

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ	5
1.1	Antecedents	5
1.2	Objecte	5
1.3	Especificacions i abast	6
2	ANTECEDENTS I DADES GENERALS DE L'EMPRESA	8
2.1	Antecedents de l'empresa	8
2.2	Dades generals de l'empresa	8
2.2.1	Dades d'identificació de l'empresa	8
2.2.2	Activitat de l'empresa.....	9
2.2.3	Descripció de l'edifici.....	10
2.2.4	Programa de treball.....	10
2.2.5	Procés productiu.....	10
3	DADES ENERGÈTIQUES	12
3.1	Consum energètic	12
3.1.1	Energia elèctrica	13
3.1.2	Gas propà.....	20
3.2	Cost energètic	22
3.2.1	Energia elèctrica	23
3.2.2	Gas propà.....	36
4	ENVOLUPANT	38
4.1	Aïllament tèrmic.....	38
4.2	Descripció de l'estat actual l'envolupant	40
4.3	Termografies	40
4.3.1	Descripció	40
4.3.2	Estudi	41
4.3.3	Resultats	41
4.4	Lider.....	43
4.4.1	Descripció	43
4.4.2	Estudi	44

4.4.3	Resultats	45
4.5	Calener	46
4.5.1	Descripció	46
4.5.2	Estudi	47
4.5.3	Resultats	47
4.6	Propostes.....	49
4.6.1	Aïllament de façanes	49
4.6.2	Aïllament de cobertes	50
4.6.3	Aïllar façanes i cobertes.....	51
5	COMBUSTIBLE	53
5.1	Propietats dels combustibles	53
5.2	Tipus i característiques dels combustibles fòssils i la biomassa	53
5.2.1	Comparativa entre els combustibles fòssils	54
5.2.2	Comparativa entre els combustibles fòssils i la biomassa.	55
5.3	Descripció i anàlisi de la instal·lació actual.....	56
5.4	Propostes.....	56
5.4.1	Canviar el combustible actual per gas natural	56
5.4.2	Canviar el combustible actual per pèl·lets	58
6	CALDERES	60
6.1	Calderes d'eficiència energètica	60
6.1.1	Calderes d'alt rendiment.....	60
6.1.2	Caldera de biomassa.....	62
6.2	Descripció de les instal·lacions.....	64
6.2.1	Funcionament i control	64
6.2.2	Característiques	65
6.3	Calener	66
6.3.1	Estudi	66
6.3.2	Resultats	66
6.4	Propostes.....	67
6.4.1	Caldera de condensació.....	67
6.4.2	Caldera de baixa temperatura.....	69

6.4.3	Caldera de biomassa.....	71
7	DISTRIBUCIÓ CALEFACCIÓ	73
7.1	Tipus i característiques d'unitats terminals	73
7.2	Estat actual del sistema de distribució de calefacció.....	76
7.3	Propostes.....	77
7.3.1	Uniters d'alta eficiència.....	77
7.3.2	Sostre radiant	79
8	TARIFA ELÈCTRICA.....	81
8.1	Definició dels elements d'una factura elèctrica.....	81
8.2	Mercat lliure	82
8.3	Companyia, tarifa i facturació	84
8.4	Propostes.....	85
8.4.1	Revisió de la tarifa del contracte	85
8.4.2	Revisió de la potència contractada	85
8.4.3	Penalització d'energia reactiva.....	89
8.4.4	Canvi de companyia elèctrica.....	90
9	IL·LUMINACIÓ	104
9.1	Definició dels paràmetres generals i elements auxiliars del llum.....	104
9.2	Tipus de llums i la seva importància	107
9.3	Descripció i funcionament de l'estat actual de les instal·lacions.	109
9.4	Consums i costos de la il·luminació.....	110
9.5	Treball de camp.....	112
9.6	Dialux.....	113
9.6.1	Descripció	113
9.6.2	Estudi	114
9.6.3	Resultats	115
9.7	Propostes.....	123
9.7.1	Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 250w.....	123
9.7.2	Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 400w.....	125
9.7.3	Substitució dels llums per tubs fluorescents 58w.	126
9.7.4	Altres recomanacions	128

10	TAULA RESUM	129
11	CONCLUSIONS	130
12	DIAGRAMA DE GANTT	132
13	PRESSUPOST	133
14	BIBLIOGRAFIA	134
15	ÍNDEX DE FIGURES	136
16	ÍNDEX DE TAULES.....	139
17	ÍNDEX ANNEX.....	143
18	AGRAÏMENTS	145

1 INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Com a conseqüència de la crisi del petroli en la dècada dels anys 1970-1980 es va posar de manifest la gran dependència energètica de l'estat espanyol en general i de Catalunya en particular. La pròpia supervivència de moltes empreses, organitzades en funció d'uns processos intensius en energia, que era fins aquells moments molt barata, va motivar que des de l'Administració s'incentivés la racionalització del consum energètic. Els estudis tècnics -econòmics van demostrar que es podia reduir el consum d'energia, per això es van aplicar mesures especialment en empreses grans i mitjanes, i en els sectors amb una major dependència energètica.

L'optimització energètica no es va aconseguir automàticament, sinó que es van conjuntar diferents esforços, com la realització d'auditories, operacions de demostració, introducció d'equips, procediments més eficients i esquemes de finançament, que van permetre reduir la dependència energètica de les empreses. Però, amb el temps, el creixement econòmic i les noves exigències han modulat la millora.

Una auditoria energètica pretén ser el pas inicial per incrementar la penetració de l'eficiència energètica en les pimes (petites i mitjanes empreses). És un procés sistemàtic mitjançant el qual s'obté un coneixement suficientment fiable del consum energètic de l'empresa, es detecten els factors que afecten el consum d'energia i s'identifiquen, avaluen i ordenen les diferents oportunitats d'estalvi d'energia, en funció de la seva rendibilitat.

1.2 Objecte

El que es proposa en aquest estudi és valorar i projectar mesures econòmicament viables que permetin millorar l'eficiència energètica, control i confort de les instal·lacions d'una empresa dedicada a la construcció de portes hermètiques per cambres frigorífiques, ubicada a la comarca de la Garrotxa.

Per aconseguir aquest objectiu es realitza una auditoria energètica de l'activitat de l'empresa. Aquesta ens permet conèixer i entendre el comportament energètic de l'empresa.

Basant-me en els resultats i conclusions de l'auditoria es proposa possibles millores i s'estudia les possibilitats que ofereixen major estalvi energètic tant des del punt de vista de consum de matèries primeres (gas propà i electricitat), com d'emissió a l'atmosfera de CO₂ i augmentar el confort a l'interior de les naus.

A més, s'estudia des d'un punt de vista econòmic de viabilitat i es calcula el temps en amortitzar la inversió.

1.3 Especificacions i abast

En l'auditoria s'ha estudiat els següents punts:

- Contacte amb empresa distribuïdora d'energia i altres per optimitzar la facturació d'electricitat.
- Analitzar paràmetres de subministrament elèctric: Anàlisi de consum d'energia activa, reactiva, potència contractada, etc.
- Enllumenat: Anàlisi dels sistemes d'il·luminació i avaluació de la seva optimització energètica.
- Analitzar el consum i el cost del subministrament del gas propà.
- Calefacció: Anàlisi dels sistema productor i distribució de calefacció i optimització energètica.

A més inclou una valoració tècnica - econòmica de les millores proposades corresponents.

Aquest conjunt de dades ha permès realitzar un anàlisi de la situació energètica de l'empresa en el període considerat, i en funció dels resultats obtinguts, recomanar l'aplicació de diverses mesures de millora destinades a reduir el seu consum d'energia, emissions de CO₂ a l'atmosfera i augment del confort.

Les millores proposades es valoren tant pel que fa referència al seu aspecte energètic, com al benefici econòmic que puguin comportar o aportar. També s'efectua el càlcul aproximat de la inversió econòmica que pot ser necessària per a la seva realització i es determina el període de retorn d'aquesta inversió, amb la finalitat de determinar-ne la rendibilitat.

Si no es fa constar el contrari, el cost dels equips, instal·lacions o serveis, no inclou l'I.V.A. ni altres impostos (exceptuant el punt de tarifa elèctrica), i no es considera el cost de possibles crèdits que l'empresa pugui sol·licitar per finançar les operacions ni els avantatges que es puguin derivar de l'obtenció de subvencions o altres ajuts oficials.

2 ANTECEDENTS I DADES GENERALS DE L'EMPRESA

2.1 Antecedents de l'empresa

Tané Hermètic, S.L. és una empresa existent i consolidada amb més de 20 anys d'història. Actualment s'ha convertit en un dels líders mundials del mercat i segueix especialitzant, investigant i desenvolupant les portes hermètiques del futur. Al 2005 fabriquen la primera porta corredissa del mercat a la vegada frigorífica i talla focs. A més està acreditat per la ISO 9001.

Des del 2010 l'empresa està en ERO, en aquest cas es van mantenir el mateix nombre de treballadors, suspensió temporal de nous contractes laborals i reducció de jornada laboral (treballen un dia menys a la setmana). L'ERO fou degut a una baixada important de comandes.

2.2 Dades generals de l'empresa

2.2.1 Dades d'identificació de l'empresa

Nom de l'empresa	Tané Hermètics S.L
N.I.F	B17345661
Adreça seu social	Apartat de correus 132
Municipi	Olot
Codi postal	17.800
Adreça física	Ctra. Comarcal-153 Km 64
Municipi	Llocalou
Codi postal	17.813
Comarca	La Garrotxa
Província	Girona
Telèfon	+34 972 29 09 77
Fax	+34 972 29 05 02

Adreça correu electrònic	tanehermetic@tanehermetic.com
Any de referència de les dades	2011
Activitat principal	Fabricació de portes hermètiques
Sector	Fusteria
Facturació anual	6.653.000 €

Taula 1: Dades d'identificació de l'empresa

2.2.2 Activitat de l'empresa

L'empresa Tané Hermètic es dedica a la fabricació de portes hermètiques. Dins de la seva fabricació, realitza productes estàndards, però la majoria de comandes són personalitzades a les necessitats de cada client. Dintre l'amplia gama de productes que ofereixen hi podem trobar:

- Portes frigorífiques
- Portes frigorífiques talla-focs
- Portes industrials per a tots els sectors
- Hospitals
- Sales blanques
- Acústiques
- Portes Butzbach

L'empresa funciona a contra comanda, per aquest motiu no tenen productes acabats en stock.

2.2.3 Descripció de l'edifici

Tané Hermètic S.L consta d'una superfície total de 26.000m² i una superfície edificada de 9.500m² distribuïda en Taller 1, Taller 2, magatzems, coberts i oficines. En aquest projecte només s'audita el Taller 1 i el Taller 2.

El taller 1 és el més antic i fou construït a l'any 1975, posteriorment es va ampliar la construcció al 1992. Disposa de 3545 m² repartits en 6 espais: el taller d'alumini, el taller mecànic -ferro, el taller fusteria, la zona d'acabats A, la zona d'acabats B, expedició i una sala interior petita on s'hi troba la sala de calderes.

El taller 2 és de construcció més recent del 2000 i disposa de una superfície útil de 1592 m² , aquest es reparteix en 3 sales, les dues principals de producció que són la sala d'injectar i la sala de planxes, i una de més petita annexada a l'exterior on s'hi troba la sala de calderes.

2.2.4 Programa de treball

L'empresa tanca per vacances dues setmanes al mes d'agost i dues al mes de desembre. La resta de l'any té un règim de treball de dilluns a dijous i disposa de dos torns de treball de vuit hores cada un. El primer és intensiu de matins, de 6 a.m a 14 a.m (Taller 2) i l'altre torn és partit de 8 a 13 a.m i a les tardes de 15 a 18 p.m. (Taller 1).

2.2.5 Procés productiu

El procés productiu té variacions en funció del tipus de porta que es fabrica, per tant a continuació es descriu el procés estàndard per la construcció d'una porta hermètica a grans trets.

En el taller 2 es fabriquen les cubetes i s'injecta el material aïllant. Paral·lelament en el taller 1 es fabrica el marc de la porta a la secció d'alumini, on es talla i es munta, a la secció mecànic- ferro es preparen la resta de components que formaran la fulla de la porta.

Un cop acabat aquesta etapa es transporten les peces de la secció d'injectat i les d'alumini a la secció d'acabats A on es realitza l'assemblatge. Després passen per la secció d'acabats B on es realitza l'assemblatge final de la fulla i el marc per separat. I finalment la porta es transporta a la secció d'expedició on la preparen i l'embalen adequadament per ser expedida al client.

3 DADES ENERGÈTIQUES

3.1 Consum energètic

	2010	2011	Mitjana
Energia elèctrica (kwh/any)	374.594	342.258	358.426
Gas propà (kg/any)	21.446	17.710	19.578

Taula 2: Consum energètic total de l'empresa.

	Consum Mig Anual	Unitats	Tep/any	CO ₂ eq. (kg)
Energia elèctrica	358.426	Kwh/any	30,82	166.237,98
Gas propà	19.578	Kg/any	21,93	54.383,33

Taula 3: Consum energètic mig anual de l'empresa.

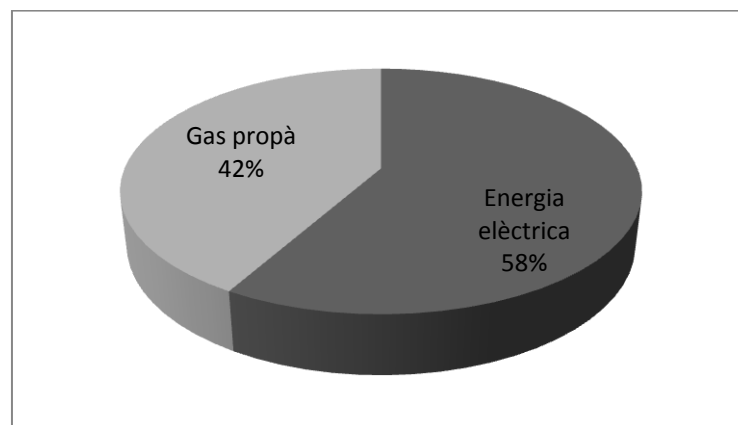


Figura 1: Distribució del consum energètic.

Les dades utilitzades han estat extretes de factures reals dels anys 2010 i 2011.

3.1.1 Energia elèctrica

	2010		2011		Mitjana	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Consum en kwh	257.346	117.248	224.441	112.877	240.894	115.063

Taula 4: Consums d'energia elèctrica anual per tallers.

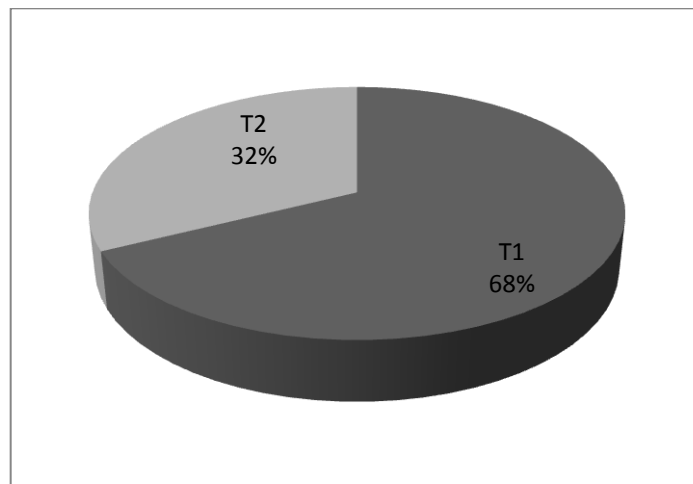


Figura 2: Distribució del consum elèctric per tallers.

La major part de l'electricitat consumida va destinada al taller 1, que representa un 68% de consum respecte al total. Té certa lògica, ja que és el que té major infraestructura, superfície, producció, màquines i horari de jornada laboral.

