	2648	6365	320	9333	2578	6459	277	9314	2203	5424	360	7987	3553	8035	289	11877
Saragossa	2829	5977	190	8996	2370	4448	175	6993	1538	3808	195	5541	1884	4677	183	6744
TOTALS [kWh]	21.147	49.555	2.777	73.479	19.069	44.468	2.292	65.829	20.769	50.169	2.398	73.336	27.332	62.885	2.557	92.774

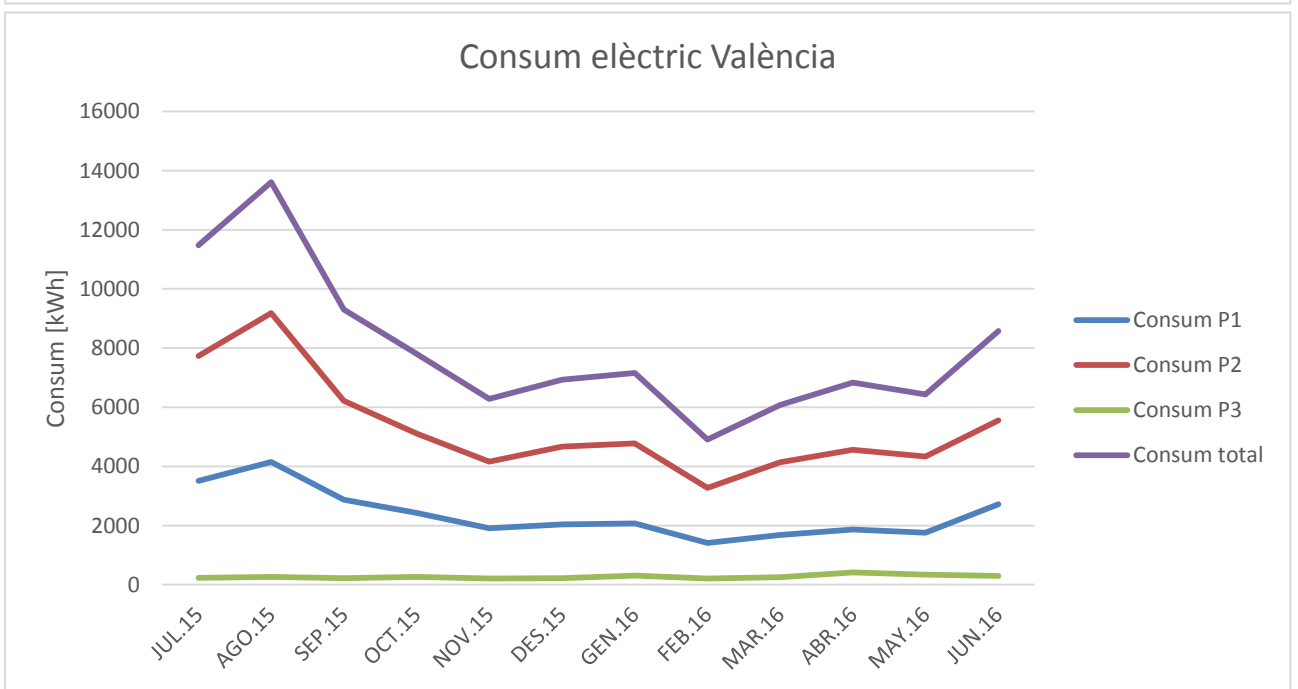
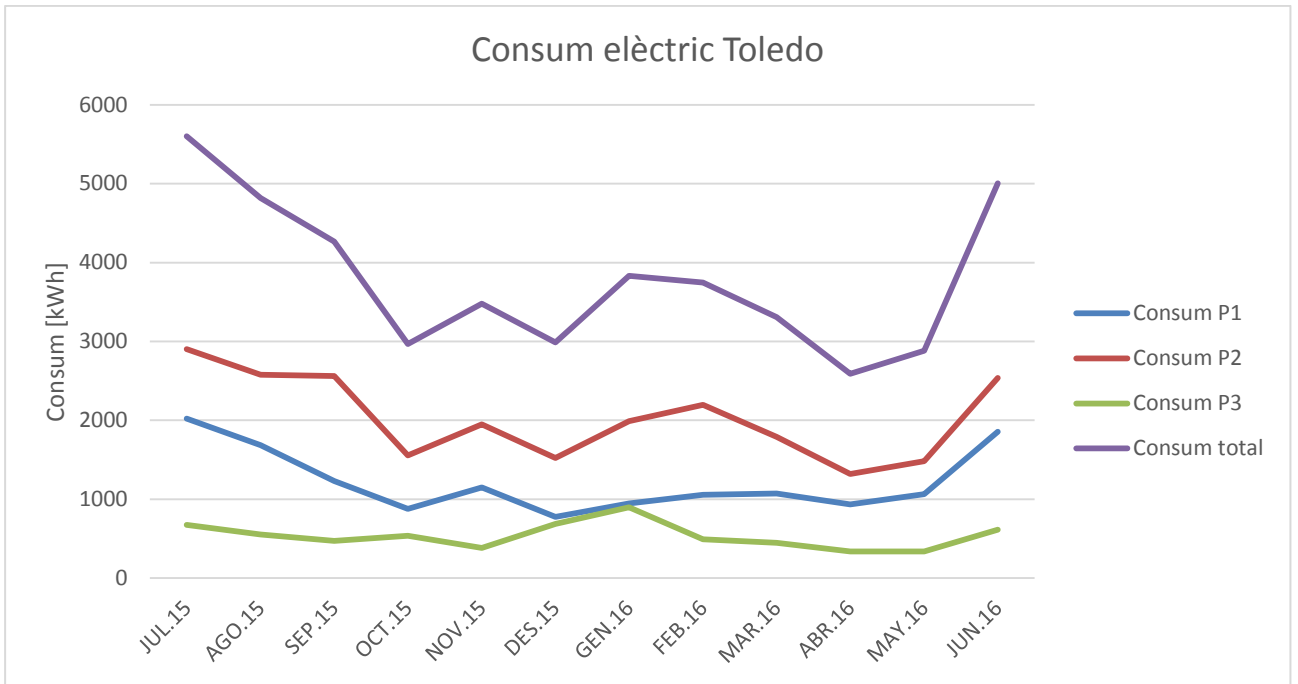
ANNEX 7: Gràfiques dels consums energètics mensuals per períodes

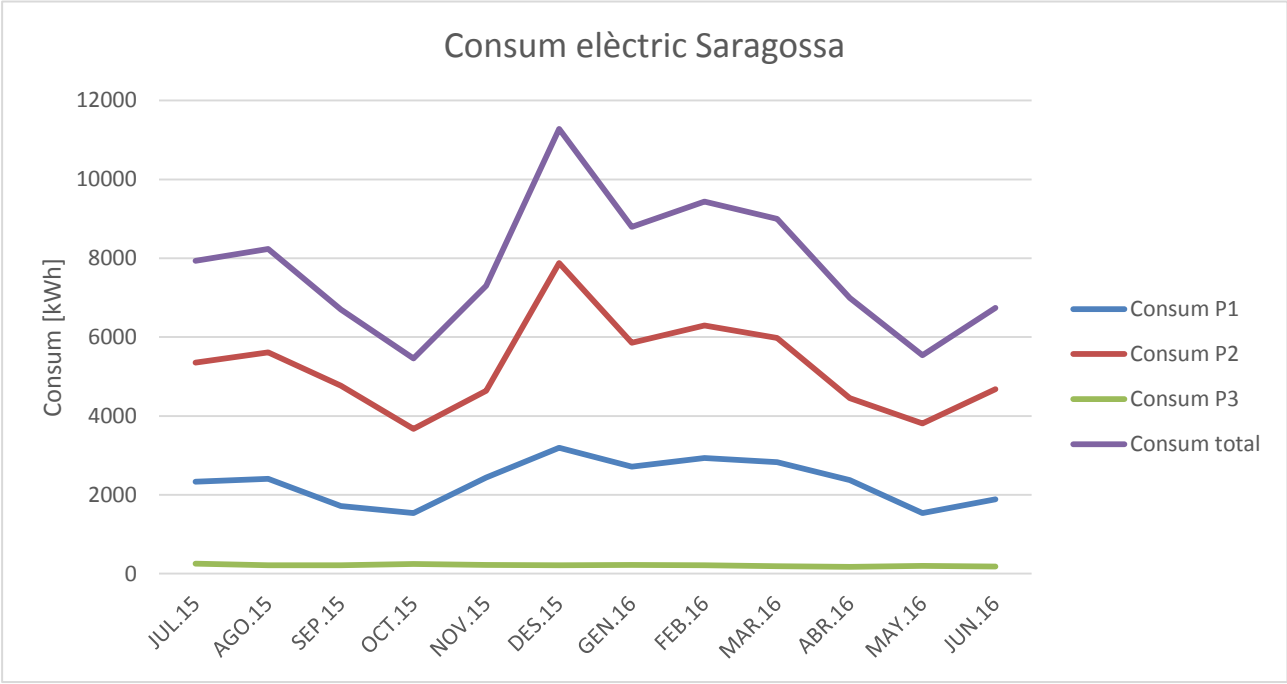
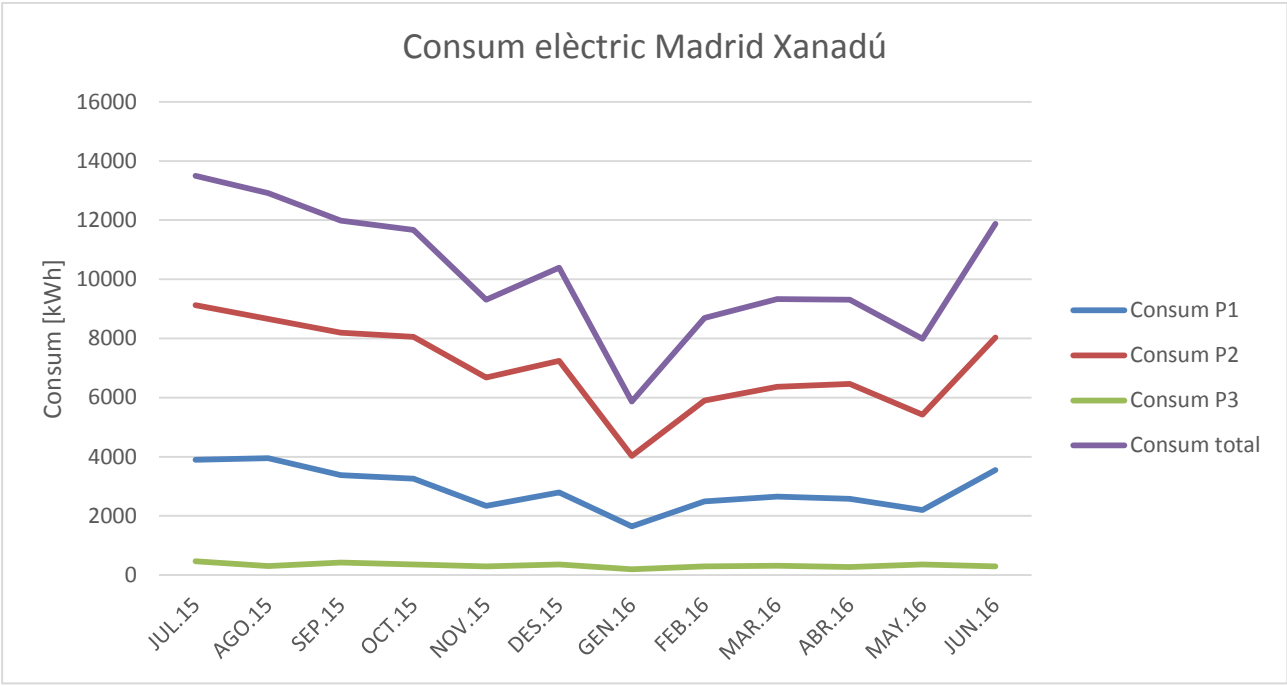


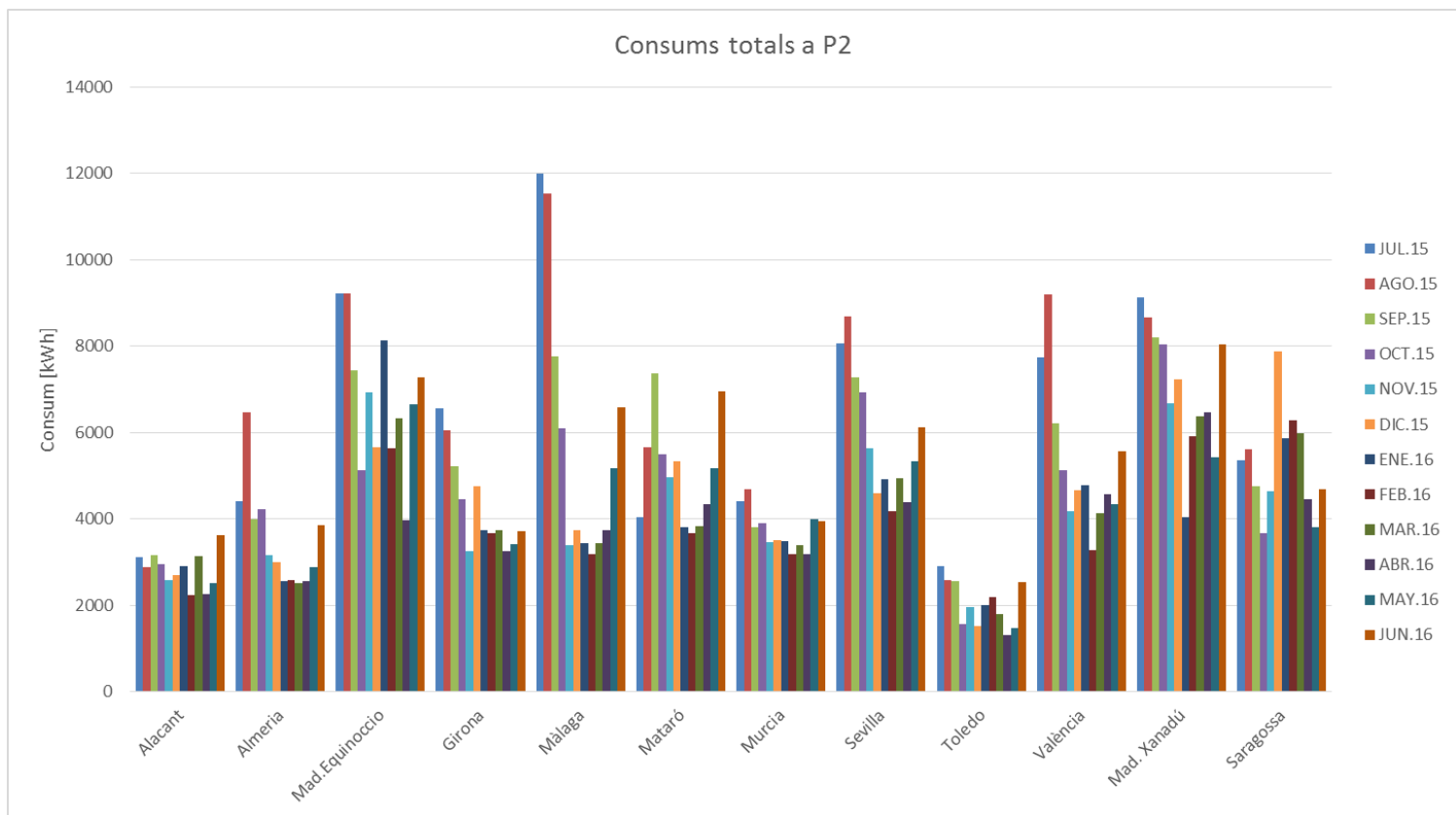
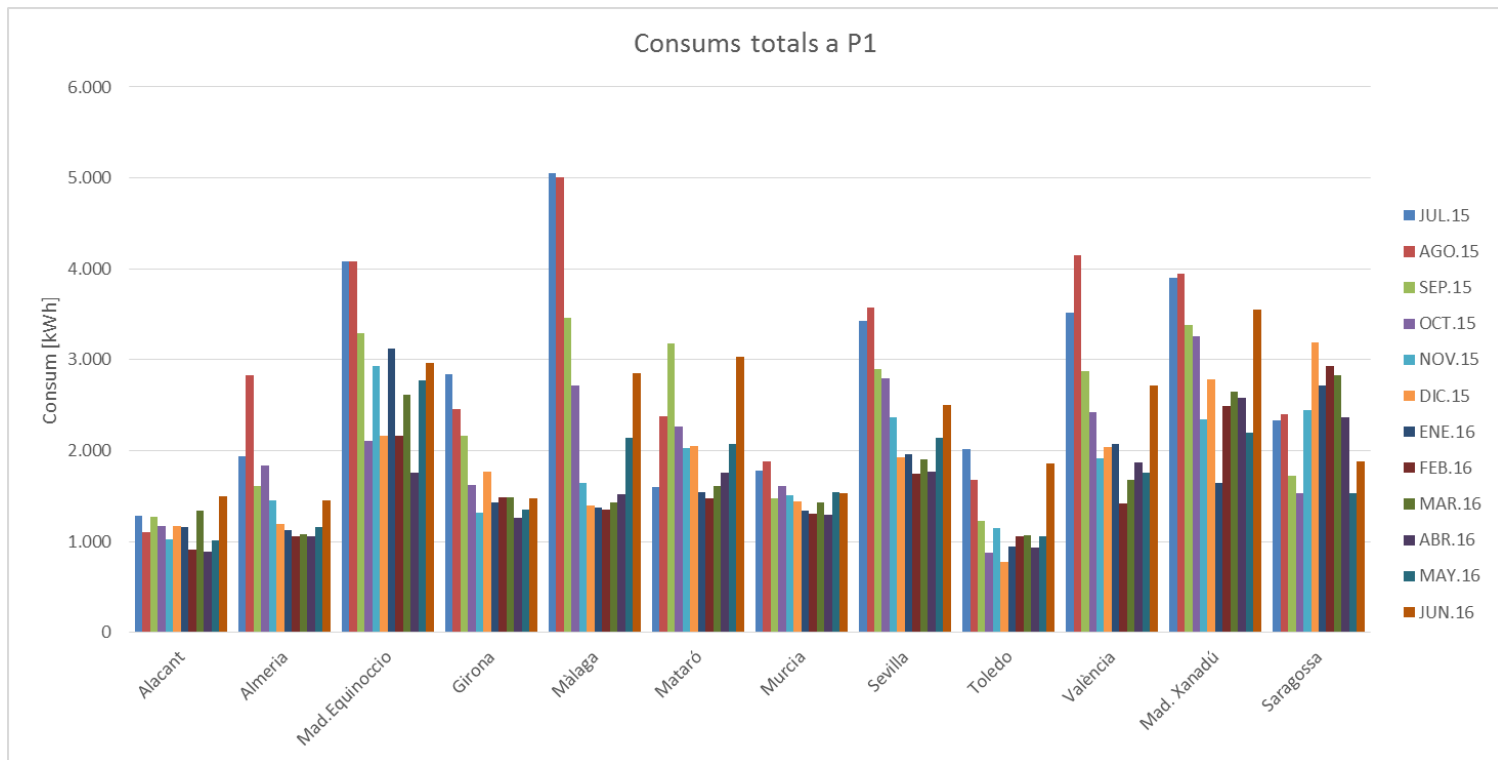