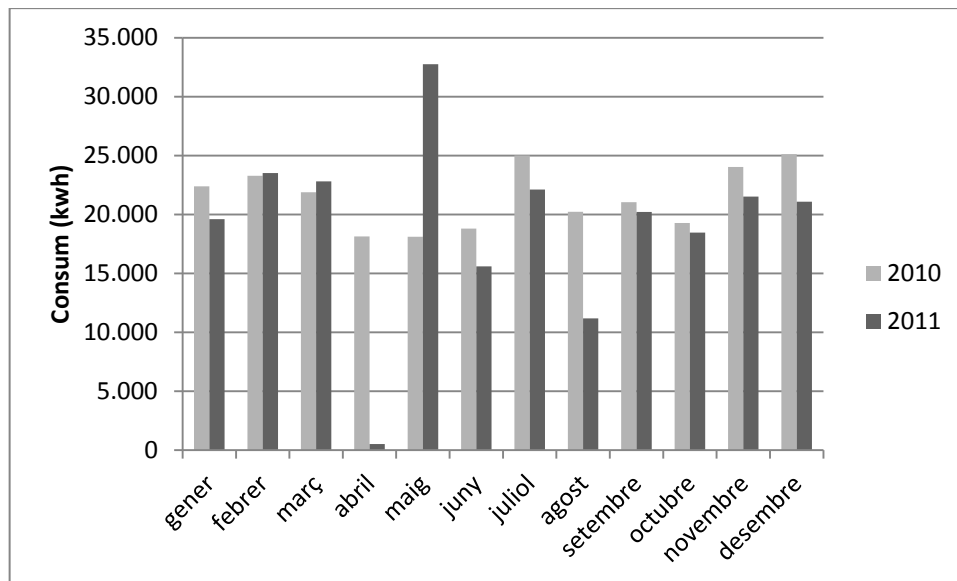


Figura 3: Comparativa del consum del taller 1

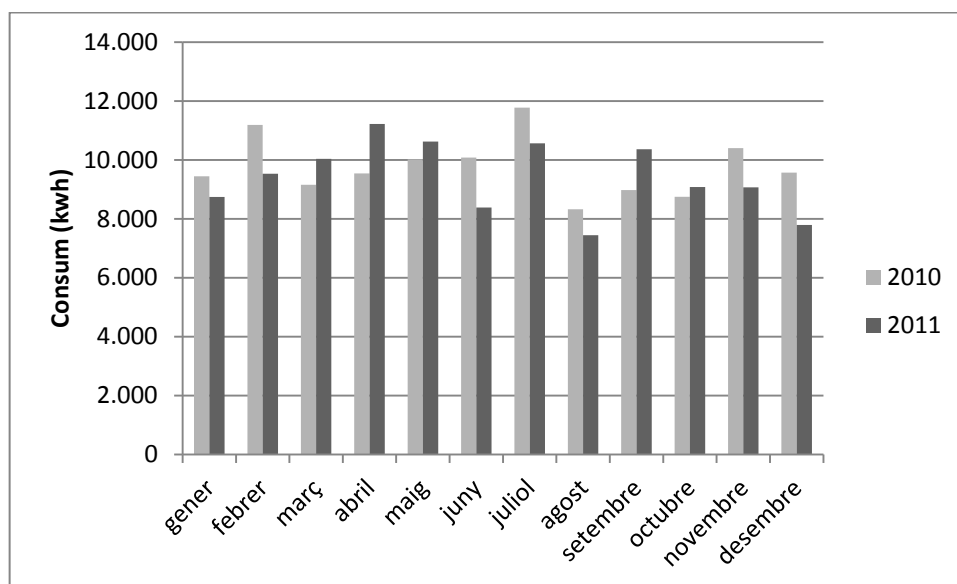
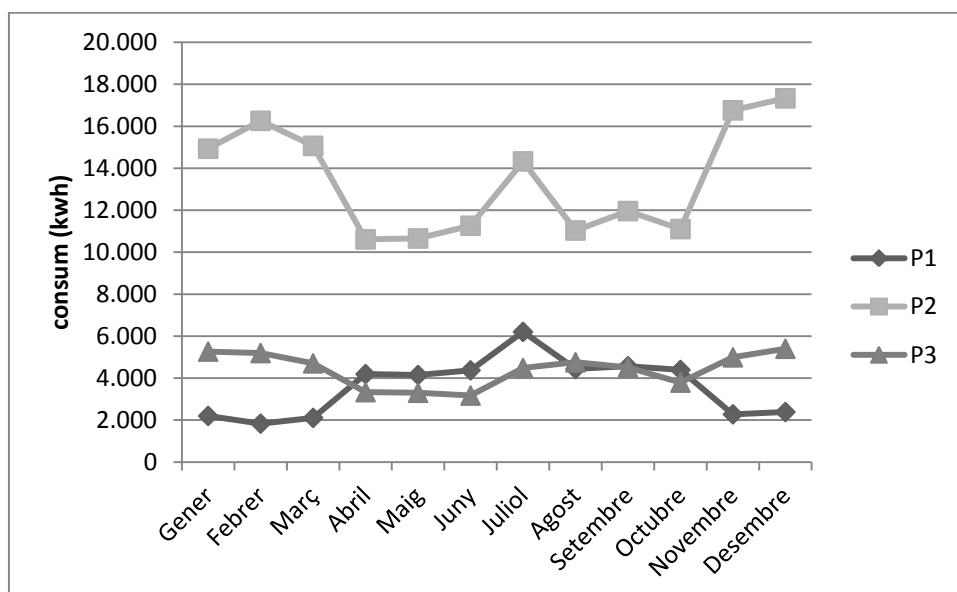


Figura 4: Comparativa del consum del taller 2

Tal i com es pot observar en les figures 2 i 3, el consum en el 2011 va disminuir respecte a l'any anterior. Aquest fet es deu que l'empresa està amb un ERO des del 2010, rep menys comandes, per tant produeix menys i com a conseqüència consumeix menys.

Taller 1

	P1	P2	P3
Gener	2.199	14.931	5.266
Febrer	1.833	16.261	5.198
Març	2.108	15.068	4.706
Abril	4.192	10.613	3.334
Maig	4.149	10.656	3.305
Juny	4.373	11.261	3.172
Juliol	6.205	14.326	4.486
Agost	4.439	11.036	4.756
Setembre	4.568	11.960	4.511
Octubre	4.391	11.104	3.789
Novembre	2.277	16.760	4.993
Desembre	2.386	17.332	5.402
Total (kwh)	43.120	161.308	52.918

Taula 5: Detall per períodes del consum 2010 del taller 1.**Figura 5:** Detall per períodes del consum 2010 del taller 1.

	P1	P2	P3
Gener	1.828	13.390	4.386
Febrer	2.070	16.334	5.120
Març	2.439	15.780	4.590
Abril	151	359	0
Maig	7.440	19.164	6.150
Juny	3.262	8.754	3.580
Juliol	4940	12.319	4.855
Agost	2.196	6.004	2.975
Setembre	4.407	11.702	4.107
Octubre	3.655	10.384	4.426
Novembre	2.149	14.745	4.629
Desembre	2.290	13.505	5.296
Total (kw)	31.887	142.440	50.114

Taula 6: Detall per períodes del consum 2011 del taller 1.

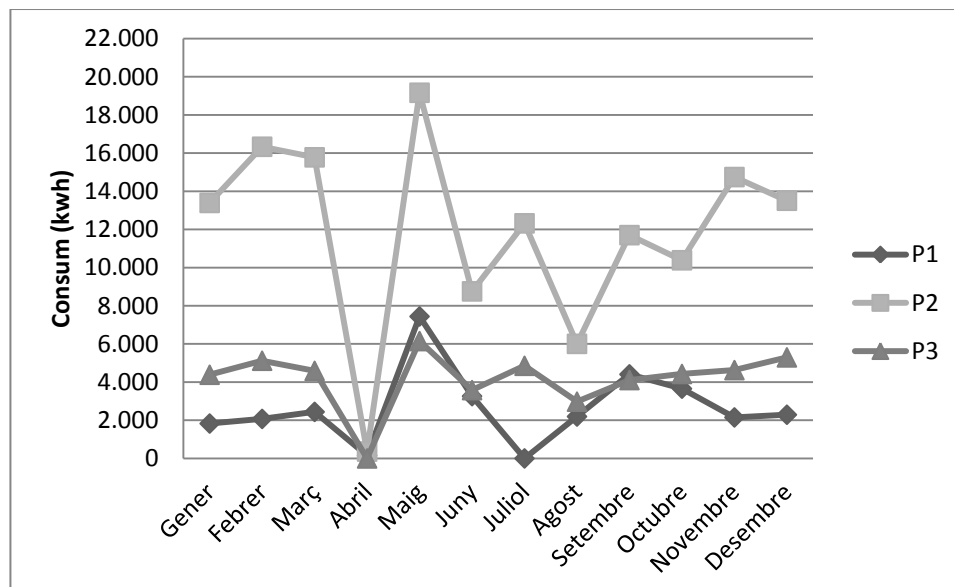


Figura 6: Detall per períodes del consum 2011 del taller 1.

Les dades del mes d'Abril queden descartades d'estudi perquè no són representatives respecte als altres consums, ja que per aquestes dates el taller 1 va romandre in operatiu.

Observant les figures 5 i 6, es pot veure com al 2010 hi ha un consum més uniforme, en canvi al 2011 hi ha un consum més variable. Ambdós anys segueixen un comportament igual entre períodes, el període 2 és el de més consum i el 1 i el 3 són els de menys consum. A més a més, es pot veure com el període 2 segueix un comportament estacional, aquest fet es deu a l'ús de la calefacció. Finalment es pot observar que en època estival el consum del període 2 disminueix i el del període 1 augmenta, aquest fet es deu que els intervals horaris dels períodes 1 i 2 canvien segons si és estiu o hivern.

Taller 2

	P1	P2	P3
Gener	926	5.441	3.076
Febrer	976	6.729	3.486
Març	994	5.348	2.816
Abril	2.516	4.302	2.728
Maig	2.615	4.505	2.903
Juny	2.685	4.471	2.925
Juliol	3.205	5.434	3.136
Agost	1.925	3.922	2.481
Setembre	2.247	4.083	2.648
Octubre	2.218	3.886	2.647
Novembre	946	6.245	3.211
Desembre	749	5.771	3.052
Total (kw)	22.002	60.137	35.109

Taula 7: Detall per períodes del consum 2010 del taller 2.

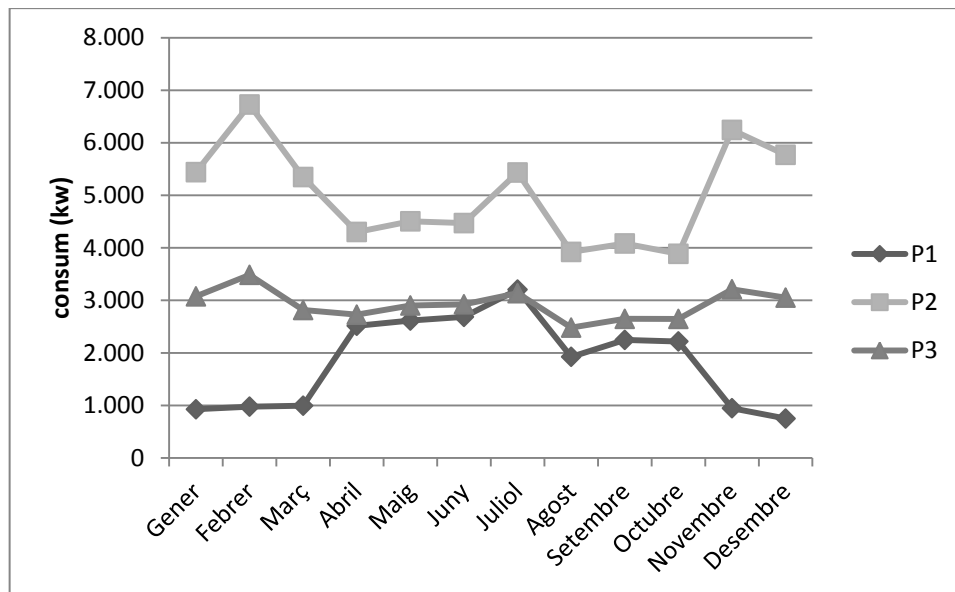


Figura 7: Detall per períodes del consum 2010 del taller 2.

	P1	P2	P3
Gener	859	5.084	2.803
Febrer	802	5.822	2.911
Març	1.123	5.823	3.092
Abril	2.639	5.154	3.430
Maig	2.631	4.798	3.197
Juny	1.915	3.870	2.603
Juliol	2.590	4.801	3.175
Agost	1.446	3.490	2.510
Setembre	2.354	4.744	3.265
Octubre	1.878	4.304	2.899
Novembre	782	5.661	2.629
Desembre	836	4.481	2.476
Total (kw)	19.855	58.032	34.990

Taula 8: Detall per períodes del consum 2011 del taller 2.

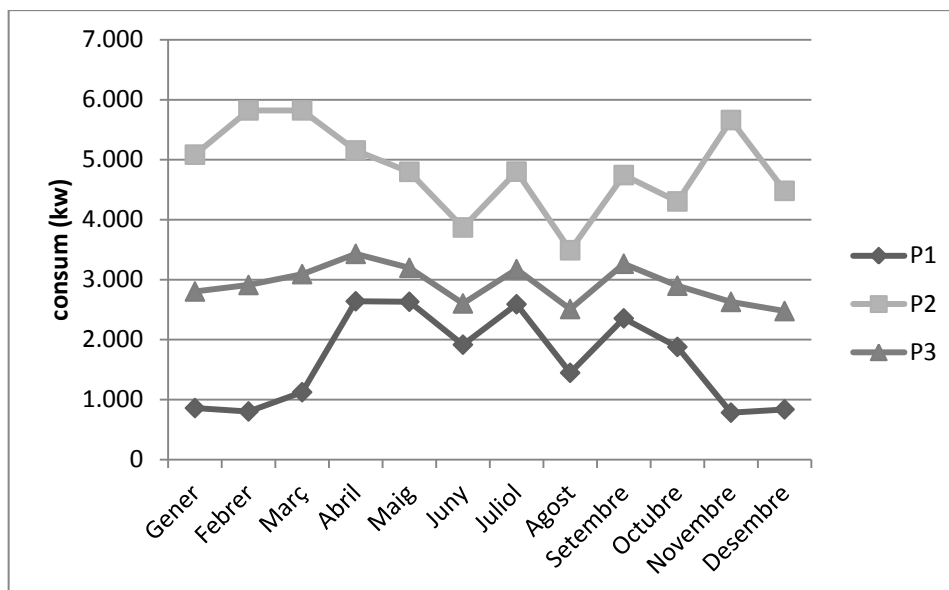


Figura 8: Detall per períodes del consum 2011 del taller 2.

Les figures 7 i 8 segueixen un comportament semblant a les figures vistes anteriorment, amb la diferència que no hi ha tant de contrast de consum entre els períodes. Aquest fet es deu a que l'horari laboral dels dos taller és diferent i perquè el sistema de calefacció en el taller 2 funciona les 24h del dia durant tot l'any, per aquest motiu en el període 3 hi ha un consum més elevat que en 1.

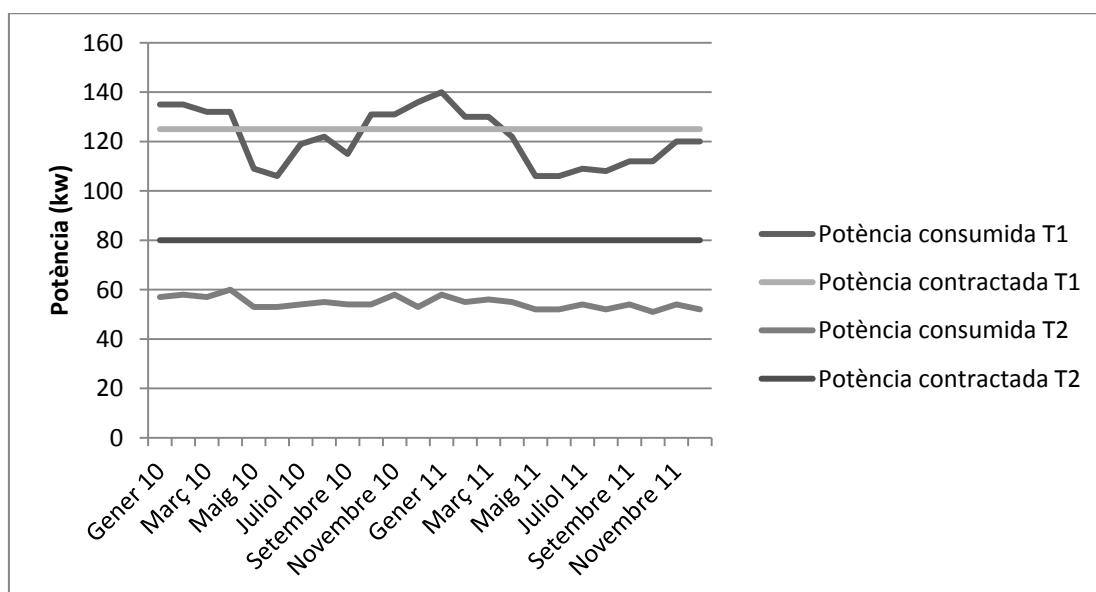


Figura 9: Comparació entre la potència contractada i la consumida dels dos tallers.

La figura 9 representa la comparació entre la potència contractada per l'empresa i la potència realment consumida. En aquesta s'observa que la potència consumida del taller 1 no és constant al llarg del temps i durant els mesos d'hivern aquesta supera la potència contractada. Al taller 2 en canvi, la potència consumida té un comportament uniforme al llarg de tot l'any i a més és clarament inferior a la potència contractada.

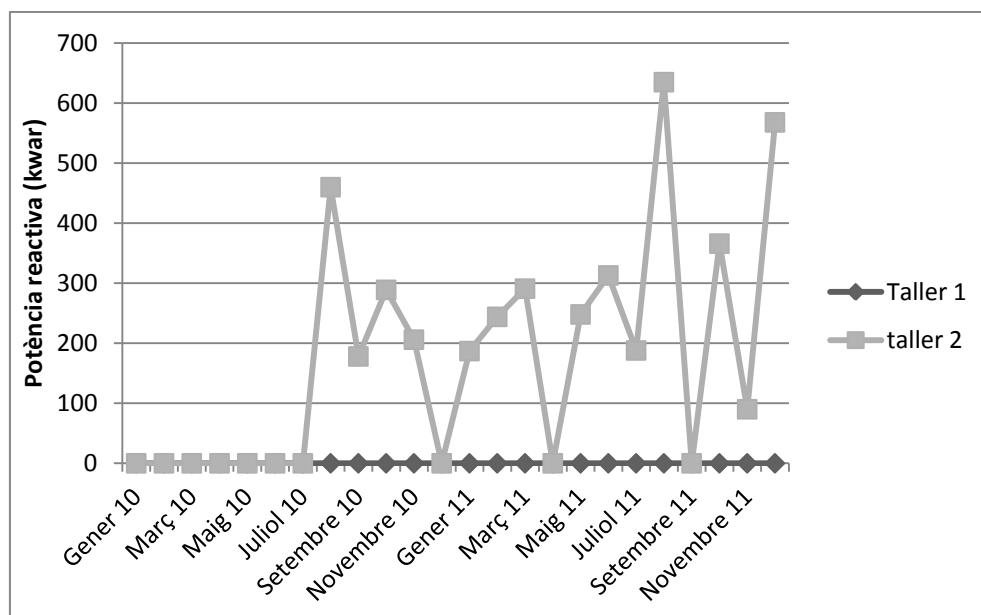


Figura 10: Consum d'energia reactiva dels dos tallers.

Tal i com es veu en la figura 10 d'energia reactiva només n'hi ha en el taller 2 i aquesta comença a aparèixer a partir del juliol de 2010. També s'observa que el consum no és constant.

3.1.2 Gas propà

	2010		2011		Mitjana	
	Tanc 1	Tanc 2	Tanc 1	Tanc 2	Tanc 1	Tanc 2
Subministra (kg)	17.150	4.296	14.148	3.562	15.649	3.929

Taula 9: Subministra anual per tancs.