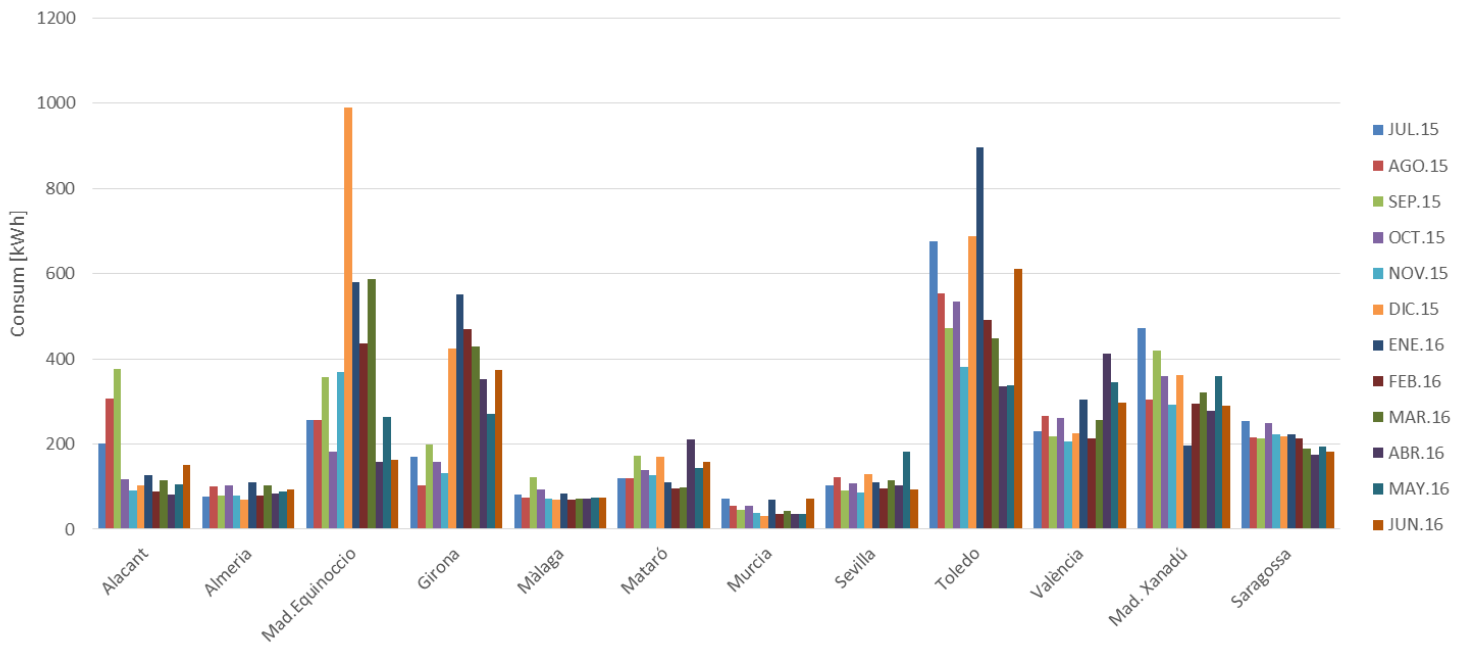




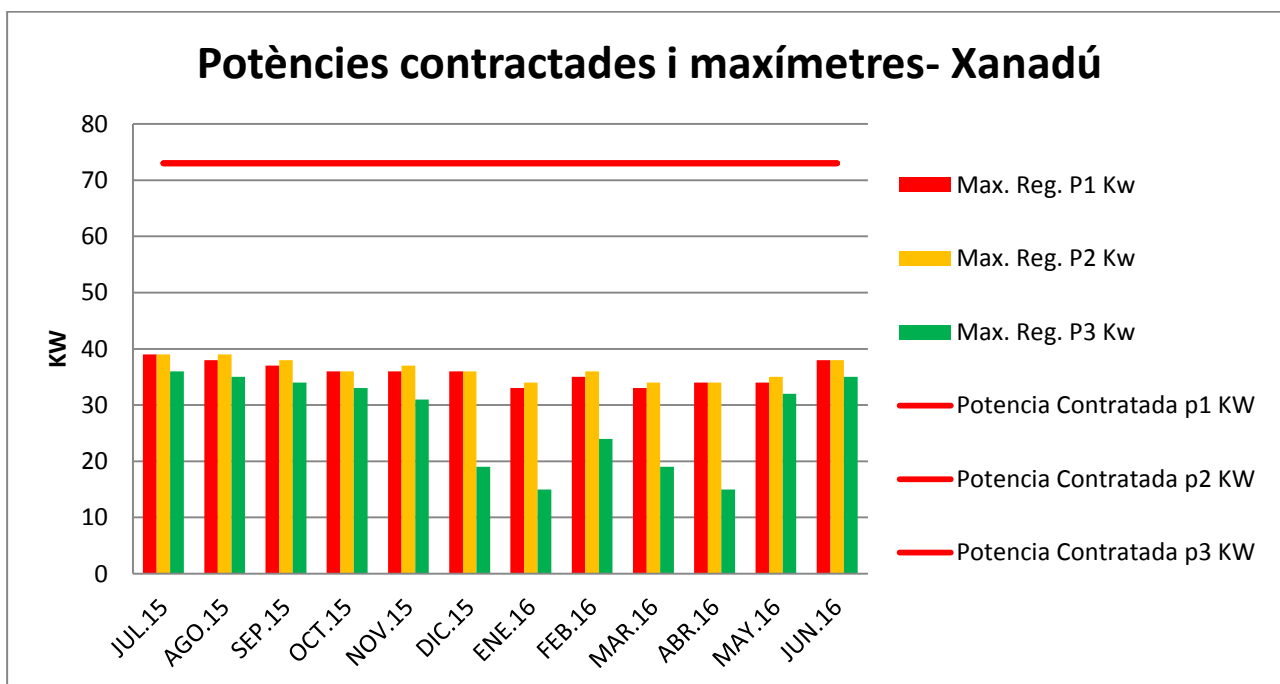
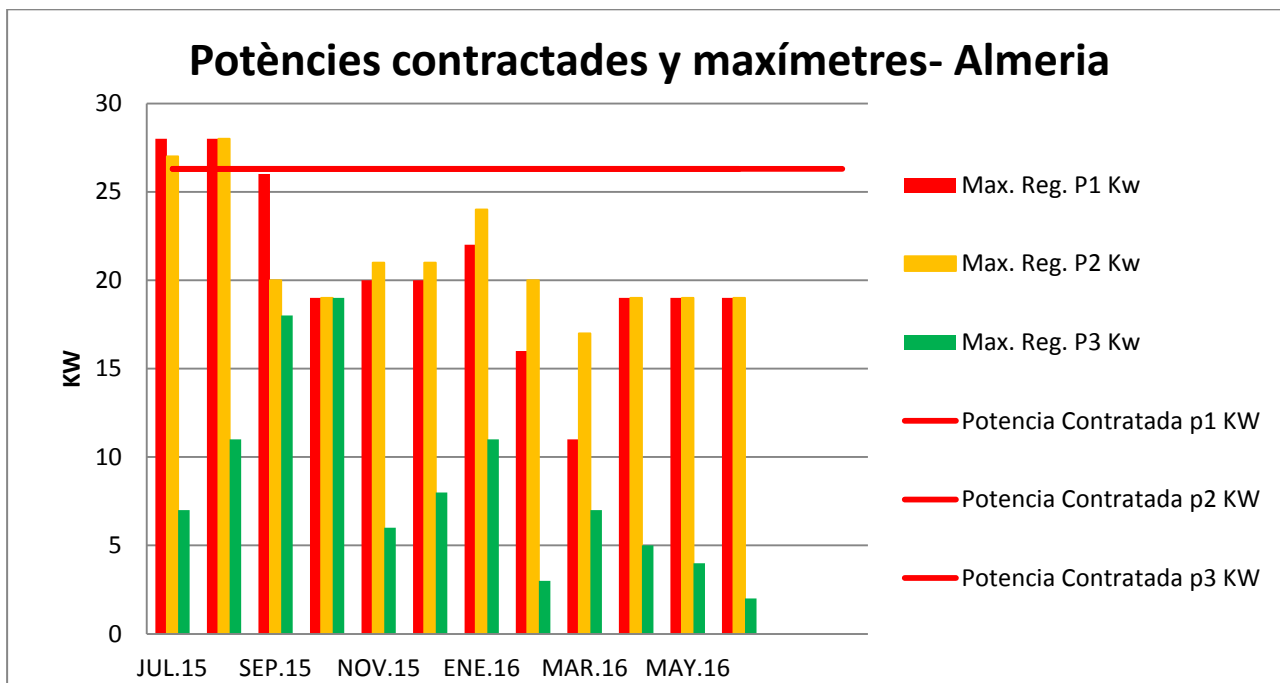




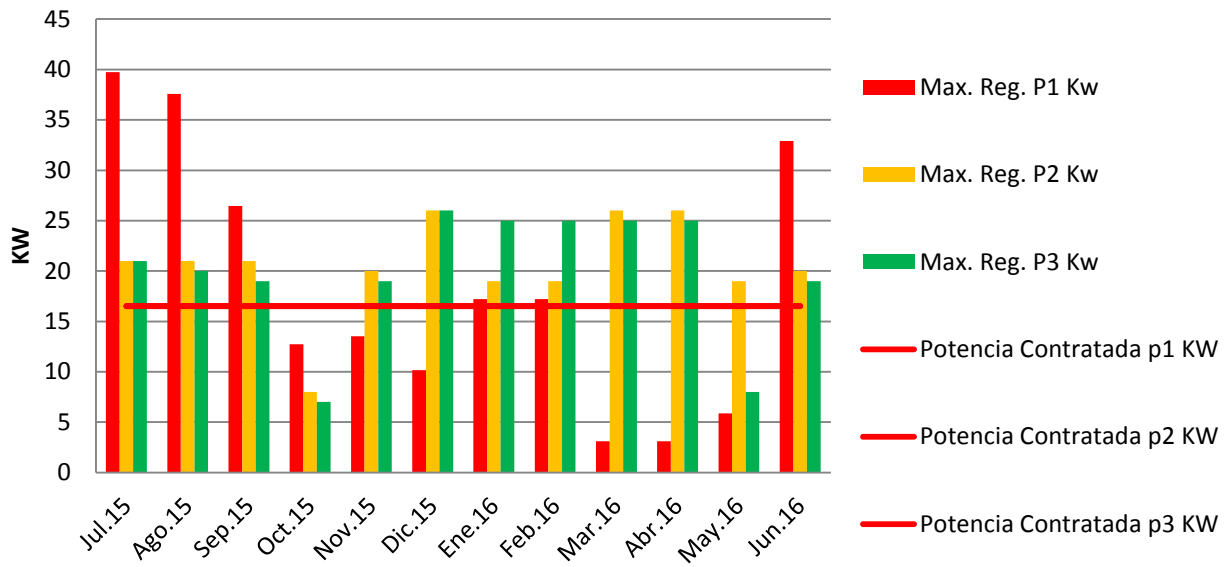
Consums totals a P3



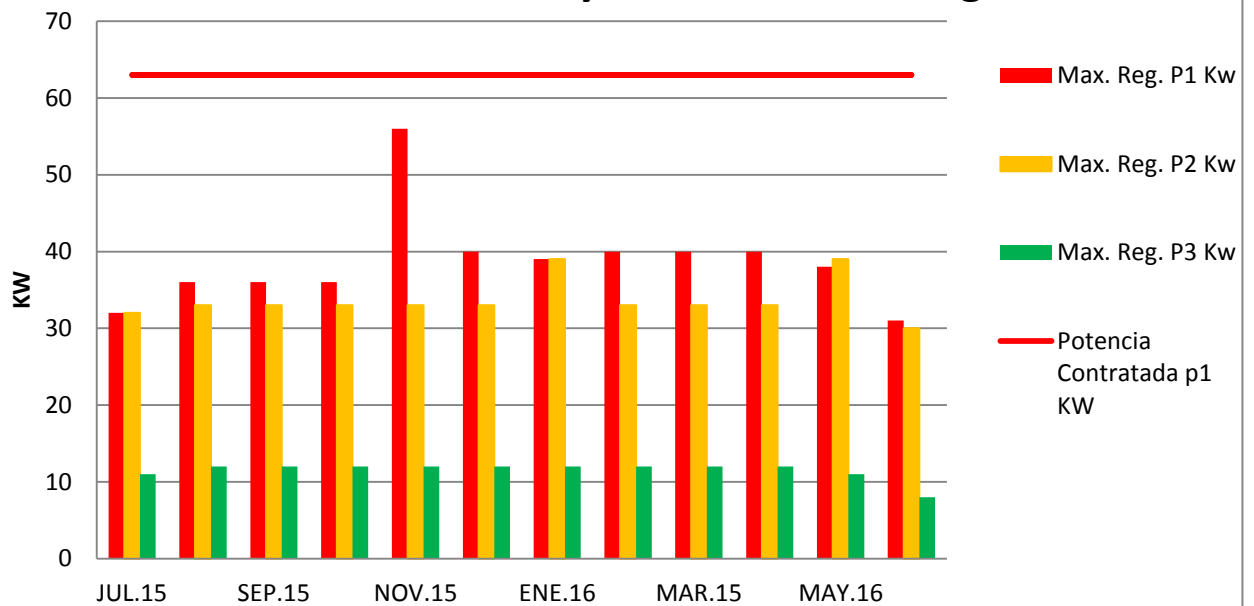
ANNEX 8: Potències contractades i màximes



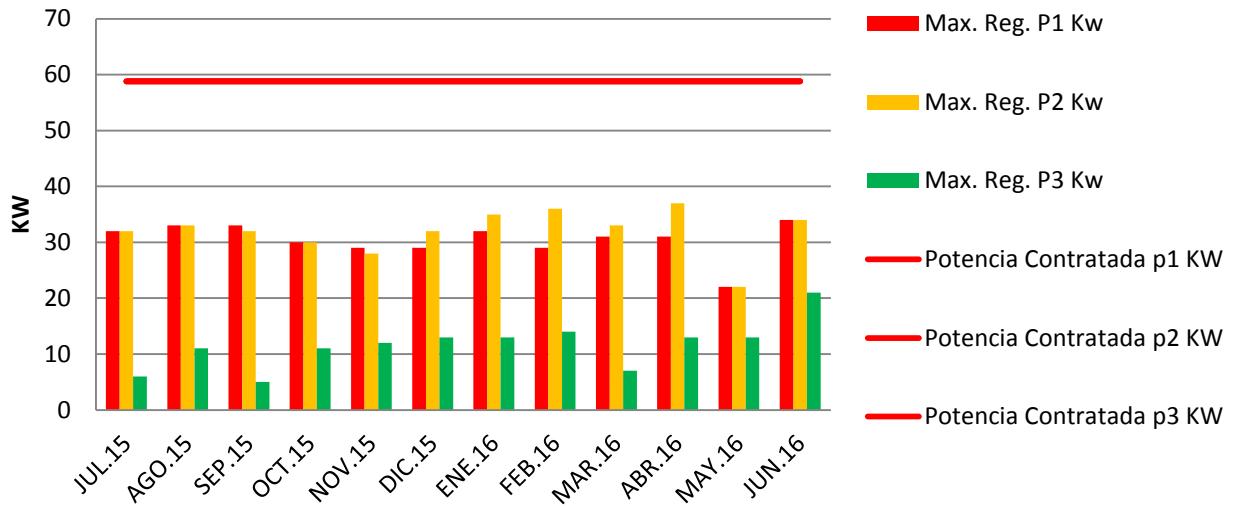
Potències contractades i màximes- Toledo