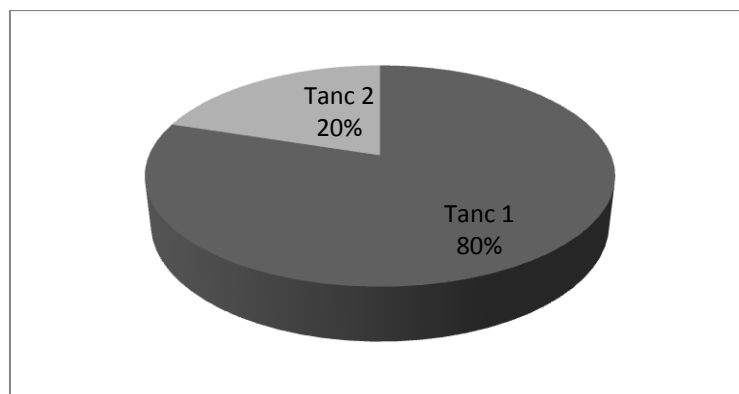


Figura 11: Distribució del gas propà per tancs.

Data subministra	Tanc 1 (kg)	Tanc 2 (kg)
Gener/2010	6.936	3.651
Juny/2010	3.009	-
Octubre/2010	7.205	645
Gener/2011	5.150	3.562
Octubre/2011	4.998	-
Desembre/2011	4.000	-

Taula 10: Càrregues de gas propà.

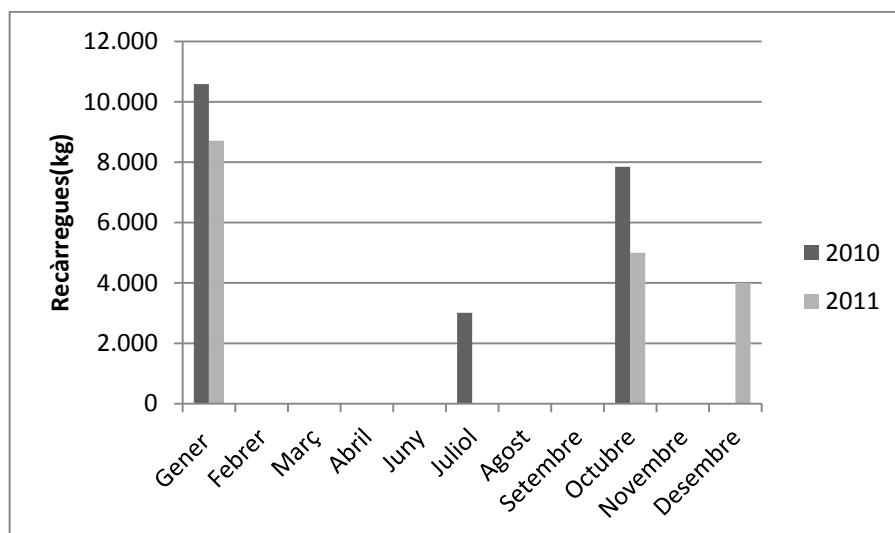


Figura 12: Càrregues de gas propà.

Tal i com s'observa en la figura 12, el consum de gas propà no és constant al llarg dels mesos perquè el gas propà no va canalitzat, sinó que està en dos tancs cisterna. Per aquest motiu no es pot saber el consum mensual, veure el capítol 5.

3.2 Cost energètic

	2010	2011	Total
Energia elèctrica (€)	58.631	59.128	117.758
Gas propà (€)	30.196	31.395	61.591

Taula 11: Cost energètic total de l'empresa

	2010		2011		Mitjana	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Energia elèctrica (€)	40.365	18.265	39.611	19.517	39.988	18.891
Gas propà (€)	24.278	5.918	25.187	6.208	24.732	6.063

Taula 12: Cost energètic mig anual de l'empresa.

Alhora de llegir la taula 12, T1 i T2 tenen dos significats segons quin paràmetre es llegeix. Si es mira l'energia elèctrica significa taller i si es mira gas propà significa tanc.

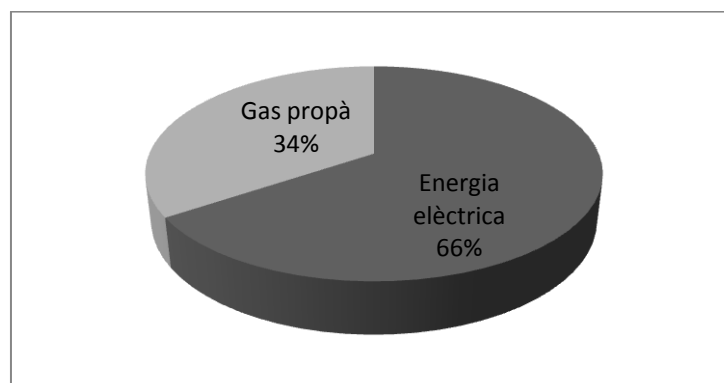
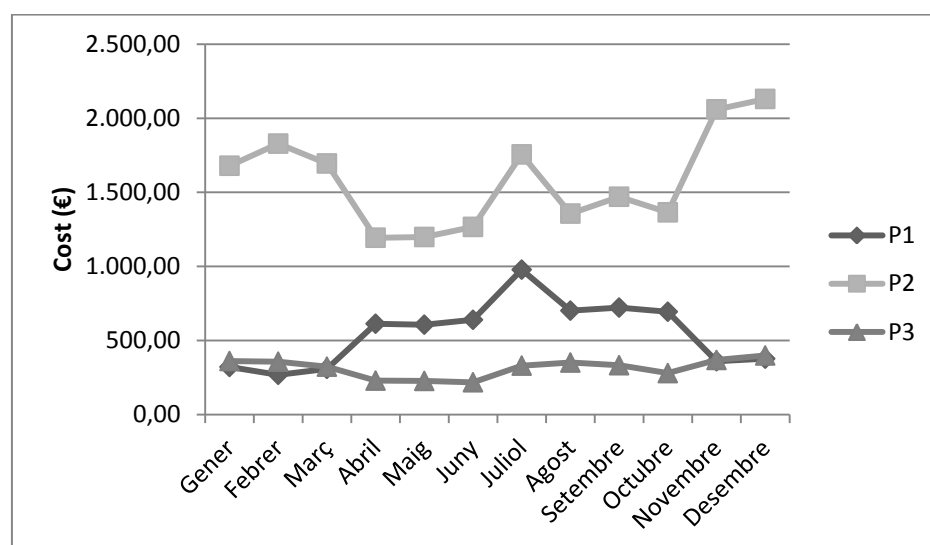


Figura 13: Distribució del cost energètic.

3.2.1 Energia elèctrica

Taller 1

	P1	P2	P3
Gener	320,97	1.679,51	361,21
Febrer	268,00	1.828,87	356,89
Març	308,21	1.694,70	323,11
Abril	612,92	1.193,64	228,91
Maig	606,63	1.198,48	226,92
Juny	639,38	1.266,52	217,79
Juliol	978,09	1.755,97	330,24
Agost	701,46	1.356,56	350,94
Setembre	721,84	1.470,14	332,86
Octubre	693,87	1.364,91	279,58
Novembre	359,82	2.060,16	368,42
Desembre	377,04	2.130,47	398,60

Taula 13: Detall per períodes del cost 2010 del taller 1**Figura 14:** Detall per períodes del cost 2010 del taller 1

	P1	P2	P3
Gener	288,86	1.645,91	323,63
Febrer	327,11	2.007,79	377,79
Març	385,42	1.939,69	338,69
Abril	24,44	45,06	0,00
Maig	1.205,38	2.406,94	459,91
Juny	528,49	1.099,48	267,72
Juliol	859,46	1.674,71	399,41
Agost	383,94	820,65	246,34
Setembre	770,49	1.599,48	340,08
Octubre	639,02	1.419,33	366,49
Novembre	375,72	2.015,41	383,30
Desembre	400,37	1.845,92	438,53

Taula 14: Detall per períodes del cost 2011 del taller 1.

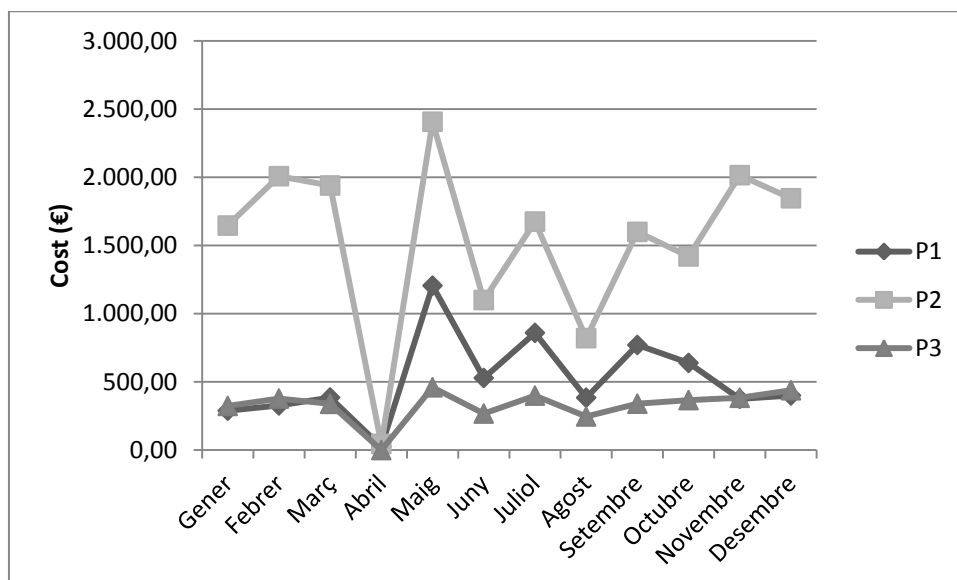
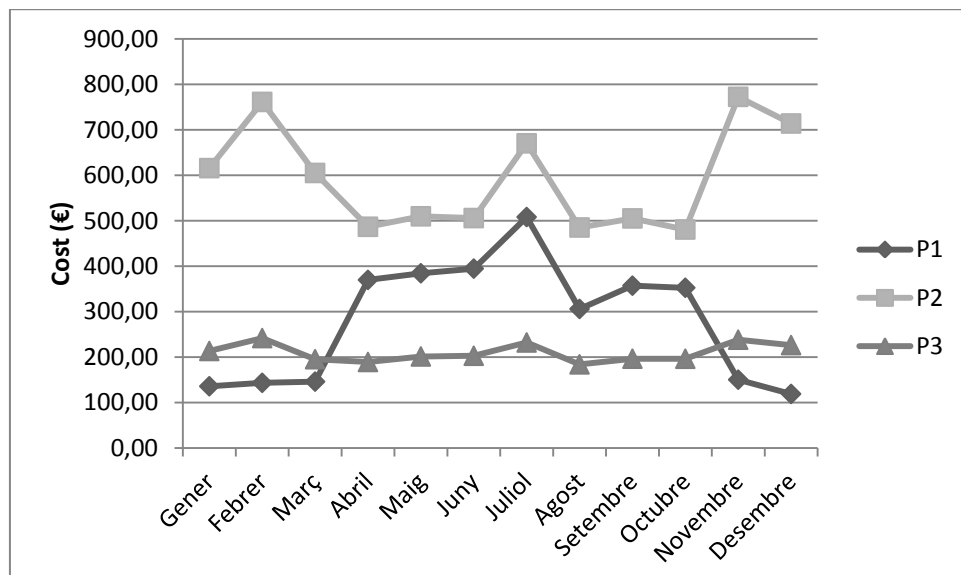


Figura 15: Detall per períodes del cost 2011 del taller 1.

Taller 2

	P1	P2	P3
Gener	135,91	615,69	213,52
Febrer	143,49	761,31	241,92
Març	146,13	605,07	195,42
Abril	369,89	486,72	189,32
Maig	384,44	509,69	201,46
Juny	394,73	505,84	202,99
Juliol	508,15	670,26	232,24
Agost	305,98	485,14	184,13
Setembre	357,16	505,05	196,53
Octubre	352,55	480,69	196,45
Novembre	150,37	772,49	238,31
Desembre	119,05	713,86	226,51

Taula 15: Detall per períodes del cost 2010 del taller 2.**Figura 16:** Detall per períodes del cost 2010 del taller 2.

	P1	P2	P3
Gener	136,54	628,88	208,03
Febrer	127,48	720,16	216,05
Març	178,50	720,29	229,48
Abril	429,67	650,90	257,87
Maig	428,70	606,34	240,45
Juny	312,03	489,06	195,77
Juliol	453,38	656,86	262,60
Agost	254,38	480,09	208,95
Setembre	414,11	652,60	271,80
Octubre	330,37	592,07	241,34
Novembre	137,57	778,74	218,86
Desembre	147,07	616,42	206,12

Taula 16: Detall per períodes del cost 2011 del taller 2.

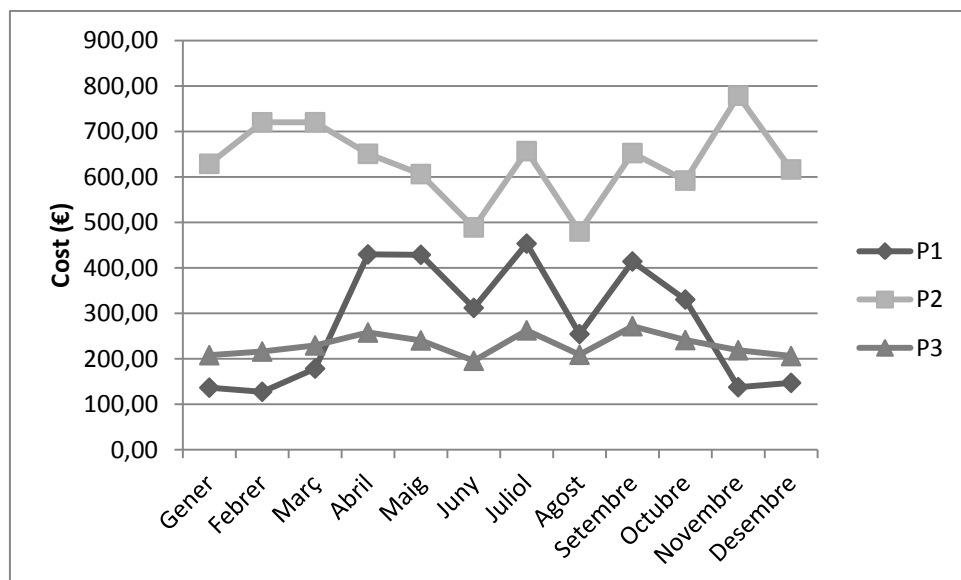


Figura 17: Detall per períodes del cost 2011 del taller 2.

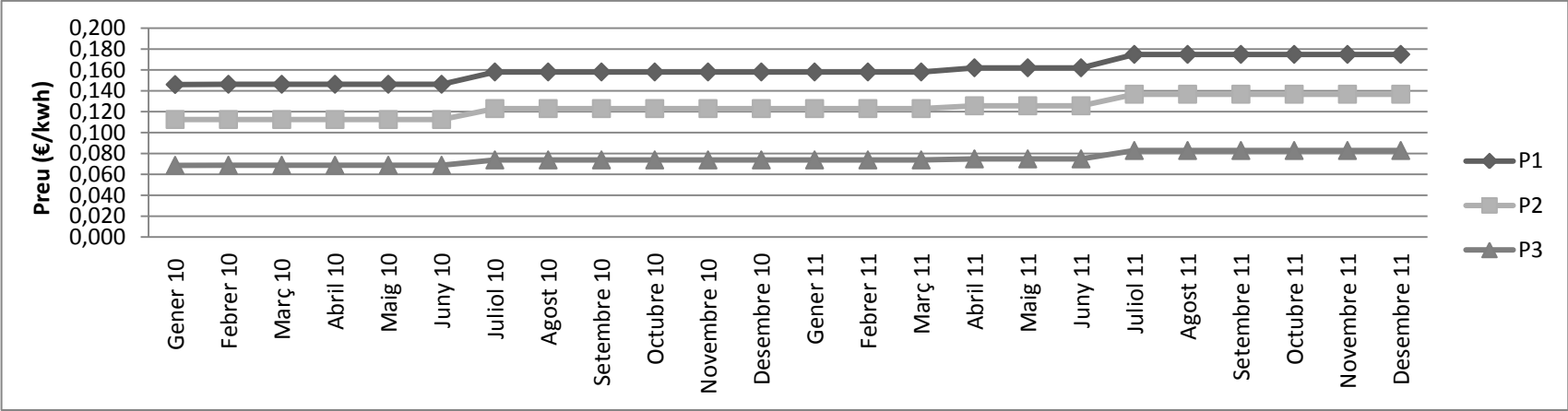


Figura 18: Històric per períodes del preu kw/h per del Taller 1.

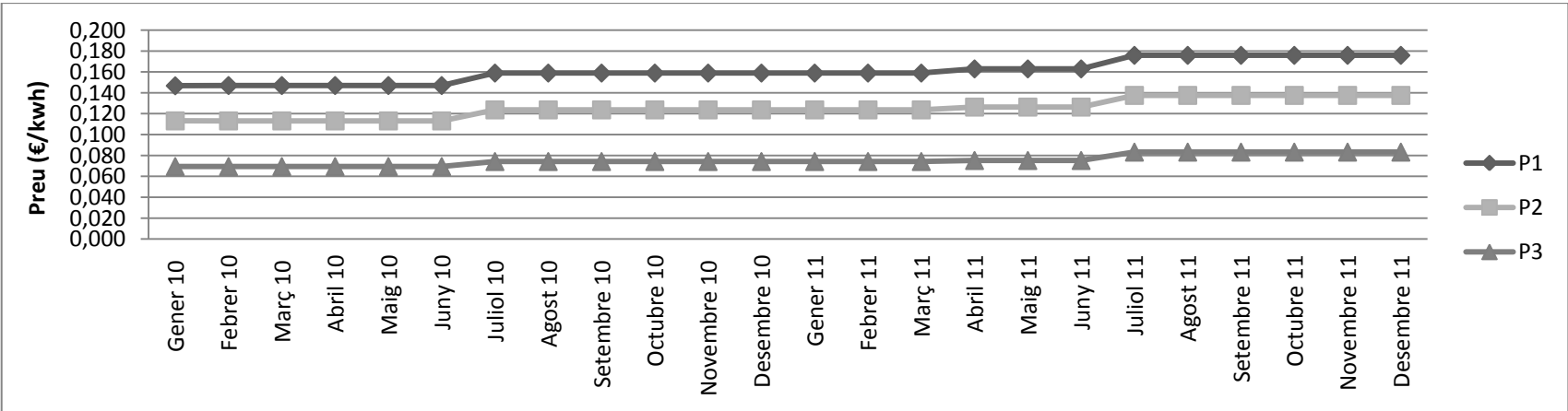


Figura 19: Històric per períodes del preu kw/h del Taller 2.