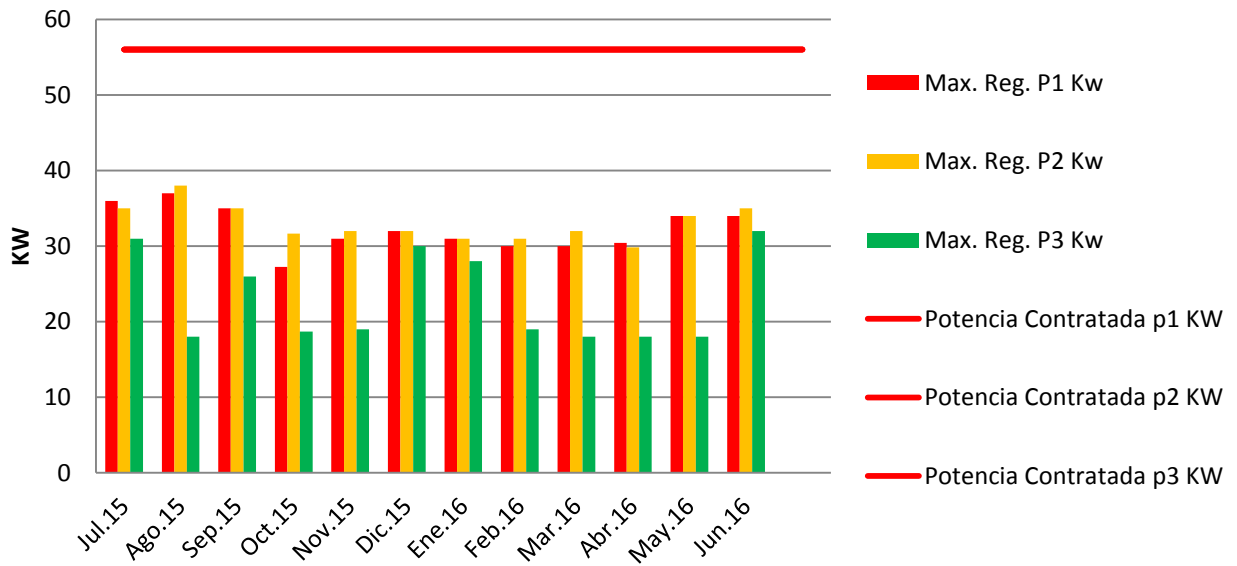
Potencias contratadas y máximos- Saragossa



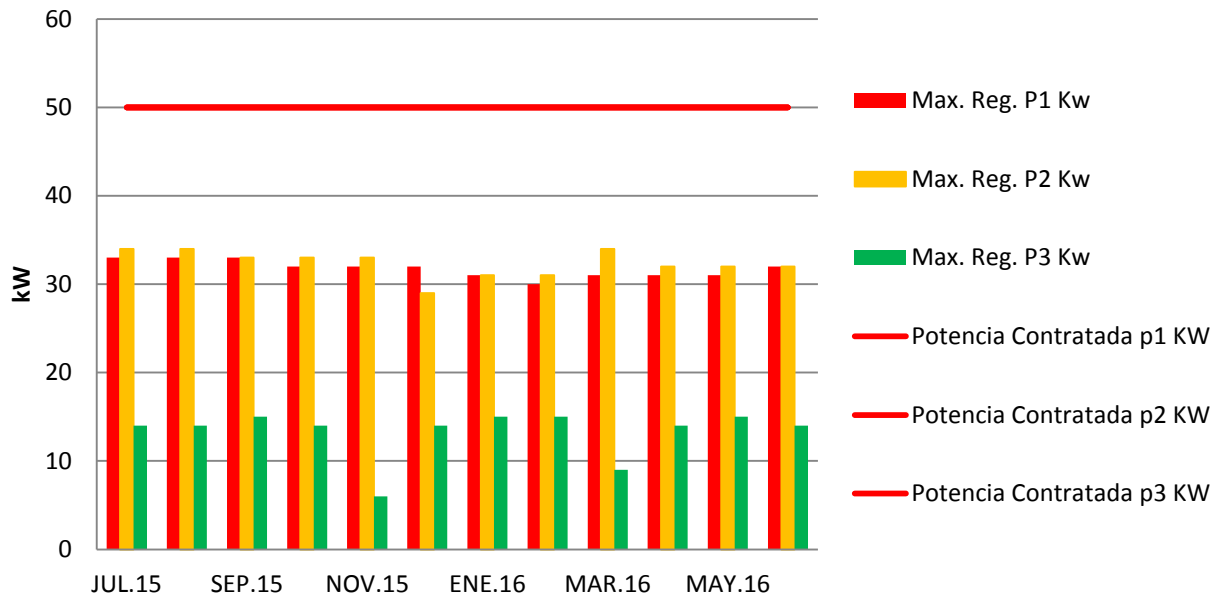
Potències contractades i màximes- València Aqua



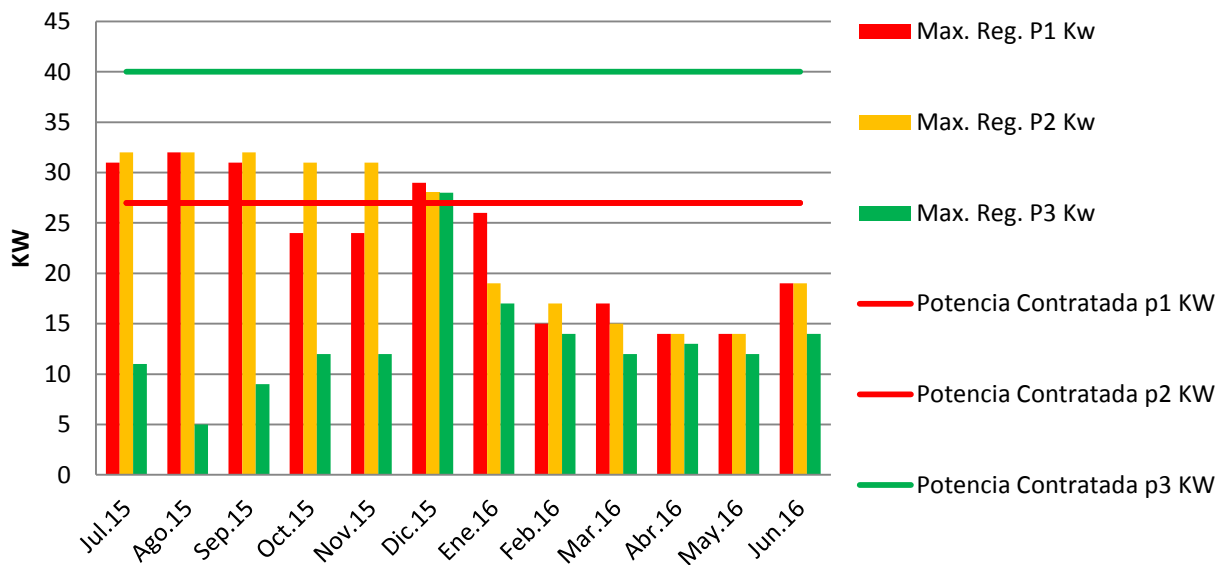
Potències contractades i màximes- Equinoccio



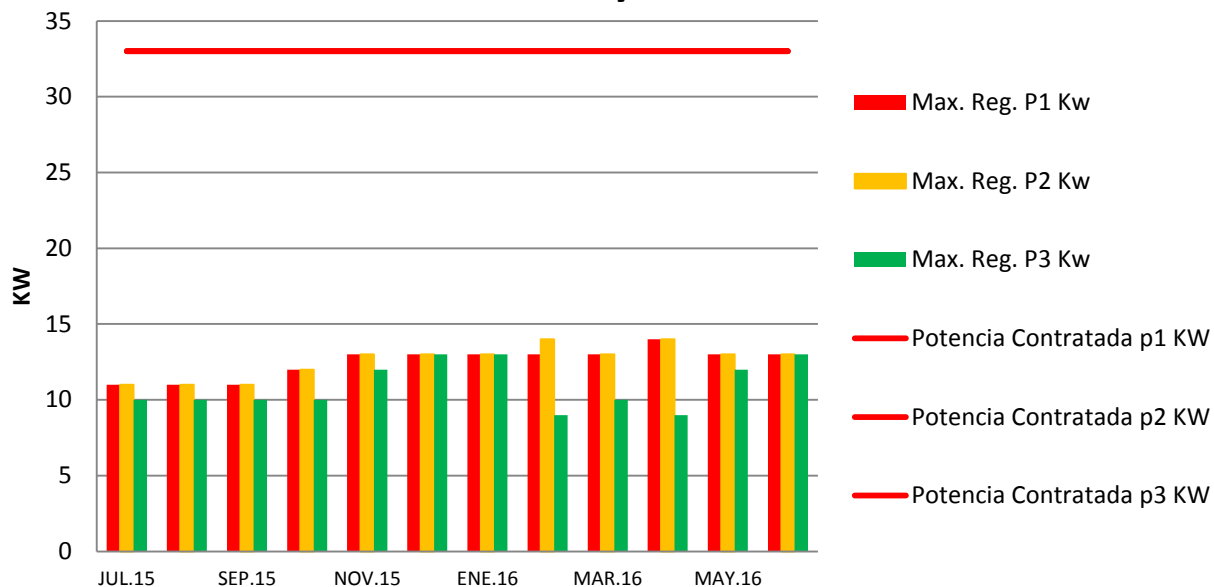
Potències contractades i màximes- Sevilla



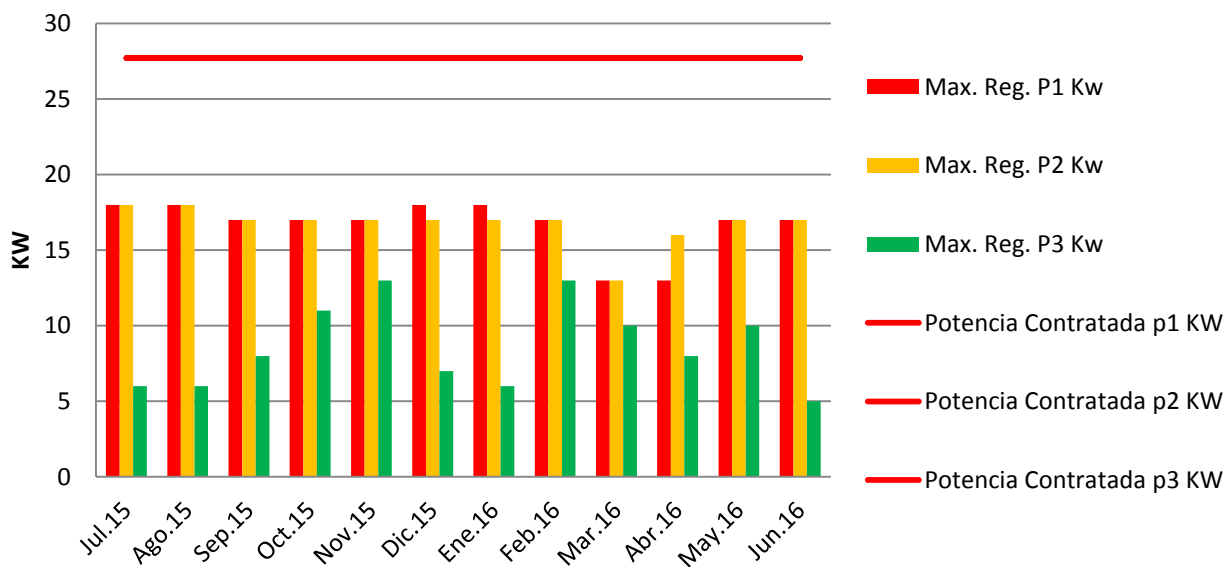
Potències contractades i màximes- Girona



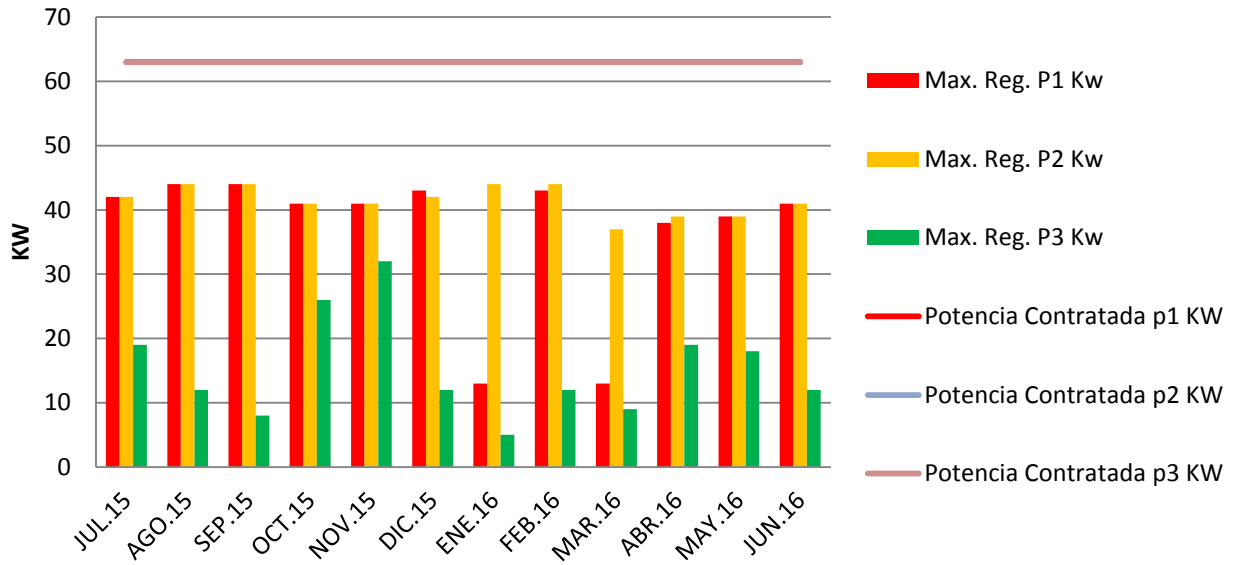
Potències contractades y maxímètres- Alacant



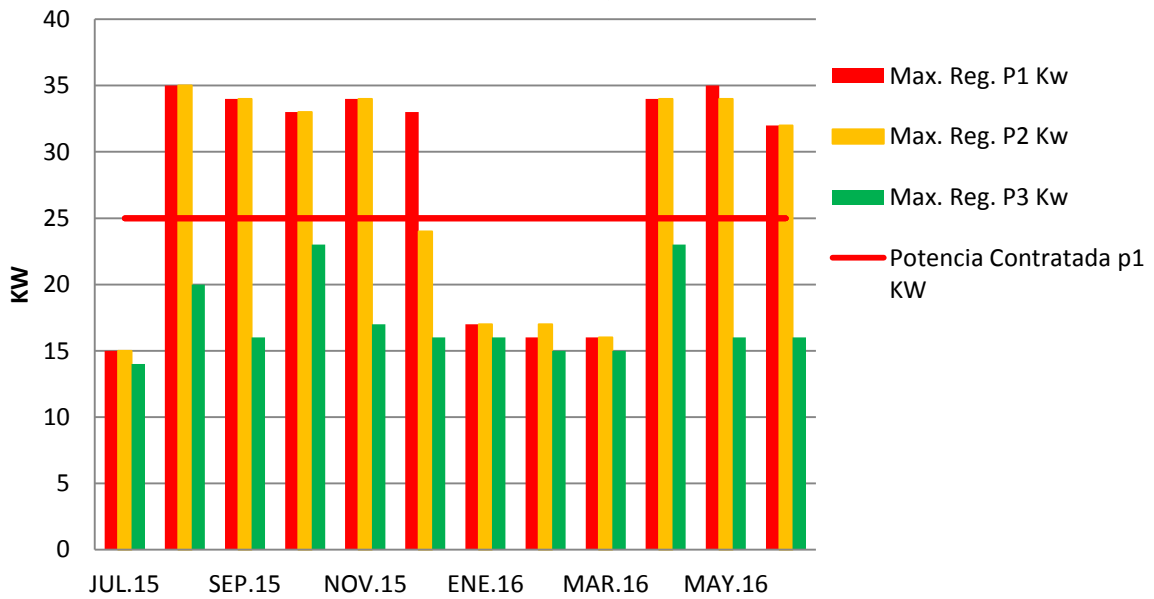
Potències contractades i maxímètres- Murcia



Potències contractades i màximes- Roquetes



Potencias contratadas y máximos- Mataró



ANNEX 9: Tipus de Il·luminària

- Bombetes PL: Fluorescent compacta de baix consum o CFL (compact fluorescent lamp). És similar als tubs fluorescents encara que més petita. Muntada sobre un casquet convencional, pot reemplaçar a un llum d'incandescència. Es troben en diferents tonalitats de blanc. Una CFL incorpora un balast electrònic format per un rectificador de díode d'ona completa i un convertidor de corrent continu a alterna d'elevada freqüència (20 – 60 kHz), que alimenta el llum amb una tensió de gran freqüència que elimina el parpelleig dels tubs fluorescents tradicionals i el seu efecte estroboscòpic. El balast electrònic també incorpora el sistema per corregir el factor de potència. Els llums de baix consum presenten per a similars nivells d'il·luminació consums de l'ordre de cinc vegades inferior a les d'incandescència tradicional.
- Bombetes Rx7 G12 AR111: Són llums d'halogenurs metàl·lics ceràmics. Combina la tecnologia dels halogenurs metàl·lics amb les de sodi d'alta pressió que posseeixen cremador ceràmic. Permeten operar a temperatures més altes, augmentar l'eficàcia lluminosa, millorar l'estabilitat al color i augmentar la vida útil (15.000 h). Combinen la llum blanca dels halogenurs metàl·lics i l'estabilitat i eficàcia de les de sodi.
- Llums fluorescents: Tubs fluorescents tradicionals. Contenen vapor de mercuri a baixa pressió i elèctrodes situats en els seus extrems. La seva eficàcia lluminosa és elevada, podent aconseguir uns 100 lm/W, la seva resposta al color és bona i la seva vida és major que la de les incandescents. Segons la pel·lícula fluorescent, poden emetre llum de diferents colors. Els tubs més usats són T12 (diàmetre 38 mm), T8 (26 mm) i T5 (16 mm). La potència d'un tub fluorescent és funció de la seva longitud: 18, 30, 36 i 58 W per longituds de 60, 90, 120 i 150 cm respectivament.
- Dicroïques: Llums d'incandescència halògena, basades en l'escalfament per efecte Joule d'un filament metàl·lic (wolframi). Una part de l'espectre de radiació se situa en el camp visible. El filament es col·loca dins d'una butllofa de vidre amb una atmosfera inerta (mescla de nitrogen i argó o només criptó) amb una petita quantitat d'un halogen, iode o brom, que retorna al filament parteix del metall vaporitzat; millorant l'eficàcia lluminosa, la temperatura, reduir la grandària i augmentar la seva vida útil.

PL BAIX CONSUM:

- PHILIPS Master PL-T 4P 26W/1800 lumens. 827
- PHILIPS Master PL-T 2P 26W/1800 lumens. 827 (B)
- OSRLAM Dulux D 26W 1800 lm (B)



Luminaria EEI = A2. Balasto digital. Acepta lamparas TC-DEL 26W y TC-TEL 26W.