	Terme potència		Terme energia		Energia Reactiva		Impostos		COST TOTAL (€)
	Potència consumida (kw)	Cost (€)	Consum (kwh)	Cost (€)	kvar	€	Impost electricitat (€)	IVA (€)	
Gener	135	304,53	22.396	2.361,69	0	0	136,32	448,41	3.250,95
Febrer	135	294,03	23.292	2.453,77	0	0	140,49	462,13	3.350,42
Març	132	336,03	21.882	2.326,02	0	0	136,1	447,71	3.245,86
Abril	132	315,03	18.139	2.035,47	0	0	120,17	395,31	2.865,98
Maig	109	243,87	18.110	2.032,03	0	0	116,36	382,76	2.775,02
Juny	106	230,05	18.806	2.123,69	0	0	120,34	445,33	2.919,41
Juliol	119	257,65	25.017	3.064,30	0	0	169,84	628,52	4.120,31
Agost	122	281,76	20.231	2.408,95	0	0	137,57	509,09	3.337,37
Setembre	115	232,39	21.039	2.524,84	0	0	140,97	521,68	3.419,88
Octubre	131	283,64	19.284	2.338,37	0	0	134,06	496,09	3.252,16
Novembre	131	312	24.030	2.788,40	0	0	158,51	586,6	3.845,51
Desembre	136	304,53	25.120	2.906,11	0	0	164,15	607,46	3.982,25

Taula 17: Detall dels consums i costos de l'energia de 2010 del taller 1.

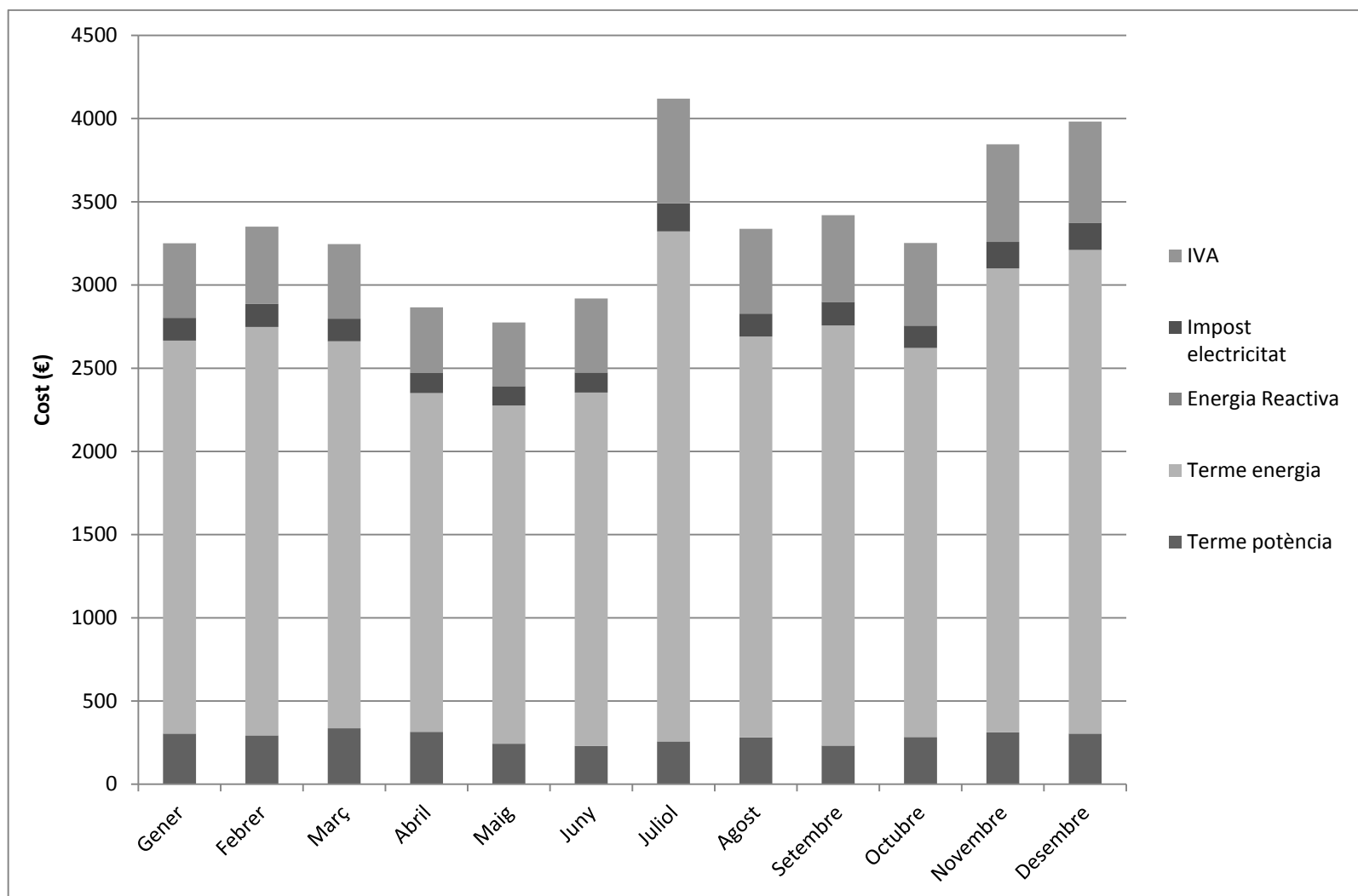


Figura 20: Desglossament dels costos de l'energia de 2010 del taller 1.

	Terme potència		Terme energia		Energia Reactiva		Impostos		COST TOTAL (€)
	Potència consumida (kw)	Cost (€)	Consum (kwh)	Cost (€)	kvar	€	Impost electricitat (€)	IVA (€)	
Gener	140	341,01	19.604	2.258,41	0	0	132,9	491,82	3.224,14
Febrer	130	290,85	23.524	2.712,69	0	0	153,56	568,28	3.725,38
Març	130	290,85	22.809	2.663,80	0	0	151,06	559,03	3.664,74
Abril	122	301,93	510	69,50	0	0	18,99	70,28	460,70
Maig	106	254,36	32.754	4.072,23	0	0	221,21	818,6	5.366,40
Juny	106	221,54	15.596	1.895,69	0	0	108,25	400,58	2.626,06
Juliol	109	251,6	22.114	2.933,58	0	0	162,85	602,65	3.950,68
Agost	108	274,95	11.175	1.450,93	0	0	88,24	326,54	2.140,66
Setembre	112	259,57	20.216	2.710,05	0	0	151,83	561,86	3.683,31
Octubre	112	303,8	18.465	2.424,84	0	0	139,51	516,27	3.384,42
Novembre	120	223,34	21.523	2.774,42	0	0	153,27	567,19	3.718,22
Desembre	120	270,77	21.091	2.684,82	0	0	151,11	559,2	3.665,90

Taula 18: Detall dels consums i costos de l'energia de 2011 del taller 1.

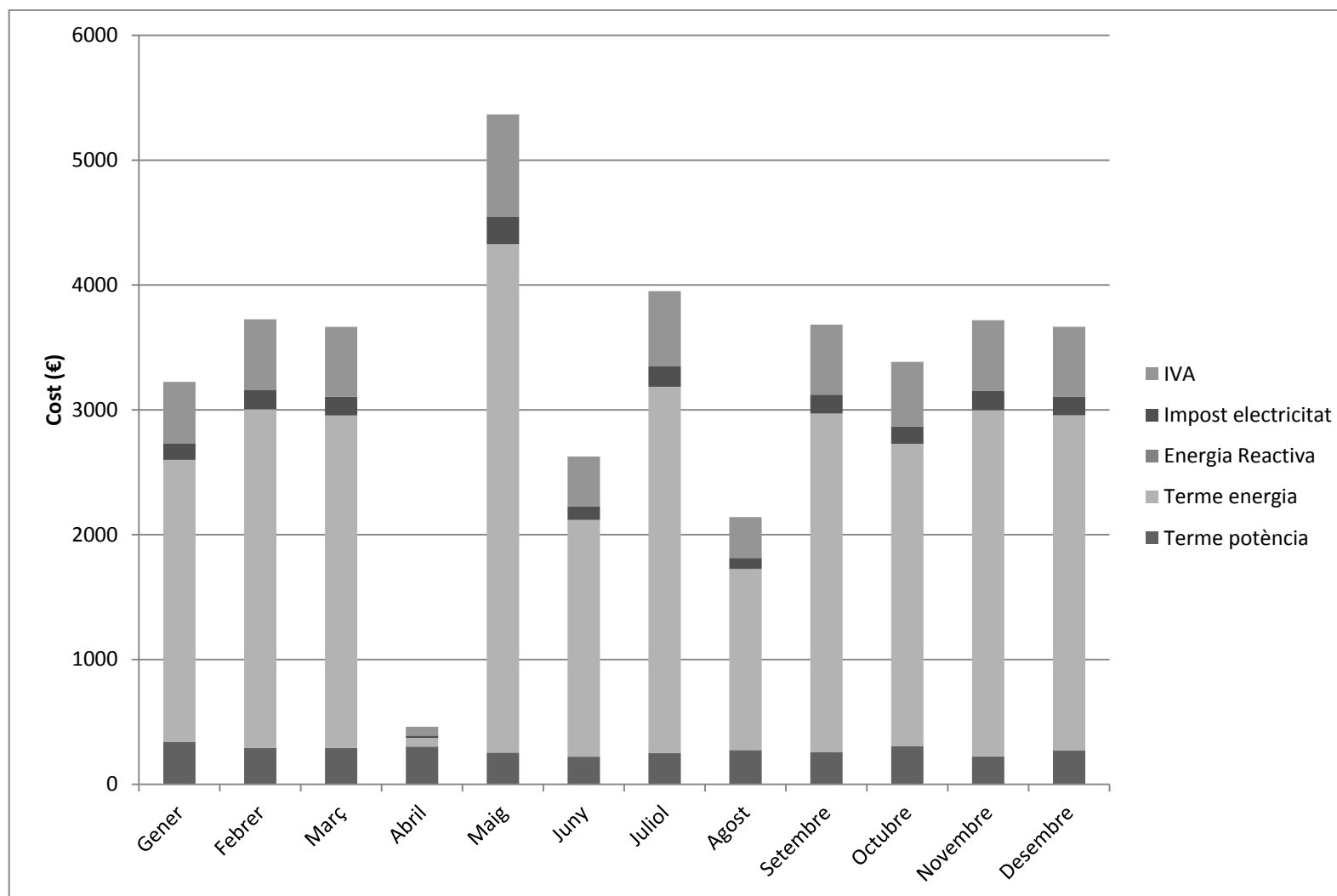


Figura 21: Desglossament dels costos de l'energia de 2011 del taller 1.

	Terme potència		Terme energia		Energia Reactiva		Impostos		COST TOTAL (€)
	Potència consumida (kw)	Cost (€)	Consum (kwh)	Cost (€)	kvar	€	Impost electricitat (€)	IVA (€)	
Gener	57	147,23	9.443	965,13	0	0	56,87	187,08	1.356,31
Febrer	58	137,42	11.191	1.146,67	0	0	65,65	215,96	1.565,70
Març	57	157,05	9.158	946,62	0	0	56,43	185,62	1.345,72
Abril	60	147,23	9.546	1.045,93	0	0	61	200,67	1.454,83
Maig	53	152,14	10.023	1.095,59	0	0	63,79	209,84	1.521,36
Juny	53	147,23	10.081	1.103,56	0	0	63,95	236,65	1.551,39
Juliol	54	147,23	11.775	1.410,65	0	0	79,65	294,76	1.932,29
Agost	55	157,05	8.328	975,25	460	19,11	58,87	217,85	1.428,13
Setembre	54	137,42	8.978	1.058,74	178	7,4	61,53	227,72	1.492,81
Octubre	54	147,23	8.751	1.029,69	289	12,01	60,79	224,95	1.474,67
Novembre	58	161,95	10.402	1.161,16	206	8,56	68,08	251,96	1.651,71
Desembre	53	142,32	9.572	1.059,42	0	0	61,44	227,37	1.490,55

Taula 19: Detall dels consums i costos de l'energia de 2010 del taller 2.

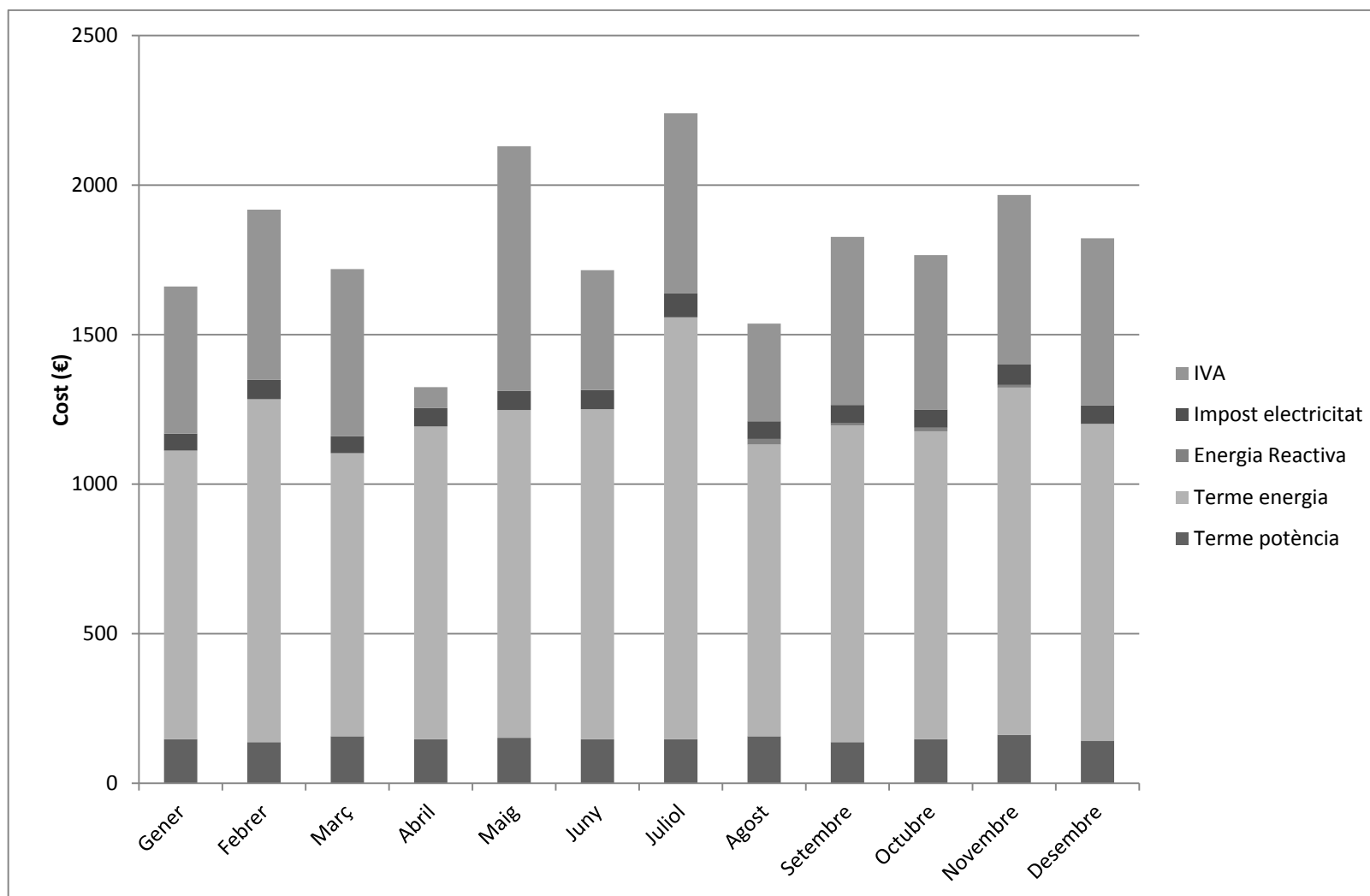


Figura 22: Desglossament dels costos de l'energia de 2010 del taller 2.

	Terme potència		Terme energia		Energia Reactiva		Impostos		COST TOTAL (€)
	Potència consumida (kw)	Cost (€)	Consum (kwh)	Cost (€)	kvar	€	Impost electricitat (€)	IVA (€)	
Gener	58	147,23	8.746	973,44	187	7,77	57,69	213,5	1.399,63
Febrer	55	152,14	9.535	1.063,69	244	10,14	62,68	231,96	1.520,61
Març	56	152,14	10.038	1.128,27	291	12,09	66,08	244,54	1.603,12
Abril	55	167,7	11.223	1.338,44	0	0	77	284,96	1.868,10
Maig	52	162,79	10.626	1.275,48	248	10,31	74,06	274,08	1.796,72
Juny	52	141,78	8.388	996,87	313	13,01	58,88	217,9	1.428,44
Juliol	54	157,54	10.566	1.372,85	188	7,81	78,64	291,03	1.907,87
Agost	52	173,29	7.446	943,42	635	26,39	58,44	216,28	1.417,82
Setembre	54	157,54	10.363	1.338,51	0	0	76,49	283,06	1.855,60
Octubre	51	173,29	9.081	1.163,78	366	15,21	69,14	255,86	1.677,28
Novembre	54	147,03	9.072	1.135,17	90	3,74	65,75	243,3	1.594,99
Desembre	52	173,29	7.793	969,61	568	23,6	59,64	220,713	1.446,85

Taula 20: Detall dels consums i costos de l'energia de 2011 del taller 2.