RX7 ():

- OSRAM Powerball 70W (HQI-TS)
- ORAM Powerstar 70W



R111 (2):

- CDM-R111 70W/830 40D
- PHILIPS MasterColour CDM-T 70W/830



En altres parts dels locals:

DICROICA:

- - GU 5.3 50W

TUBS FLUORESCENTS:

- - L18W/827 - 830
- - L36W/827
- - L58W/827 – 830

PHILIPS BC: 600 lm 6W (A)

ANNEX 10: Estimació de consums de cada grup consumidor de cada centre per al període d'un any

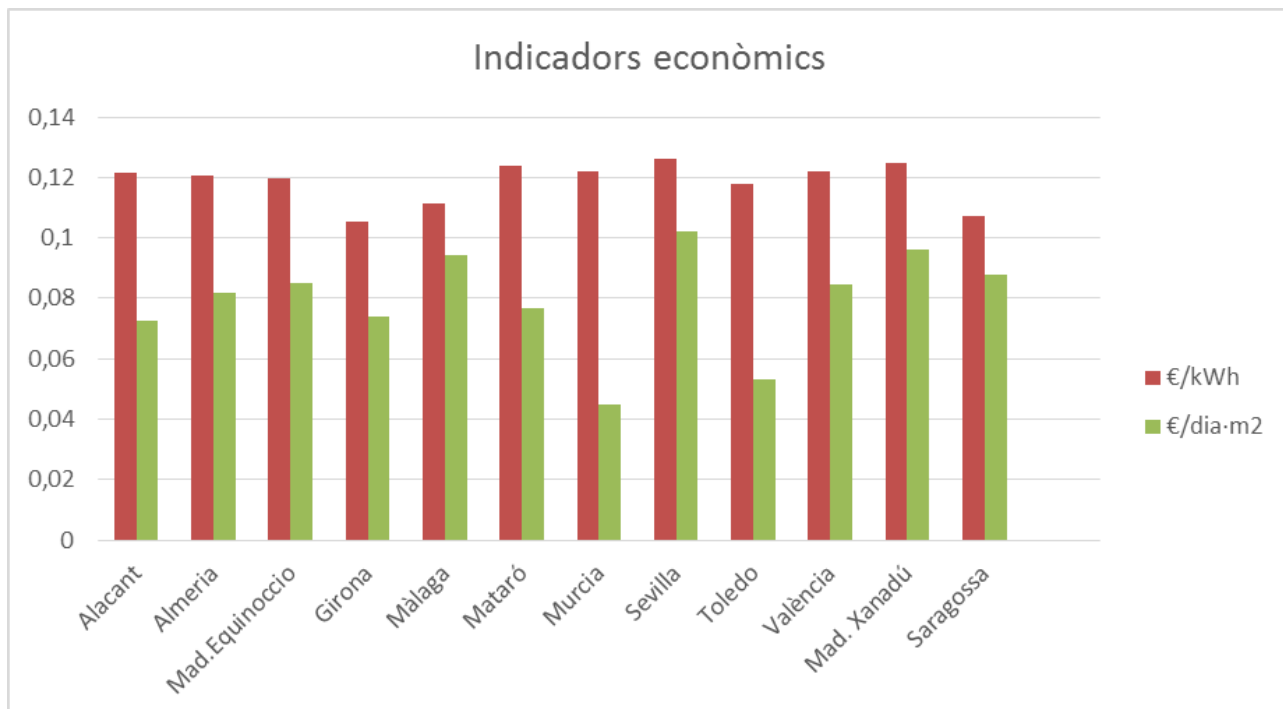
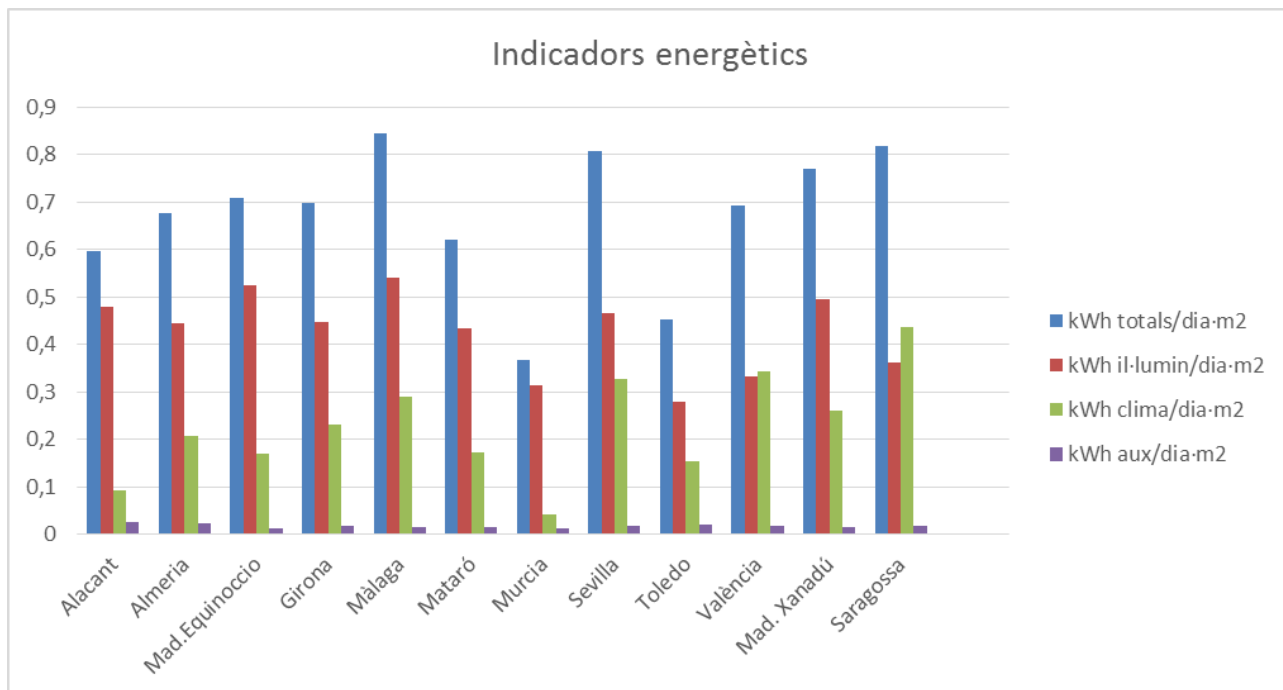
Mes	Alacant			Almeria			Madrid Equi			Girona		
	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima
JUL.15	3914	209	483	3116	169	3143	6656	174	6731	4145	179	5254
AGO.15	3146	168	968	3763	204	5429	6912	181	6468	4145	179	4285
SEP.15	3658	195	966	3116	169	2412	6912	181	3992	3988	172	3406
OCT.15	3658	195	382	3893	211	2054	6144	161	1112	4145	179	1897
NOV.15	3018	161	520	3116	169	1420	8192	214	1831	3988	172	545
DIC.15	3146	168	654	3116	169	985	6912	181	1721	4145	179	2616
ENE.16	3658	195	351	3116	169	500	8960	235	2646	4145	179	1387
FEB.16	2634	141	457	2987	162	576	9927	235	0	3832	165	1615
MAR.16	4492	236	0	4304	211	0	7936	208	1377	4145	179	1325
ABR.16	2634	141	462	3116	169	408	5376	141	382	3988	172	713
MAY.16	3018	161	455	3375	183	571	8704	228	754	4145	179	701
JUN.16	3018	161	2099	3763	204	1442	7936	208	2265	3988	172	1409
TOTAL	39997	2133	7796	40781	2184	18942	90567	2345	29280	48796	2106	25149
PROMIG	3333	178	650	3398	182	1578	7547	195	2440	4066	176	2096
%	80,11%	4,27%	15,62%	65,88%	3,53%	30,60%	74,12%	1,92%	23,96%	64,16%	2,77%	33,07%
TOTAL	49925			61907			122191			76051		

Mes	Málaga Roquetas			Mataró			Murcia			Sev. Airesur		
	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima
JUL.15	5556	179	11385	4588	153	1015	4297	188	1771	6256	161	6973
AGO.15	5556	179	10862	4784	159	3210	4917	215	1494	6626	182	7164
SEP.15	5347	172	5830	5565	185	4975	4452	195	686	5333	161	5642
OCT.15	5556	179	3165	5565	185	2159	4452	195	917	5564	188	4438
NOV.15	5764	172	0	5174	172	1782	4452	195	356	5003	175	3060
DIC.15	6082	179	0	5955	198	1392	4297	188	496	4981	155	2199
ENE.16	6405	179	0	4393	146	916	4452	195	259	4906	195	1386
FEB.16	5826	165	0	4588	153	512	4567	195	0	4532	148	1770
MAR.16	6357	179	0	5174	172	208	4452	195	216	4863	202	1163
ABR.16	5547	172	0	5565	185	560	4142	181	177	4501	202	468
MAY.16	5556	179	1653	4784	159	2453	4917	215	437	5569	168	2840
JUN.16	5347	172	3984	4784	159	5203	4917	215	418	5550	168	3884
TOTAL	68900	2106	36879	60919	2028	24384	54314	2375	7225	63684	2106	40987
PROMIG	5742	176	3073	5077	169	2032	4526	198	602	5307	176	3416
%	63,86%	1,95%	34,18%	69,76%	2,32%	27,92%	84,98%	3,72%	11,30%	59,64%	1,97%	38,39%
TOTAL	107884			87331			63914			106777		