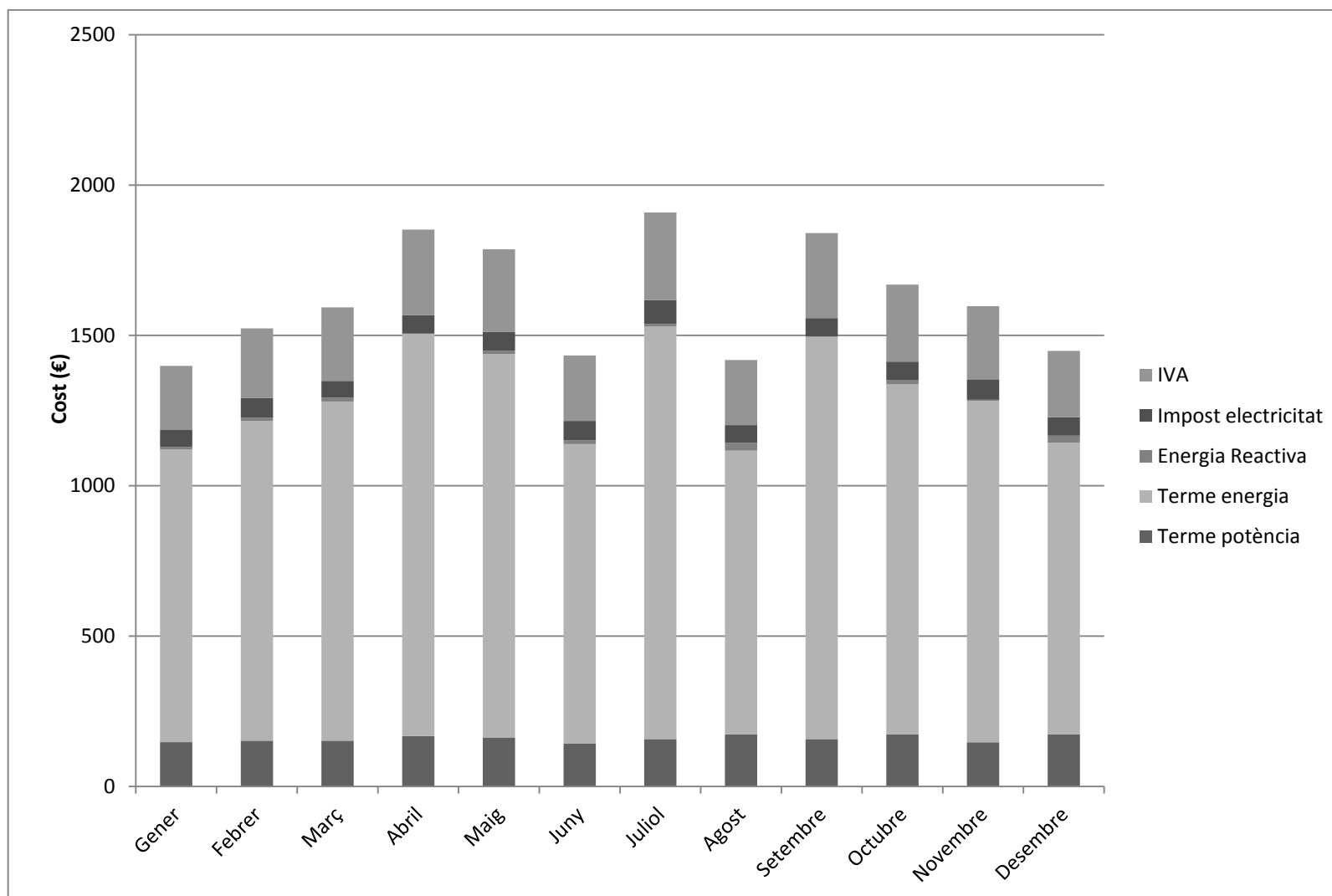
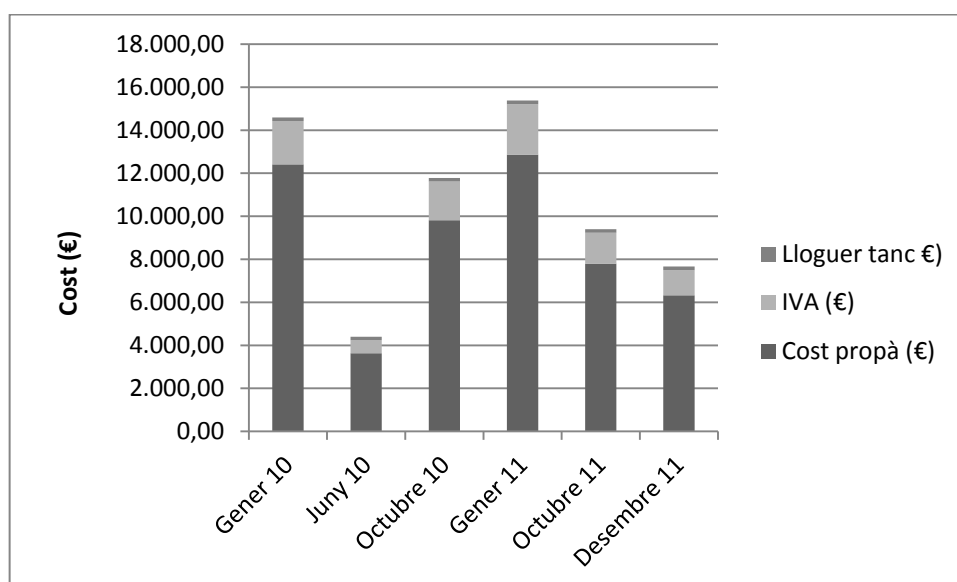


Figura 23: Desglossament dels costos de l'energia de 2011 del taller 2

3.2.2 Gas propà

Data subministra	Quantitat (kg)	Preu unitat (€/kg)	Cost propà (€)	Lloguer tanc (€)	IVA (€)	Import Total (€)
Gener 10	10.587	1,1727	12.415,37	165,28	2.012,90	14.593,56
Juny 10	3.009	1,2064	3.630,06	165,28	607,25	4.402,59
Octubre 10	7.850	1,2505	9.816,43	165,28	1.796,71	11.778,41
Gener 11	8.712	1,4770	12.867,62	165,28	2.345,92	15.378,83
Octubre 11	4.998	1,5610	7.801,88	165,28	1.434,09	9.401,25
Desembre 11	4.000	1,5820	6.328,00	165,28	1.168,79	7.662,07

Taula 21: Subministraments i costos del gas propà.**Figura 24:** Desglossament del costos del propà.

Data subministra	Tanc 1		Tanc 2	
	Quantitat (kg)	Cost (€)	Quantitat (kg)	Cost (€)
Gener/2010	6.936	9.435,26	3.651	4.966,57
Juny/2010	3.009	4.210,87	-	
Octubre/2010	7.205	10.631,63	645	951,76

Gener/2011	5.150	8.513,88	3.562	6.208,07
Octubre/2011	4.998	9.206,22	-	
Desembre/2011	4.000	7.467,04	-	
Total	31.298	49.464,89	7.858	12.126,40

Taula 22: Cost del gas propà pe tancs.

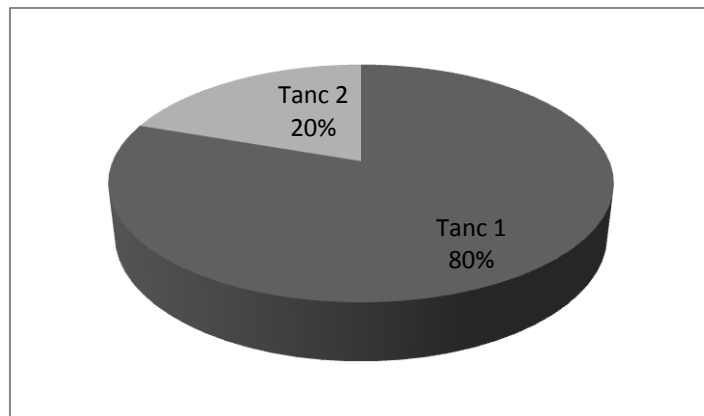


Figura 25: Distribució del cost de gas propà per tancs.

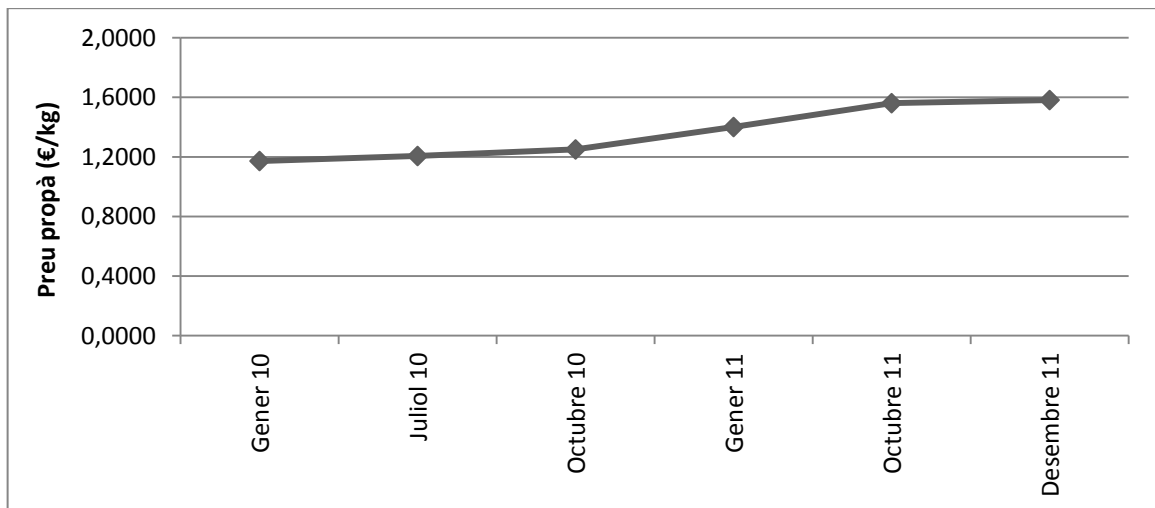


Figura 26: Evolució històrica del preu al kg del gas propà.

4 ENVOLUPANT

4.1 Aïllament tèrmic

És un aspecte important a tenir en compte a l'hora de mantenir la temperatura dels tallers. La quantitat de calor necessària per mantenir la temperatura de confort a l'interior dels tallers, depèn en gran part del seu nivell d'aïllament tèrmic. Un taller amb sostres i parets ben aïllades pot ajudar a estalviar fins un 30% de calefacció.

Avantatges:

- *Reducció de la demanda d'energia:* si es redueix la transmissió de calor de l'envoltant de la nau, els sistemes actius de calefacció necessitaran menys energia per obtenir la mateixa temperatura de confort.
- *Millora del confort tèrmic:* En un espai on la temperatura ambient és adequada no necessàriament hi ha confort, podria ser que les parets estiguin fredes i per radiació el nostre cos desprengui calor direcció a la paret. També pot ser que la calefacció funcioni a gran velocitat, a causa de pèrdues i guanys importants de calor.

En els dos casos hi haurà desconfort independentment de la temperatura ambient.

Inconvenients:

- *Cost elevat* i una llarga amortització en comparació a la millora dels sistemes actius de calefacció.

Hi ha tres opcions per l'aïllament de façanes i cobertes, aïllar per l'interior, l'exterior i l'interior de les càmeres d'aire. Aquest últim no es gaire aconsellable, ja que els ponts tèrmics no queden aïllats i en aquest estudi les parets dels tallers no en disposen de càmeres d'aire. Si s'aïlla l'interior tenim el problema que existeixen moltes canonades, connexions a les parets i el pont grua a l'interior del taller 1. Per aquest motiu es planteja l'aïllament per l'exterior, ja que ens permet aïllar tots els ponts tèrmics existents, s'aprofita més la inèrcia

tèrmica dels tancaments actuals i el més important, permet treballar sense afectar l'activitat o producció diària dels tallers.

Abans de començar l'aïllament s'ha de saber quines característiques tenen els tallers, és a dir si està construït amb materials aïllants, el seu potencial i si hi ha ponts tèrmics. La millor manera de saber-ho és realitzant un estudi termogràfic dels edificis.

Aquest procediment està compost per un panell aïllant (normalment s'utilitza EPS) adherit amb morter cola i fixat amb ancoratges mecànics al mur. El panell aïllant es protegeix amb dues capes de morter cola per les dues cares, la primera conté una malla de reforç. Amb un acabat de revestiment continu de morter acrílic. Veure fitxa tècnica a l'annex B.

Cobertes ecològiques:

És una proposta molt nova i respectuosa amb el medi ambient, però encara no s'utilitza gaire o pràcticament gens en aplicacions industrials. Es tracta de les cobertes ecològiques que representen grans beneficis respecte aïllament tèrmic entre d'altres com millorar el microclima, absorbir la pols i millorar l'aïllament acústic de la coberta.

A més també protegeixen les cobertes de les radiacions ultraviolada provinents del sol i aprofiten l'efecte amortidor de la temperatura que té la terra gràcies a la seva inèrcia tèrmica, de manera que es redueixen les pèrdues i excessos d'energia o calor a través de la coberta. Aquest efecte suposa un augment de confort a l'interior del taller i un estalvi energètic a llarg termini.

La coberta industrial ecològica o coberta extensiva és aquella que està formada per plantes de baix manteniment i generalment s'instal·la com a protecció addicional a la coberta, permeten un millor aïllament tèrmic i a més de contribuir amb el medi ambient.

Al ser una proposta alternativa i tant recent al mercat, no s'estudia en aquest projecte per falta de dades d'estudi en l'àmbit industrial i poques facilitats per trobar una

marca comercialitzadora que pugui assessorar-me. També cal recordar que aquesta proposta no es va contemplar al inici d'aquest projecte, però es considera com una molt bona opció a estudi.

4.2 Descripció de l'estat actual l'envolupant

Taller 1: Les parets exteriors són de bloc ceràmic de 30cm de gruix arrebossada per les dues cares, els pilars són de formigó armat construïts in situ i el terra gran part de la nau és de terratzo i una part petita és de formigó llis continu. Pel que fa la coberta és de teules ceràmiques amb jàsseres peraltades de formigó armat.

Taller 2: Les parets exteriors són panells prefabricats de formigó de 20cm de gruix, els pilars són prefabricats de formigó armat, el terra és de formigó llis continu. El teulat és una coberta planxa tipus sandvitx amb jàsseres de formigó armat.

4.3 Termografies

4.3.1 Descripció

La termografia és una tècnica que permet a distància i sense cap contacte, mesurar i visualitzar temperatures de superfície amb precisió. És un mètode que mesura l'emissió natural de la radiació infraroja provinent d'un objecte mitjançant una càmera termogràfica. Aquesta com a resultat genera una imatge bidimensional, on s'hi veu reflectit les temperatures en funció dels colors. Al no necessitar contacte físic l'objecte en qüestió pot estar en funcionament quan es realitzi la mesura.

Com he comentat al punt anterior, la utilització d'aquesta tècnica és un punt clau abans de començar a aïllar els tallers, degut al gran nombre d'informació que ofereix:

- L'estat de l'aïllament (absència, deteriorament o mala col·locació).
- Aïllaments i materials malmesos per l'humitat.

- Pèrdues de calor a través de les obertures.
- Ruptura del pont tèrmic entre les unions de parets, parets - cobertes o entre plantes.
- Disminució o barreja de diferents materials aïllants.
- Detecció de filtracions d'aire a través dels tancaments.

4.3.2 Estudi

Les termografies es van realitzar el mes de gener de 2011, el dia era nuvolat, la temperatura exterior era de 5°C i a l'interior dels tallers al voltant dels 20°C. Aquestes es van realitzar amb l'ajuda d'un tècnic i amb una càmera termogràfica model Land Guide M3.

Es van fer termografies dels dos tallers, tant des de l'exterior com de l'interior, de les façanes, les cobertes i els tancaments.

4.3.3 Resultats

A continuació es descriuen els fets més rellevants que s'han observat explorant i estudiant les totes les termografies preses.

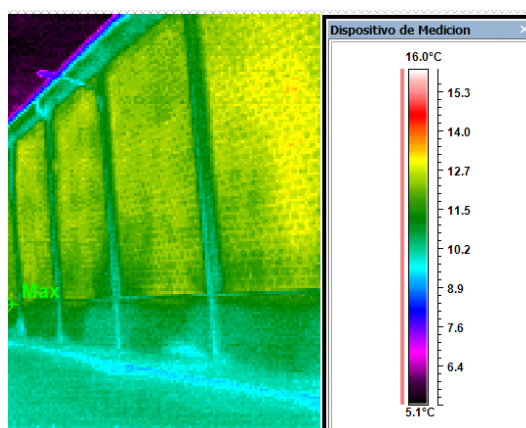


Figura 27: Termografia de la façana del taller 1.

En la figura 27 es pot diferenciar que la paret exterior i els pilars tenen temperatures diferents, aquest fet es degut a que els materials tenen conductivitats tèrmiques desiguals i per tant condueixen la calor de diferent manera.

Per tant, si es té en compte la diferència de temperatura entre l'interior i l'exterior del taller i es compara amb la temperatura de la paret (13-14°C), aquest fet indica que existeix una pèrdua de calor a través de la paret degut a un mal aïllament.

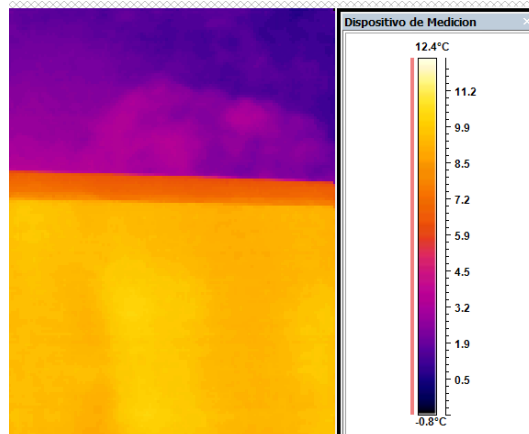


Figura 28: Termografia de la coberta del taller 1.

La part superior de la figura 28 representa el cel i la part inferior representa una petita part de la coberta. Aquesta es troba a una temperatura de 11°C, la qual cosa, si es té en compte la temperatura ambient exterior, indica que hi ha pèrdues a través de la coberta.