Mes	Toledo			Valencia Aqua			Madrid Xan			Zaragoza		
	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima	Il·luminació	Eq. Auxiliars	Clima
JUL.15	2240	165	3196	3645	193	7637	6225	185	7083	3394	179	4363
AGO.15	2240	165	2412	4399	233	8974	6451	192	6270	3527	186	4523
SEP.15	2515	185	1565	3519	186	5599	6902	205	4881	3394	179	3125
OCT.15	2056	151	761	3896	206	3704	7128	212	4334	3527	186	1748
NOV.15	2240	165	1075	3393	180	2710	6451	192	2669	3394	179	3729
DIC.15	1873	138	976	3896	206	2830	8482	252	1655	3527	186	7569
ENE.16	2240	165	1427	4525	239	2391	5548	165	154	3527	186	5085
FEB.16	2240	165	1341	3016	160	1731	6676	198	1818	3262	172	6002
MAR.16	2698	199	411	3519	186	2372	7128	212	1994	3527	186	5283
ABR.16	3005	199	0	4273	226	2340	6902	205	2207	3394	179	3420
MAY.16	2332	172	378	3770	200	2466	5548	165	2274	3527	186	1828
JUN.16	2698	199	2108	3896	206	4473	5548	165	6164	3394	179	3171
TOTAL	28377	2066	15653	45749	2421	47226	78988	2345	41504	41396	2184	49843
PROMIG	2365	172	1304	3812	202	3935	6582	195	3459	3450	182	4154
%	61,56%	4,48%	33,96%	47,96%	2,54%	49,51%	64,30%	1,91%	33,79%	44,31%	2,34%	53,35%
TOTAL	46095			95395			122837					

ANNEX 11: Indicadors energètics

A continuació es mostren els gràfics corresponents a les *taules 10 i 11* de l'apartat 4. *Indicadors energètics i econòmics:*



ANNEX 12: Mesures preventives i recomanacions

1.- Il·luminació.

Adequar els espais de treball a la llum natural per al seu major aprofitament.

Compartimentar els espais de treball amb interruptors localitzats de manera que les àrees sense ocupació puguin romandre apagades.

Col·locar programadors horaris amb la finalitat d'apagar totes les llums al final de la jornada laboral.

Realitzar un manteniment adequat: neteja regular de les lluminàries, substitució de llums i revisió de les instal·lacions.

Reduir la il·luminació ornamental interior i exterior.

2.- Climatització

Adequar les temperatures a 22º a l'hivern i a 26º a l'estiu si les activitats que es realitzen ho permeten.

Evitar pèrdues de calor innecessàries per portes i finestres a l'hivern o entrades de calor a l'estiu.

Ajustar la climatització a les zones amb menors necessitats de calor o fred. Evitant així climatitzar a l'excés zones de pas, condícies i dutxes, magatzems.

Estudiar la possibilitat d'instal·lar tendals i/o persianes en les finestres i portes principals per reduir l'entrada de calor a l'estiu.

Desconnectar els equips de climatització en acabar de treballar, també es poden instal·lar programadors horaris per controlar els encesos i apagats coincidint amb l'horari laboral.

Millorar l'aïllament de les cobertes, sòls i parets, sobretot les façanes d'orientació nord i sud.

Millorar l'aïllament de les finestres, per on existeixen moltes pèrdues de calor, per tant cal pensar en el doble cristall, juntes d'estanqueïtat i quan calgui substituir finestres triar aquelles que tinguin trencament de pont tèrmic, és a dir, amb un aïllant entre els dos cristalls que impedeix que es transmeti fàcilment la calor de l'interior a l'exterior.

3.- Equips informàtics.

Un ús racional d'ordinadors, impressores, fotocopiadores,...pot portar a estalvis considerables que s'estimen entre un 10% i un 25%.

Instal·lar regletes en tots els equips, assegurant així la desconnexió elèctrica total.

Configurar tots els monitors perquè passin a mode “repòs” al cap de 5 minuts de no usar-los. I encara és millor, la pràctica d'apagar el monitor davant qualsevol absència del lloc de treball (reunions, esmorzar, anar al bany...)

Utilitzar salvapantalles negre “black screen”.

Apagar els ordinadors davant absències perllongades.

Configurar totes les impressores perquè per defecte imprimeixin en blanc i negre i a doble cara. La manera “esborradora” encara suposa un menor consum.

Revisar els consums energètics a través de l'etiqueta a l'hora d'adquirir equips informàtics. La identificació “Energy Star” ens assegura una reducció de fins a un 50% en el consum elèctric i que passen a manera “repòs” en uns 30 minuts, a més els monitors de LED són els que consumeixen menys energia.

Les impressores i fotocopiadores són els equips ofimàtics que més energia consumeixen, si bé són els que menor temps estan funcionant. Pel que cal seleccionar equips amb sistema d'estalvi “powersave” o similar.

Evitar deixar els equips en standby, atès que el consum és molt important. S'estima un consum elèctric en les oficines del 10% a causa del standby.

Descartar aquells aparells que no permetin desconexió total directa.

Carregar el mòbil només el temps necessari.

4.- Aparells, eines i maquinària elèctrica.

Realitzar un manteniment preventiu dels equips de treball i les màquines, evitant així consums innecessaris, reparacions excessives que fins i tot poden suposar un risc per a la seguretat dels treballadors.

A l'hora de comprar noves eines, aparells o maquinària, a més de tenir el corresponent etiquetat CE, s'ha de revisar el consum energètic que ve indicat en les etiquetes.

Desconnectar les màquines i eines una vegada que acabi la jornada laboral, o en les pauses per anar al bany, esmorzar,...Els standby suposen un consum elevat sobretot en períodes d'inactivitat.

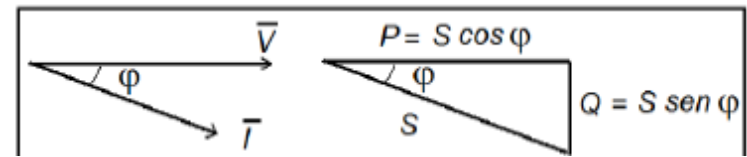
ANNEX 13: Compensació d'energia reactiva

En corrent altern es distingeix entre potència aparent S [VA], potència activa P [W] i potència reactiva Q [VAr].

En corrent monofàsic: $S = V \cdot I$ $P = V \cdot I \cdot \cos\varphi$ $Q = V \cdot I \cdot \sin\varphi$

En corrent trifàsic: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$ $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin\varphi$

El cosinus de l'angle φ de desfasament entre la intensitat i la tensió es denomina factor de potència ($\cos \varphi$). L'angle φ defineix el denominat triangle de potències (figura 5).



Il·lustració 9. Triangle de potències a corrent alterna. Font: Bases de la ingenieria energética T.11 pág. 2. Miguel Villarrubia

El fet que aparegui, en els consums, una part corresponent a l'energia reactiva és degut a que en general els receptors presenten inductàncies (equips de les lluminàries, bobinatges elèctrics dels equips de clima, etc) on la es produeix un desfasament entre la tensió i la intensitat (aquesta última retarda a la primera). Un factor de potència baix, és a dir, una gran demanda d'energia reactiva, fa augmentar la intensitat que circula per les línies d'alimentació de l'equip, amb un augment de les pèrdues per efecte Joule en aquestes. Tot i que la correcció òptima teòrica equival a un factor de potència unitat ($\cos \varphi = 1$), a la pràctica per evitar aportacions de reactiva a la xarxa exterior, se sol corregir el factor de potència entre 0,95 i 0,98.

Un receptor de potència activa P i $\cos\varphi$, presenta una potència reactiva:

$$Q = P \cdot \tan\varphi$$

Si es desitja corregir el $\cos\varphi$ a un nou valor $\cos\varphi'$, al que li correspon una potència reactiva Q' , la capacitat a instal·lar ha de subministrar una potència reactiva

Un receptor de potència activa P i $\cos \varphi$, presenta una potència reactiva $Q = P \operatorname{tg} \varphi$.

Si es desitja corregir el factor de potència a un nou valor $\cos \varphi'$, al que li correspon una potència reactiva Q' , la capacitat a instal·lar ha de subministrar una potència reactiva Q_c donada per:

$$Q_c = P(\tan\varphi - \tan\varphi')$$

En cas d'un receptor monofàsic la capacitat del condensador és :

$$C = \frac{Q_c}{2\pi f V^2}$$

Per al cas trifàsic la capacitat d'un condensador en estrella o triangle és:

Estrella: $C = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_c}{2\pi f V^2}$

Triangle: $C = \frac{1}{3} \cdot \frac{Q_c}{2\pi f U^2}$