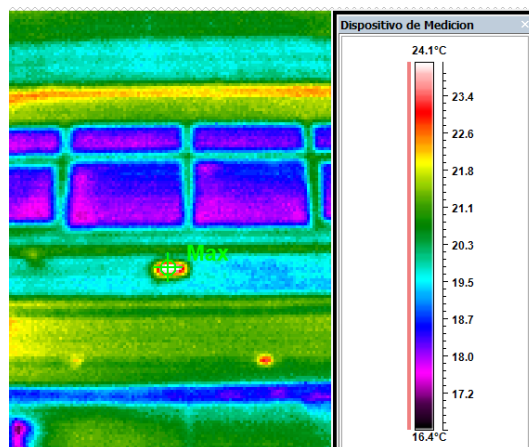
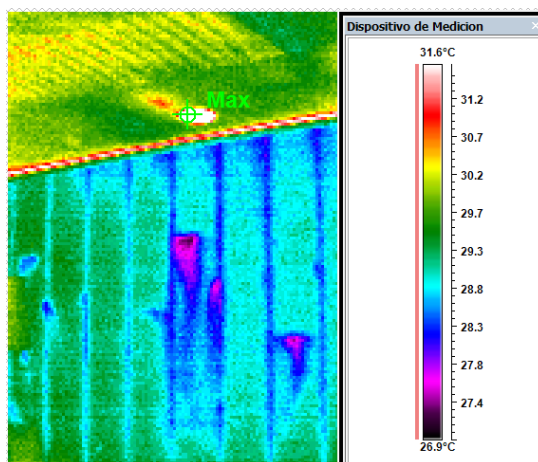


Figura 29: Termografia de les finestres del taller 1.

La figura 29 està vista des de l'interior del taller i emmarca les finestres del mateix. En la termografia s'observa com a través dels marcs de les finestres no existeixen filtracions d'aire de l'exterior, ja que els marcs es troben a una temperatura semblant a la ambient. En canvi els vidres es troben a una temperatura inferior, aquest fet es deu a que la conductivitat del vidre és superior a la de la fusta i com a conseqüent transmet millor la calor, en aquest cas transmet el fred provinent de l'exterior.

**Figura 30:** Termografia del punt unió entre coberta i façana del taller 2.

La figura 30 està vista des de l'interior del taller 2 i representa la unió entre la paret exterior i la coberta. S'observa que la coberta hi ha una temperatura 10°C superiors a la temperatura ambient de la sala, aquest fet es deu a que l'aire calent té tendència a pujar. També es pot veure com en la paret exterior si formen condensacions entre les juntes dels panells prefabricats de formigó, degut a un mal aïllament.

4.4 Lider

4.4.1 Descripció

L'aplicació Lider és la implementació informàtica de l'opció general de verificació de l'exigència de Limitació de demanda energètica (HE1), establerta en el document bàsic de

habitabilitat i energia del Codi Tècnic de la Edificació, facilitada pel Ministeri de l'habitatge i per IDAE.

Aquesta permet calcular les necessitats tèrmiques de qualsevol edifici residencial, petit i mitjà terciari i gran terciari. Encara que el projecte es centre en dos tallers industrials, es fa servir aquest programa, ja que és l'únic permet realitzar aquests càlculs i compleix la normativa actual.

Els resultats del programa encara que donin negatius no afecta, ja que els tallers varen ser construïts anteriorment a la normativa actual del CTE i només afecten als edificis de nova construcció o rehabilitació. Cal remarcar que els edificis no són vivendes per aquest motiu tampoc haurien de complir, ja que la fi dels edificis és producció industrial. Tot i això els resultats poden ser de gran ajuda alhora de detectar punts febles en la seva construcció i a on es pot millorar.

4.4.2 Estudi

Per tal d'obtenir el càlcul de les necessitats tèrmiques dels dos tallers primer de tot és necessari informar sobre la situació geogràfica, la zona climàtica, l'orientació dels tallers respecte el nord, el tipus d'edifici que és, ponts tèrmics i altres dades funcionals.

En un segon pas es defineixen els materials dels tancaments, com les portes i les finestres, i els elements que formen part dels tallers, com són la coberta, el terra, les parets exteriors i les interiors. Si es dona el cas que el material que es necessita no es troba en la base de dades del programa, és pot crear a partir de la seva conductivitat tèrmica i posteriorment es justifica, amb el certificat de declaració de conformitat.

Un cop definits els materials i els components dels tallers ja es pot començar a descriure l'estructura dels mateixos a través de les eines del mateix programa. El resultat de tot aquest procés és representació gràfica en 3D. Posteriorment es realitzen els càlculs de necessitats tèrmiques.

Aquest procediment es realitza tant pel taller 1 com pel taller 2, primer s'estudia l'estat actual i en un segon pas es torna a calcular incorporant-hi millores perquè siguin més eficients, no tinguin tantes pèrdues i la demanda d'energia disminueixi. Les millores estructurals que s'han aplicat són:

- Aïllament de façanes
- Aïllament de cobertes
- Aïllament de façanes i cobertes

4.4.3 Resultats

Taller 1

L'estudi de l'estat actual, dona que energèticament el taller és deficient respecte l'edifici de referència en un 110,9%. També informa sobre els tancaments i particions interiors, que no compleixen amb els requisits mínims. Aquesta informació ajuda a tenir coneixement de quins punts són els més deficientes i els que es poden millorar. Aquests són la mitjanera, les parets exteriors i la coberta. A continuació fa una descripció geomètrica i constructiva dels espais, els tancaments opacs, els semitransparents i els ponts tèrmics. La metodologia d'aquest informe es fa per cada cas de cada taller es pot consultar l'informe complet a l'annex E.

En la segona part de l'estudi s'aïllen les façanes i es pot veure com també hi ha deficiències energètiques en el taller, per tant el problema principal de l'edifici no roman en les parets exteriors, sinó que prové de la coberta del taller.

Quan s'aïlla només la coberta del taller s'obté el primer resultat eficient, amb un 94.8%. i quan s'aïlla tant la coberta com les façanes el resultat és del 90%. Per tan, es pot dir que el problema principal roman en la coberta, ja que quan s'aïlla és la que ofereix major rendiment energètic.

Taller 2

L'estudi de l'estat actual dona un resultat molt semblant al del taller 1, deficient energèticament amb un tant per cent del 111%. Els tancaments que no compleixen els requisits mínims són la paret exterior, la coberta, l'aïllament perimetral de la solera i també informa sobre el risc de formació de condensacions superficials en les parets exteriors.

En la segona part de l'estudi s'aïllen les façanes i millora el rendiment en un 93,1%, posteriorment s'aïlla només la coberta i dona un resultat deficient energèticament, per tant el problema principal es troba en les parets exteriors del taller. Finalment s'aïllen tant les parets exteriors com les façanes i dona un resultat del 88,8%.

	Taller 1 (%)	Taller 2 (%)
Estat actual	110,9	111
Aïllat façanes	106,6	93,1
Aïllat coberta	94,8	107,9
Aïllat façanes i coberta	90	88,8

Taula 23: Tant per cent de la demanda de referència

4.5 Calener

4.5.1 Descripció

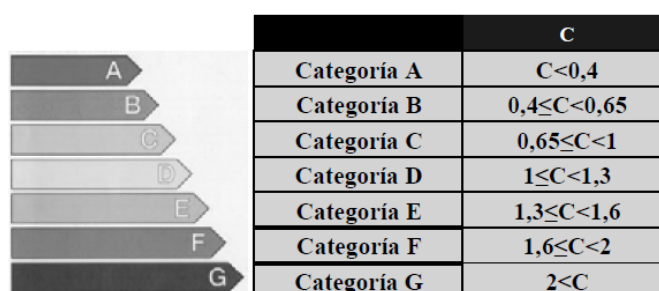
El programa Calener és una eina promoguda pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç a través del IDAE i pel Ministeri d'habitatge, el qual permet determinar i qualificar el nivell d'eficiència energètica de l'edifici. Actualment existeixen dues versions, una per habitatges, edificis terciaris petits i mitjans i l'altre per grans edificis del sector terciari.

4.5.2 Estudi

Un cop es finalitza l'estudi amb el programa Lider, es pot exportar la informació del taller al programa Calener, un cop exportat s'inclou la informació sobre el sistema de calefacció existent, tant amb equips com unitats terminals. Posteriorment el programa et calcula la demanda energètica existent en el taller en kw/any, com també les emissions produïdes pel sistema en kg de CO₂ i la qualificació energètica en kgCO₂/m².

El programa també realitza aquest càlcul per l'edifici objecte, que és l'edifici de referència el qual compleix amb la normativa del RITE.

Aquest procediment es realitza per totes les modalitats que s'han calculat al Lider, per tal de comparar i saber quin estalvi obtindrem, tant en kwh/any, com kg CO₂ i en quan es podria amortitzar la proposta de millora.



	C
Categoría A	$C < 0,4$
Categoría B	$0,4 \leq C < 0,65$
Categoría C	$0,65 \leq C < 1$
Categoría D	$1 \leq C < 1,3$
Categoría E	$1,3 \leq C < 1,6$
Categoría F	$1,6 \leq C < 2$
Categoría G	$2 \leq C$

Figura 31: Escala de qualificació d'eficiència energètica i etiqueta energètica (IDAE, 2009)

4.5.3 Resultats

Taller 1

A l'estat actual del taller 1 hi ha una qualificació energètica de 62,4 C respecte l'edifici objecte. Aquest resultat es prou acceptable si es té en compte que l'edifici és deficient energèticament i encara no se li ha aplicat cap millora.

Quan es proposa només aïllar les façanes l'índex de la qualificació energètica disminueix en dos punts, en canvi quan només s'aïlla la coberta disminueix casi nou punts. Aquest fet indica que és a la coberta on es produeixen el major número de pèrdues del taller 1. Finalment quan s'aïlla tot el taller és quan és més eficient en un 51C de qualificació energètica.

Taller 2

A l'estat actual del taller 2 hi ha una qualificació energètica de 69,9 C respecte l'edifici objecte. Aquest resultat també es prou acceptable si es té en compte que l'edifici és deficient energèticament i encara no se li ha aplicat cap millora.

Quan es proposa només aïllar les façanes l'índex de la qualificació energètica disminueix en nou punts, en canvi quan només s'aïlla la coberta disminueix menys d'un punt. Aquest fet indica que a les façanes és on es produeixen el major número de pèrdues del taller 2. Finalment quan s'aïlla tot el taller és quan és més eficient en un 58,8C de qualificació energètica.

	Taller 1	Taller 2
Estat actual	62,4 C	69,9 C
Aïllat façanes	60,1 C	61 C
Aïllat coberta	53,7 C	68,3 C
Aïllat façanes i coberta	51 C	58,8 C

Taula 24: Resultats qualificació energètica de les propostes d'aïllament.

En resum la major part de pèrdues del taller 1 es troben en la coberta i les pèrdues del taller 2 es troben en les façanes, ja que quan s'aïllen adequadament la demanda energètica de cada taller disminueix considerablement. A més a més si res redueix aquesta demanda, com a conseqüència també es redueix la potència dels sistemes actius i el nombre d'unitats terminals necessàries i per tant es produeix un estalvi energètic. Els resultats complets es poden consultar a l'annex C.

4.6 Propostes

4.6.1 Aïllament de façanes

	T1	T2
Demanda energètica actual (kwh/any)	620.328	321.867
Demanda energètica prevista (kwh/any)	596.455	269.848
Estalvi energètic (kwh/any)	23.873	52.019

Taula 25: Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament de façanes per tallers.

	T1	T2
Estalvi energètic (kwh/any)	23.873	52.019
Cost mig kwh (€/kwh)	0,132243	0,132243
Estalvi econòmic (€/any)	3.157	6.879

Taula 26: Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament de façanes per tallers.

	T1	T2
Número de panells (u.)	1.794	1.233
Preu per panell (€)	70	70
Cost total (€)	125.580	86.310

Taula 27: Inversió inicial de l'aïllament de façanes per tallers.

Amortització

Taller 1: $125.580 \div 3.157,08 = 39,77$ anys = 39 anys i 8 mesos.

Taller 2: $86.310 \div 6.879 = 12,54$ anys = 12 i mig.

Amortització total = 52,31 = 52 anys i 5 mesos.

	T1	T2
Emissions CO2 actual (kg/any)	258.818	108.218
Emissions CO2 previst (kg/any)	227.744	94.439
Estalvi CO2 (kg/any)	31.073	13.779

Taula 28: Estalvi de les emissions de CO2 de l'aïllament de façanes per tallers.

4.6.2 Aïllament de cobertes

	T1	T2
Demanda energètica actual (kwh/any)	620.328	321.867
Demanda energètica prevista (kwh/any)	530.519	312.733
Estalvi energètic (kwh/any)	89.809	9.134

Taula 29: Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament de cobertes per tallers.

	T1	T2
Estalvi energètic (kwh/any)	89.809	9.134
Cost mig kwh (€/kwh)	0,132243	0,132243
Estalvi econòmic (€/any)	11.876,65	1.207,95

Taula 30: Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament de cobertes per tallers.

	T1	T2
Número de panells (u.)	3.585	1.667
Preu per panell (€)	70	70
Cost total (€)	250.950	116.690

Taula 31: Inversió inicial de l'aïllament de cobertes per tallers.

Amortització

Taller 1: $250.950 \div 11.876,65 = 21,13$ anys = 21 anys i 2 mesos.

Taller 2: $116.690 \div 1.207,95 = 96,6$ anys = 96 i mig.

Amortització total = 117,73 = 117 anys i 8 mesos.

	T1	T2
Emissions CO2 actual (kg/any)	258.818	108.218
Emissions CO2 previst (kg/any)	203.492	105.741
Estalvi CO2 (kg/any)	55.326	2.477

Taula 32: Estalvi de les emissions de CO₂ de l'aïllament de cobertes per tallers.

4.6.3 Aïllar façanes i cobertes

	T1	T2
Demanda energètica actual (kwh/any)	620.328	321.867
Demanda energètica prevista (kwh/any)	503.614	257.308
Estalvi energètic (kwh/any)	116.714	64.559

Taula 33: Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament total per tallers

	T1	T2
Estalvi energètic (kwh/any)	116.714	64.559
Cost mig kwh (€/kwh/any)	0,132243	0,132243
Estalvi econòmic (€/any)	15.435	8.538

Taula 34: Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament total per tallers.

	Total	Total
Número de panells (u.)	5.379	2.900
Preu per panell (€)	70	70
Cost total (€)	376.530	203.000

Taula 35: Inversió inicial de l'aïllament de cobertes per tallers.

Amortització

Taller 1: $376.530 \div 15.435 = 24,39$ anys = 24 anys i 4 mesos.

Taller 2: $203.000 \div 8.538 = 23,77$ anys = 23 anys i 8 mesos.

Amortització total = 48 anys i 2 mesos.

	T1	T2
Emissions CO2 actual (kg/any)	258.818	108.218
Emissions CO2 previst (kg/any)	193.261	91.033
Estalvi CO2 (kg/any)	65.557	17.185

Taula 36: Estalvi de les emissions de CO₂ de l'aïllament de cobertes per tallers.

En les tres propostes el cost de la inversió inicial també inclou altres materials utilitzats en la construcció, la mà d'obra dels operaris i l'acabat al gust del client.

Totes les propostes són independents entre elles, és a dir la realització d'una d'elles en un taller no implica necessàriament la realització de l'altre.

5 COMBUSTIBLE

5.1 Propietats dels combustibles

El poder calorífic determina la quantitat d'energia tèrmica per unitat de massa d'un combustible, tenint en compte el seu contingut d'aigua.

El poder calorífic superior (d'ara endavant PCS) és la quantitat d'energia obtinguda de la combustió completa d'una unitat de massa, tenint en compte la calor despresa de la condensació del vapor d'aigua originat.

El poder calorífic inferior (d'ara endavant PCI) és la quantitat d'energia obtinguda de la combustió completa d'una unitat de massa, sense tenir en compte la calor latent del vapor d'aigua.

De manera genèrica, s'acostuma a expressar aquest valor en watts, calories o joules, per unitat de massa (kW/kg, kcal/kg o MJ/kg).

5.2 Tipus i característiques dels combustibles fòssils i la biomassa

El gas propà o gas liquat del petroli (d'ara endavant GLP) està format principalment per propà o una barreja de butà/propà (98%) i restes de nitrogen (2%). Té un poder calorífic de 11.290 kcal/kg, una densitat de 0,50 kg/Nm³ i en la seva combustió emeten 3,04 g/kg_{COMB} de CO₂. Aquests paràmetres poden variar en funció de la qualitat del mateix.

El gas natural està format principalment de metà (85%), una barreja de butà/propà (13,4%) i restes de nitrogen (1,6%). Té un poder calorífic de 11.506 kcal/kg, una densitat de 0,72 kg/Nm³ i en la seva combustió emeten 2,28 kg/kg_{COMB} de CO₂. Aquest paràmetres també poden variar en funció de la qualitat del mateix.

El gasoil està format principalment de carboni (86%), hidrogen (11,1%), i restes de nitrogen (2%), aigua (1%), sofre (0,8%) i cendres (0,1%). Té un poder calorífic de 9.700kcal/kg

i en la seva combustió emeten 3,2 kg/kg_{COMB} de CO₂, 16 g/kg_{COMB} de diòxid de sofre i 0,2 g/kg_{COMB} de sofre. Aquest paràmetres també poden variar en funció de la qualitat del mateix.

La biomassa o pèl·let de fusta és un bio combustible sòlid format per la compactació de subproductes provinents de la indústria de la fusta, principalment serradures i encenalls. La seva composició és de carboni (40%), aigua (20%), oxigen (17%), nitrogen (15%), hidrogen (4%) i cendres (4%). Té un poder calorífic entre 2.300-3.900 kcal/kg (amb un 20%-40% d'humitat) que depèn directament de la seva humitat i en la seva combustió emet 1,47 kg/kg_{COMB} de CO₂ i 9,5 g/kg_{COMB} de partícules.

5.2.1 Comparativa entre els combustibles fòssils

- El gas natural té un poder calorífic més elevat, un rendiment del combustible superior i en la combustió no genera ni sotge ni emissions de sofre, per tant es pot dir que és el combustible fòssil més net. A més també produeix 40-45% menys emissions de CO₂ a l'atmosfera respecte GLP i el gasoil.
- El gas natural al ser un gas menys dens que l'aire en cas de fuga és més fàcil de ventilar i menys perillós que el GLP, ja que pel contrari és més dens que l'aire i en cas de fuga es precipita al terra augmentant el perill.
- El gasoil és el combustible que té un cost més elevat, seguit del GLP i el gas natural.
- El gas natural té un millor comportament i és més fàcil de controlar.
- El gas natural al ser canalitzat de la xarxa, no es necessari el lloguer o compra de la cisterna d'emmagatzematge, ni transportar el combustible fins a la nau amb camió cisterna, ni controlar el nivell de combustible, tots aquest factors li donen al gas natural un elevat grau de disponibilitat de les instal·lacions respecte al GLP i el gasoil emmagatzemat.

- El gasoil, en la seva combustió deixa cendres com a residus a l'interior de la caldera, per tant hi ha més operacions de manteniment i un cost afegit. A diferència del gas natural i el GLP que són combustibles més nets.
- Els equips que utilitzen com a combustible gas natural, no tenen corrosions ni deterioraments, pel que augmenten el rendiment i la vida útil de la caldera i a més redueixen el cost de manteniment.

5.2.2 Comparativa entre els combustibles fòssils i la biomassa.

- La biomassa és una font d'energia inesgotable, abundant, no contaminant i econòmica, en comparació amb els combustibles fòssils que cada vegada ni ha menys, s'esgoten, contaminen i el seu preu està en increment constant.
- Tot hi contar el transport del pèl·let fins a la nau, té un preu econòmic en comparació al preu dels combustibles fòssils. Per exemple, el pèl·let a granel va sobre 0,24€/kg mentre que el gasoil està a 1,08€/L, tenint en compte l'equivalència energètica de 2kg pèl·let equival a 1 litre de gasoil, hi ha un estalvi important en combustible.
- Les emissions nocives de la combustió de la biomassa són pràcticament nul·les en comparació amb les emissions dels combustibles fòssils, com ara el sofre en el gasoil.
- Pel contrari s'ha de disposar d'una sitja de dimensions considerables, i en funció de les necessitats de l'empresa inclòs dues, per tal d'emmagatzemar el pèl·let. On s'ha de controlar molt el paràmetre de la humitat i s'ha de mantenir en unes condicions especials, ja que sinó el poder calorífic disminueix considerablement afecta directament al rendiment de la combustió. En canvi amb els combustibles fòssils o ve canalitzat o s'emmagatzema en cisterna, però no és necessari tant de control.
- La qualitat del pèl·let no és sempre la mateixa, ja que varia molt en funció de la matèria prima utilitzada. La de millor qualitat és la de fusta de pi, net i sense l'escorça, a partir d'aquí hi ha moltes qualitats. Aquest factor també afecta directament el rendiment de la combustió. En canvi amb els combustibles fòssils, també afecta la qualitat al rendiment, però no tanta diferència.

Tipo de energía	Coefficiente de emisiones (kgCO ₂ /kWh)
Carbón de uso doméstico	0,347
GLP	0,244
Gasóleo	0,287
Fueloil	0,28
Gas natural	0,204
Biomasa y biocarburantes	0,00

Taula 37: Comparatiu d'emissions de CO₂ per diferents combustibles.

5.3 Descripció i anàlisi de la instal·lació actual

Actualment existeix una instal·lació de gas propà, que consisteix en dos dipòsits connectats en paral·lel i un conjunt de canonades que alimenten les tres calderes dels dos tallers, les quals funcionen al mateix temps. A partir d'ara els dipòsits els anomenarem tanc 1 i tanc 2.

El tanc 1 té una capacitat de 16.050m³, una pressió de sortida de 1,7 kg/cm² i funciona al 20% de la seva càrrega, aquest fa la funció de tanc de reserva o d'emergència si es donés el cas. Aquest està situat davant del taller 1 per darrera del magatzem (veure representacions gràfiques, plànol 12: Emplaçament circuit GLP) i és un lloc molt bac al costat del riu, degut a la seva ubicació en ocasions al hivern es congela.

El tanc 2 té una capacitat de 16.050m³, una pressió de sortida de 1,7 kg/cm² i funciona a plena càrrega. Aquest està ubicat darrera del taller 2 davant dels coberts (veure representacions gràfiques, plànol 12: Emplaçament circuit GLP).

5.4 Propostes

5.4.1 Canviar el combustible actual per gas natural

Consum anual de GLP (kg/any)	19.578,00
PCS (teS/kg)	11,9
Total de tèrmies consumides (teS/any)	232.978,20

Preu mig de propà (€/kg)	1,522
Cost energètic del GLP (€/any)	29.797,72
Lloguer dels tancs + manteniment (€/any)	995
Cost total (€/any)	30.792,72

Consum energètic equivalent de Gas natural (kwh/any)	280.490
Tarifa aplicada	T4
Terme fix (€/any)	940,44
Terme energia o variable (€/kwh)	0,052354
Cost energètic de gas natural (€/any)	14.684,77
Lloguer comptador pistó G-160 (€/any)	494
Cost total (€/any)	16.119,49

Estalvi econòmic entre el GLP i el Gas Natural (€/any)	14.673,22
--	-----------

Taula 38: Càlcul energètic econòmic entre el GLP i el gas natural.

Inversió aproximada

En la inversió es considera la penalització amb l'empresa de GLP, el desmantellament del circuit de propà, el canvi dels cremadors actuals pels 8 cremadors de gas natural, la mà d'obra dels tècnics, la posta en marxa de les calderes i la legalització de la instal·lació. Tot plegat són 38.000€ L'empresa subministradora de gas natural aportaria l'estació de recepció i gasificació i la construcció de la canonada de gas fins el punt de subministrament.

Amortització

$$38.000\text{€} \div 14.673,22 = 2,59 \text{ anys} = 2 \text{ anys i 6 mesos.}$$

5.4.2 Canviar el combustible actual per pèl·lets

Consum anual de GLP (kg/any)	19.578
PCS GLP (kcal/kg)	11.290
Preu mig de propà (€/kg)	1,522
Cost energètic del GLP (€/any)	29.797,72
Lloguer dels tancs + manteniment (€/any)	995
Cost total (€/any)	30.792,72

PCS del pèl·let (kCal/kg)	4.312
Relació (kg necessaris de pèl·let per generar la mateixa energia que 1kg de GLP)	2,62
Consum energètic equivalent de pèl·let (kg/any)	51.261
Preu pèl·let (€/kg)	0,24
Mida del pèl·let (mm)	8
Cost total (€/any)	12.302,54

Estalvi econòmic entre el GLP i els pèl·lets	18.490,18
--	-----------

Taula 39: Càlcul energètic econòmic entre el GLP i els pèl·lets.

S'ha de contemplar el cost afegit del transport del pèl·let fins el punt de destí, ja que existeixen variables que incideixen en la variació del cost de subministrament:

- Temps que triga el transport en arribar al client (hores).
- Distància que s'ha de recórrer (km).
- Accessibilitat a la instal·lació (hores).
- Necessitat de disponibilitat (urgent o amb previsió per a poder combinar viatges).
- Tipus de transport utilitzat.

Tipus de transport		Volum	Format de combustible
Camió articulat	Pis mòbil	90 m³	Granel / paletitzat
	Tauliner	50 m³	Paletitzat
	Banyeres	40 -60 m³	Granel
	Tancs	50 m³	Granel
Camió rígid	3 eixos	26 – 40 m³	Granel / paletitzat
	2 eixos	10 – 40 m³	Granel / paletitzat
	Cubes – 3 eixos	25 m³	Granel

Taula 40: Transport de bio combustibles (taula cedida per ICAEN).

El càlcul de l'amortització no es realitza en aquest apartat, ja que el canvi de combustible és un tema que va estretament relacionat amb la caldera. És a dir, si es canvia el combustible també s'haurà de canviar la caldera. Per tant es realitzarà el càlcul de la inversió i l'amortització en el següent apartat.

6 CALDERES

La caldera és un equip que transmet l'energia produïda en un procés de combustió a un fluid. Les calderes de calefacció, el fluid de treball és l'aigua, que una vegada escalfat es distribueix als emissors, els quals transfereixen l'energia que conté el fluid a l'ambient. Generalment les calderes utilitzades en naus industrials utilitzen els següents combustibles:

- Gas liquat del petroli o gas propà (GLP)
- Gasoil
- Gas natural
- Biomassa

La combustió és una reacció química d'oxidació, en la que el combustible (generalment un hidrocarbur), es combina amb l'oxigen, també anomenat comburent, alliberant energia tèrmica (poder calorífic) i els subproductes de la combustió (diòxid de carboni i aigua en estat gasos).

6.1 Calderes d'eficiència energètica

6.1.1 Calderes d'alt rendiment

Alhora de seleccionar una caldera, és important buscar el màxim rendiment. Les calderes d'alt rendiment milloren l'eficiència respecte les calderes convencionals a càrrega màxima. Ja que en les convencionals, el rendiment disminueix sensiblement conforme disminueix el règim de la càrrega, en canvi en una caldera d'alt rendiment pot treballar a baixa càrrega i tenir un rendiment elevat.

Aquest és l'avantatge principal de les calderes d'alt rendiment, ja que en una caldera convencional genera pèrdues considerables a mesura que disminueix la càrrega de treball, ja que la temperatura de la caldera ha de mantenir-se alta inclòs quan les temperatures

necessàries del sistema de calefacció siguin baixes. Existeixen dos tipus de calderes alt rendiment, les de baixa temperatura i de condensació.

Calderes de baixa temperatura:

Funcionen amb gasoil o gas natural i aconseguixen un rendiment estacionari proper al 91%-96%, amb el que s'aconsegueix fins a un 20% d'estalvi en comparació d'una caldera convencional. Són de baixa temperatura perquè poden mantenir un alt rendiment treballant a baixa càrrega, sense perdre eficiència ni tenir problemes de corrosió. Tot hi poder treballar a baixa temperatura, no significa que no puguin treballar a temperatures de 80-60°C, la diferència és la disminució del rendiment.

Aquesta característica representa un gran avantatge, ja que les calderes convencionals no permeten baixar la temperatura d'impulsió de la instal·lació quan les necessitats de la instal·lació són baixes. A més, són capaces d'ajustar-se en tot moment a les variacions de demanda de la instal·lació.

Calderes de condensació:

Únicament poden utilitzar com a combustible gas natural, per perill de corrosió. Aquestes calderes poden operar a baixa temperatura 40-60°C i aconseguir rendiments sobre el poder calorífic inferior (PCI) al voltant del 109%, comparant-les amb una caldera convencional s'aconsegueix fins a un 40% d'estalvi. També poden operar a temperatures 60-80°C i obtenir rendiments inferiors, ja que no aprofiten el calor latent, al voltant del 96%.

El secret de tan alta eficiència, és que forcen el refredament dels fums de sortida fins a condensar-los. D'aquesta manera es pot aprofitar l'energia latent del vapor d'aigua per convertir-la en calor sensible. A més també aprofiten calor residual dels fums generats per a la calefacció.

El fum d'una caldera convencional és expulsat a l'exterior a una temperatura que oscil·la entre els 150°C i els 200°C; en canvi en les calderes de condensació s'aprofita

aquesta calor residual per a la calefacció, a través de recuperadors de calor de fums, i aquest és emès a 55°C. Això suposa un estalvi d'un 11% de combustible.

Són aquests els motius pel qual el rendiment d'aquestes calderes és d'un 105%-109% enfront de les convencionals; no és que generin més energia de la que duu el combustible, sinó que les convencionals no contenen en el seu rendiment amb la calor generada pel fum, mentre que les de condensació sí.

6.1.2 Caldera de biomassa

Les calderes de biomassa poden utilitzar com a combustible estelles, pèl·lets, residus del procés productiu, residus agrícoles o restes forestals que puguin ser utilitzades. Tot hi això en l'àmbit industrial es recomana l'ús de pèl·lets de 8mm.

Les calderes de pèl·let disposen d'una tremuja incorporada o situada propera, on hi ha el bio combustible que alimenta el cremador i que normalment fa també de dosificador del bio combustible. El més habitual és una tremuja adjunta o situada sense fi de la caldera mateixa, que recull el pèl·let d'una situada més gran que s'alimenta mitjançant un altre situat sense fi auxiliar o mitjançant un sistema pneumàtic de càrrega.

El mercat de les calderes de biomassa, ha evolucionat molt en els últims anys i actualment al mercat hi podem trobar equips molt avançats, amb incorporacions de múltiples millores que anys enrere eren un inconvenient per la seva selecció:

- Sistema d'encesa automàtica per mitjà d'una resistència o d'un bufador d'aire calent.
- Neteja automàtica dels tubs de la caldera, cremador i del forn.
- Extracció automàtica de les cendres, les quals van a parar a un contenidor adossat.
- Incorporació de sonda Lambda, que mesura l'oxigen residual al fum, per ajudar a ajustar els paràmetres de la combustió i augmentar-ne el rendiment.

- Sistema de control modulant de la combustió.
- Sistema d'adquisició de dades scada per la seva gestió i control via Internet des de un navegador convencional.
- Sistema d'enviament de alarmes, mitjançant missatges curts (SMS).

Tot i les millores dels equips de biomassa encara existeixen una sèrie d'inconvenients importants com són:

- Els rendiments de les calderes de biomassa són una mica inferiors als de les calderes que utilitzen combustibles fòssils.
- La biomassa té menor densitat energètica que els combustibles fòssils, per tant els sistemes d'emmagatzematge són superiors i els d'alimentació són molt més complexos.
- Major nombre d'operacions de manteniment.
- Necessiten més espai respecte a les calderes de combustibles fòssils, ja que la caldera és més voluminosa, per les característiques de la pròpia biomassa, es necessari un accés directe per la descarrega del combustible, el dipòsit d'emmagatzematge i l'espai del sistema d'alimentació del combustible.

Tipus de caldera	Rendiment estacional*	Combustible	Inversió	Amortització
Convencional	75-90%	Qualsevol	-	-
Baixa temperatura	91-96%	Gas / gasoil	43%	3 anys
Condensació	105-109%	Gas	350%	6 anys
Biomassa	85-92%	Estelles o pèl·lets	220-440%	5 a 10 anys (segons combustible i base de comparació)

*El rendiment estacional està referit al PCI.

Taula 41: Resum de les característiques per tipus de calderes.

6.2 Descripció de les instal·lacions

Cada nau disposa de la seva pròpia sala de calderes. El taller 1 hi ha dues calderes convencionals, una CPA 600 (2 etapes) i una NTD 500 les dues de Roca, les dues funcionen a la vegada i la seva energia únicament s'utilitza per fer funcionar els uniterms, com a sistema de calefacció. Les calderes treballen a una temperatura impulsió – retorn de 80-60°C.

En el taller 2 hi ha dues calderes de fosa modular de baixa temperatura de Roca G400/260 IE connectades en cascada, cada una d'elles consta de 3 mòduls amb el seu propi cremador, sortida de fums i connectades a una única xemeneia. Les calderes treballen amb un salt tèrmic de 20°C, temperatura impulsió 80°C i de retorn 60°C. L'energia resultant de les calderes s'utilitza per dos circuits, un com a sistema de calefacció (uniterms) i un segon per les premses del taller.

6.2.1 Funcionament i control

El taller 1 les dues calderes funcionen a la vegada i alimenten a dos circuits diferenciats. La CPA600 alimenta als uniterms de la part nova (17 unitats) i la NTD500 alimenta als de part antiga del taller (9 unitats). En el sistema de calefacció no hi ha instal·lat cap col·lector. Veure document representacions gràfiques, plànols 7 i 9.

El sistema de calefacció es controla amb un rellotge i un termòstat, el qual té l'ordre d'enegar les calderes a les 6 a.m i parar-les a les 9:30 a.m cada dia de dilluns a dijous. Si es dóna el cas que encara no hi ha confort dintre de la nau, engeguen la caldera manualment ells mateixos tant al matí com a la tarda.

El taller 2 les calderes estan connectades en paral·lel i van a règim, és a dir funcionen a la vegada. En el sistema de calefacció hi ha dos col·lectors, un d'impulsió i un de retorn, i dos circuits diferenciats: un pels 12 uniterms (sistema de calefacció) i l'altre per les quatre premses del taller. Veure document representacions gràfiques, plànols 8 i 9.

El sistema de calefacció es controla amb un rellotge i dos termòstats (un a cada sala), el qual té l'ordre d'engegar les calderes a les 6 a.m i parar la bomba a les 9:30 a.m cada dia de dilluns a diumenge. Les calderes d'aquest taller es mantenen obertes tot l'any a diferència de les del taller 1, perquè les premses que s'han de mantenir a règim durant tot l'any, ja que hi ha una màquina en concret, la d'injecció que ha de mantenir en estat líquid l'aïllant del seu interior (poliuretà), ja que no es realitza cap tipus de neteja diària.

Es contempla la idea d'instal·lar una caldera exclusivament pel circuit de calefacció que alimenta a les premses, i així no s'hauria de tenir en funcionament durant tot l'any les calderes del taller 2, aquest canvi suposaria un estalvi considerable. No s'estudia aquesta proposta per falta de fitxes tècniques de les premses i falta de dades.

6.2.2 Característiques

	Taller 1		Taller 2
Marca	ROCA	ROCA	ROCA
Model	CPA600	NTD500	G400/260IE
Unitats	1	1	2
Potència nominal (kW)	755,90	656,50	329,79
Potència útil (kcal/h)	600.000	500.000	266.700
Potència útil (kW)	697,7	581	310
Pressió màxima (Bars)	5	5	-
Temperatura màxima (°C)	100	100	-
Data de fabricació	03/2003	16/11/1987	-
Capacitat (L)	689	400	125
Rendiment útil a $P_{m\grave{a}x}$ (η)	92,3	88,5	94
Combustible	GLP	GLP	GLP

Taula 42: Característiques del equips instal·lats per tallers.

6.3 Calener

6.3.1 Estudi

En aquest apartat es torna a utilitzar el Calener, es treballa sobre l'estat actual dels tallers, mantenint les mateixes unitats terminals i en contrapartida es canvia el tipus de caldera. Es proposen tres estudis diferents, substituir les actuals calderes per una de condensació, una de baixa temperatura (en el cas del taller 2 per una de millor) i una biomassa.

S'utilitza aquesta metodologia per comparar-ho amb altres equips de calefacció més eficients i comprovar si el resultat d'eficiència energètica és més òptim. Aquest procés es realitza tant pel taller 1 com pel taller 2.

6.3.2 Resultats

Als dos tallers els resultats segueixen el mateix patró d'eficiència, la caldera més eficient energèticament és, amb molta diferència, la de biomassa amb la qual obté la qualificació més alta, la A. Ja que aquest tipus d'equip no emet emissions de CO₂ a l'atmosfera i és més respectuós amb el medi ambient, per aquest motiu té la qualificació més alta.

La segueixen la caldera de condensació i la caldera a baixa temperatura que tenen qualificacions molt semblants, un punt de diferència entre elles. Són més eficients que les convencionals ja que tenen millor rendiment, consumeixen menys combustible i contaminen menys, que els fums surten a menys temperatura.

	T1	T2
Caldera actual	62,4C	69,9C
Caldera Condensació	48C	59,2C
Caldera Baixa temperatura	49,1 C	60,6C
Caldera Biomassa	11,6A	13,1A

Taula 43: Resultats qualificació energètica de les propostes de calderes.

6.4 Propostes

6.4.1 Caldera de condensació

Marca	HOVAL
Model	Ultra Gas 1700D
Unitats	1
Potència nominal 80/60°C(kW)	148-1.552
Potència nominal 40/30°C(kW)	166-1.700
Rendiment a 40/30°C (%)	109,9/99,0
Rendiment a 75/60°C (%)	107,4/96,8
Pressió màxima/mín. (Bars)	6,0/1,0
Temperatura màxima (°C)	90
Capacitat (L)	1.720
Combustible	Gas natural

Taula 44: Característiques tècniques de la caldera de condensació del taller 1

Marca	HOVAL
Model	Ultra Gas 850
Unitats	1
Potència nominal 80/60°C(kW)	148-776
Potència nominal 40/30°C(kW)	166-850

Rendiment a 40/30°C (%)	109,9/99,0
Rendiment a 75/60°C (%)	107,4/96,8
Pressió màxima/mín. (Bars)	6,0/1,0
Temperatura màxima (°C)	90
Capacitat (L)	860
Combustible	Gas natural

Taula 45: Característiques tècniques de la caldera de condensació del taller 2.

L'estalvi econòmic es considera l'estalvi del canvi de GLP a gas natural, que són 14.673,22€.

Inversió

En aquest apartat es consideren dues inversions, la inversió del canvi de combustible de GLP a gas natural i el canvi o substitució de les calderes dels dos tallers. Ja que una proposta va directament relacionada amb l'altre.

En la inversió del canvi de combustible es considera, la penalització amb l'empresa de GLP, el desmantellament del circuit de propà, la mà d'obra dels tècnics, la posta en marxa de les calderes i la legalització de la instal·lació. Tot plegat són 25.500€.

En la inversió del canvi de caldera es considera el desmantellament de les antigues calderes i del circuit de calefacció de les sales de calderes, la mà d'obra dels tècnics en la instal·lació, la posta en marxa de les calderes, el cost unitari de les dues calderes, el cost dels accessoris, els canvis en el circuit de distribució de calefacció del taller1 i finalment la legalització de les dues instal·lacions. Tot el conjunt suma un import de 73.500€.

Inversió total = 99.000€

Amortització

$$99.000 \div 14.673,22 = 6,74 \text{ anys} = 6 \text{ anys i 7 mesos.}$$

Estalvi emissions de CO₂ calefacció

$$\text{Taller 1: } 192.502,6 - 137.934,9 = 54.567,7 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

$$\text{Taller 2: } 87.936,8 - 71.371,2 = 16.565,6 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

$$\text{Total} = 71.133,3 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

6.4.2 Caldera de baixa temperatura

Marca	Viessmann
Model	Vitoplex 300 -620
Unitats	2
Potència nominal 80/60°C(kW)	659,57
Rendiment (%)	94
Pressió màxima/mín. (Bars)	6
Temperatura màxima (°C)	90
Capacitat (L)	965
Combustible	Gas natural

Taula 46: Característiques tècniques de la caldera de baixa temperatura dels tallers.

Marca	Viessmann
Model	Vitoplex 300 -780
Unitats	1
Potència nominal 80/60°C(kW)	829,78
Rendiment (%)	94

Pressió màxima/mín. (Bars)	6
Temperatura màxima (°C)	90
Capacitat (L)	900
Combustible	Gas natural

Taula 47: Característiques tècniques de la caldera del taller 1.

Per escollir la caldera del taller 1, en comptes de triar-ne una que abasti a les necessitats del mateix, s'escull dues de menor potència i connectades en cascada. Ja que en els catàlegs utilitzats la immediatament superior a la potència que es necessita és massa gran i després es tindria una instal·lació sobre dimensionada.

L'estalvi econòmic es considera l'estalvi del canvi de GLP a gas natural, que són 14.673,22€.

Inversió

En aquest apartat es tornen considerar dues inversions, la inversió del canvi de combustible de GLP a gas natural i el canvi o substitució de les calderes dels dos tallers. Ja que es recorda, que una proposta va directament relacionada amb l'altre.

En la inversió del canvi de combustible es considera, la penalització amb l'empresa de GLP, el desmantellament del circuit de propà, la mà d'obra dels tècnics, la posta en marxa de les calderes i la legalització de la instal·lació. Tot plegat són 25.500€.

En la inversió del canvi de caldera es considera el desmantellament de les antigues calderes i del circuit de calefacció de les sales de calderes, la mà d'obra dels tècnics en la instal·lació, la posta en marxa de les calderes, el cost unitari de les dues calderes, el cost dels accessoris, els canvis en el circuit de distribució de calefacció del taller1 i finalment la legalització de les dues instal·lacions. Tot el conjunt suma un import de 33.300€.

Inversió total = 58.800€

Amortització

$$58.800 \div 14.673,22 = 4,00 \text{ anys} = 4 \text{ anys.}$$

Estalvi emissions de CO₂ calefacció

$$\text{Taller 1: } 192.502,6 - 142.103,3 = 50.399,3 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

$$\text{Taller 2: } 87.936,8 - 73.538,2 = 14.398,6 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

$$\text{Total} = 64.797,9 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

6.4.3 Caldera de biomassa

Quan es planteja una caldera de certa potència, com és el cas, no es pot estudiar exclusivament el rendiment propi de la caldera i el seu cost, per a la seva elecció. Sinó que cal estudiar el conjunt del rendiment de la instal·lació i el cost de la inversió total. Al ser un projecte de tanta demanda energètica és necessari un estudi dels costos d'explotació. Així, a l'efecte del rendiment i del cost de la caldera, entren en joc altres variables com són:

- Els sistemes de control avançat i modulats a les particularitats del servei
- El filtratge de fums
- Sistemes d'inèrcia que redueixen la variabilitat del consum
- Disseny de la sitja d'obra i el sistema d'alimentació per separat (pels dos tallers)
- Planejament de la logística de subministrament. Cal estudiar l'arribada de camions per a carregar la biomassa. Aquest aspecte està relacionat amb el disseny i la ubicació de la sitja.
- La necessitat d'un espai d'instal·lació que compleixi amb les consideracions de local tècnic segons les especificacions del RITE per a potències iguals o superiors als 70 kW.

En resum, es necessita un estudi tècnic de la casa comercial, un estudi d'obra i un estudi de legalització de la instal·lació, si es vol saber la inversió inicial i posteriorment la seva amortització. Aquest apartat només es contempla des del punt de vista d'estalvi energètic, ja que quan es va demanar un projecte tècnic complet a la casa comercial si van negar, ja que era un projecte no real i jo no treballava directament per l'empresa Tané Hermètic. L'únic que hem va oferir, va ser un catàleg amb els preus per tenir una referència.

7 DISTRIBUCIÓ CALEFACCIÓ

7.1 Tipus i característiques d'unitats terminals

Una correcta distribució de calefacció, resulta eficaç alhora de millorar el confort i el benestar a l'interior dels tallers. Aquest fet implica un millor rendiment, eficiència i control del sistema, i a més a més també implica un augment de productivitat i la qualitat de treball respecte el treballador.

Es defineix com a unitat terminal o elements emissors de calefacció, l'equip receptor d'aire o aigua d'una instal·lació centralitzada que actua sobre les condicions ambientals d'una zona climatitzada.

En aplicacions industrials es poden trobar com a elements emissors de calefacció, uniterms, uniterms d'alta eficiència, sostre radiant, terra radiant o generadors de calor. Els més utilitzats en les últimes dècades són els uniterms convencionals, per aquest motiu són els que abunden més en les instal·lacions antigues, que siguin els que abunden no significa que siguin els més eficients.

Per procedir a la correcta selecció de les unitats terminals es té en compte: el cost d'inversió inicial, l'amortització, el consum, la potència, la temperatura d'impulsió, la temperatura ambient, nivell de soroll, etc.

Els uniterms són ventiladors que obliguen a passar l'aire a través d'una font de calor, absorbir aquesta part de calor i impulsar-lo cap a l'interior del taller. En funció de la font de calor els uniterms poden ser d'aigua o elèctrics. Aquests últims són més fàcils d'instal·lar, ja que els d'aigua necessiten obligatòriament un sistema de distribució del fluid i un generador primari, com per exemple una caldera.

El seu principal inconvenient és l'acumulació d'aire calent a la coberta, ja que la diferència de temperatura entre el sostre i el terra incrementa proporcionalment respecte la temperatura d'impulsió del mateix.

Quan més alta és la temperatura d'impulsió, més ràpid ascendeix l'aire calent el qual empeny l'aire fred en direcció al terra. En conseqüència, es necessita més energia per escalfar l'àrea del terra i crear un ambient de confort.

Aquesta diferència de temperatures entre el terra i el sostre es pot reduir amb un major caudal d'aire, menor temperatura d'impulsió o amb la instal·lació de ventiladors addicionals, per impulsar l'aire calent en direcció al terra. Aquestes mesures impliquen un major cost i un major nivell de soroll a l'interior dels tallers.

Actualment existeixen uniterms d'alta eficiència, els quals no tenen tots aquests inconvenients o limitacions que tenen els uniterms convencionals. Aquests tenen menor temperatura d'impulsió d'aire, el qual es redueix considerablement la tendència de l'aire a elevar-se, aconseguint una temperatura més uniforme al taller, un escalfament més ràpid i una major eficiència energètica.

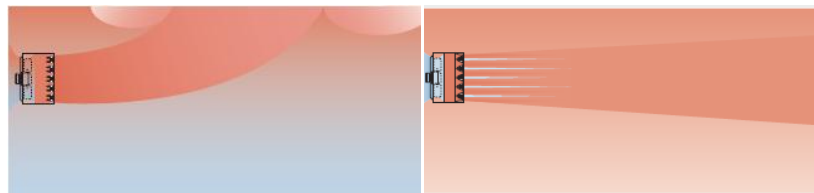


Figura 32: Comparació entre la direcció d'impuls d'un uniterm convencional i un d'alta eficiència. Figura cedida del catàleg tècnic de Jaga.

En general els uniterms són una bona solució en tallers industrials tancats, és a dir l'estat de les portes exteriors es troben normalment tancades. En canvi en els tallers industrials on les portes exteriors la major part de temps es troben normalment obertes, com és el cas, i existeix un corrent d'aire constant, es recomana un altre tipus de sistema de distribució de calefacció, com el calor radiant.

El calor radiant emet una radiació tèrmica que es transforma en calor a l'entrar en contacte amb un cos, ja sigui una persona, una superfície, el paviment o la maquinària, etc. I a la vegada tots els cossos coberts per aquesta radiació transmeten al seu voltant una font de calor, cedint novament per radiació o convecció. D'aquesta manera permet obtenir una

temperatura de confort per l'operari que ve determinada bàsicament per la temperatura de les superfícies circumdants i la temperatura de l'aire.

Al mercat es troben tres tipus d'equips que funcionen amb aquest principi, el sostre o panells radiants, el terra radiant i els generadors de calor o tubs radiants. Els tres equips permeten obtenir una distribució de calor homogènia a tota la nau, amb un gradient vertical de temperatura molt estable.

El sostre radiant i el terra radiant són sistemes de calefacció d'aigua calenta. La diferència és que el sostre emet la calor des del sostre i el terra a través per la superfície del terra del taller, mitjançant una xarxa de tubs soterrats per on circula l'aigua calenta provinent de la caldera. Aquests sistemes treballen a baixes temperatures en comparació amb les temperatures de treball que necessiten els uniters.

El principal inconvenient del terra radiant és que els tallers ja són existents i per tal d'instal·lar-lo s'hauria d'aixecar el terra o paviment. A més instal·lar aquest sistema significaria parar la producció durant el temps que durés les obres i la instal·lació. Per aquest motiu no s'estudia econòmicament perquè en aquest cas concret no és viable.

El sostre radiant és de fàcil muntatge, no ocupa espai útil, no necessita energia elèctrica pel seu funcionament, no s'acumula tot l'aire calent a la part superior dels tallers, no crea corrents d'aire, és un mètode silenciós i el més important és que aporta un gran estalvi energètic amb una inversió inicial baixa. A més d'aportar confort a l'ambient, és un sistema que no produeix pols, és a dir manté un ambient net. Aquest punt és important ja que durant l'activitat de treball de l'empresa se'n produeix en abundància.

Un altre punt important a considerar és que per aquest sistema no és necessari la total calefacció dels tallers, ja que el seu format i principi permet una instal·lació focalitzada només en les zones de treball, que és on realment ha d'existir el confort. Veure representacions gràfiques, plànols 5 i 6.

Els generadors de calor o tubs radiants consisteixen en uns aparells autònoms de combustió a gas natural o GLP per la producció de calor radiant.

Una unitat està formada per un cremador de gas atmosfèric que produeix una flama llarga que s'escampa per l'interior del tub, arribant a temperatures de l'ordre de 600°C a l'interior i 350°C a 400°C a l'exterior. La radiació calorífica produïda per l'escalfament del tub es dirigeix cap a la zona a escalfar directament i a través de la pantalla reflectora que reflexa les radiacions infraroges, cobrint una àrea irradiada en el terra que depèn de la potència del calefactor i de la altura de la instal·lació.

Aquests aparells estan connectats directament a la canonada de gas, per tant no necessiten la existència de les calderes pel seu funcionament. Aquest sistema ha de incloure en cada aparell una xemeneia, per tal d'extreure els fums de la combustió.

7.2 Estat actual del sistema de distribució de calefacció

Tant al taller 1 com al taller 2 hi ha el mateix sistema de distribució de calefacció, es realitza a partir d'uniterms d'aigua, connectats a un circuit d'aigua calenta el qual està alimentat per les calderes corresponents de cada taller.

Al taller 1 hi ha dos circuits, un circuit escalfa a la part més antiga del taller on hi ha 9 uniterms i l'altre circuit n'hi ha 17 uniterms. Al taller 2, hi ha un sol circuit amb 12 unitats terminals i aquestes estan repartides per la meitat en les dues sales. Veure representacions gràfiques, plànols 7 i 8 respectivament.

Marca	ROCA
Model	UL-215
Potència (kw)	47,08
Capacitat (L)	3,4
Cabal d'aire (m ³ /h)	4140
Velocitat _{nominal} (r.p.m)	1400

Temperatura _{entrada} aire (°C)	15
Temperatura _{sortida} aire (°C)	44

Taula 48: Característiques dels uniterms instal·lats.

7.3 Propostes

Els resultats següents són orientatius, ja que la demanda energètica varia molt, en funció de si s'ha aïllat o no el taller, si s'ha canviat el combustible o de si s'han canviat els equips de calefacció. Els càlculs i l'elecció dels equips proposats següents s'han fet considerant que no s'ha aplicat cap proposta de millora en els tallers.

7.3.1 Uniterms d'alta eficiència

Marca	JAGA
Model	UNIT 121
Unitats (T1 i T2)	19 i 7
Potència (kw) a 80/60°C	13
Potència (kw) a 70/55°C	11,1
Potència (kw) a 55/45°C	9,1
Cabal d'aire (m ³ /h)	1.380
Velocitat _{nominal} (r.p.m)	920
Altura instal·lació (m)	2,5
Abast d'aire calent (m)	15

Taula 49: Característiques de l'uniterm d'alta eficiència.

Estalvi energètic

Consum anual actual 942.195,5 kwh/any

Consum anual previst 794.487 kwh/any

Estalvi energètic	147.708,5 kwh/any
-------------------	-------------------

Estalvi econòmic

Estalvi energètic	147.708,5 kwh/any
-------------------	-------------------

Cost unitari el kwh	0,132243 €/kwh
---------------------	----------------

Estalvi econòmic	19.533,4 €/any
------------------	----------------

Inversió

Cost/uniterm	1.827,90€
--------------	-----------

Número de punts de llum	26u
-------------------------	-----

Total unitari	47.525,4€
---------------	-----------

A més a més del cost dels uniterms, també es considera el desmantellament instal·lació de distribució anterior, instal·lar i muntar l' instal·lació actual, set de muntatge, la mà d'obra dels tècnics en el desmantellament i la instal·lació i la posta en marxa de la mateixa. Tot aquest conjunt suma un import de 12.100€, el preu està comptabilitzat pels dos tallers.

Cost total = 59.625,4€

Amortització

$59.625,4 \div 19.533,4 = 3,05 \text{ anys} = 3 \text{ anys}$

Estalvi emissions CO₂

Taller 1: $192.502,6 - 156.503,1 = 35.999,5 \text{ kg CO}_2/\text{any}$

Taller 2: $87.936,8 - 67.191,1 = 20.745,7 \text{ kg CO}_2/\text{any}$

Total = $56.745,2 \text{ kg CO}_2/\text{any}$

7.3.2 Sostre radiant

Marca	ZEHNDER
Model	ZIP L
Núm tubs panell (u.)	4
Amplada panel (m)	3,2
Pressió màxima (Bars)	5
Temperatura màxima (°C)	95
Altura instal·lació (m)	6

Taula 50: Característiques dels panells radiants.

Estalvi energètic

Consum anual actual 942.195,5 kwh/any

Consum anual previst 743.829 kwh/any

Estalvi energètic 198.366,5 kwh/any

Estalvi econòmic

Estalvi energètic 198.366,5 kwh/any

Cost unitari el kwh 0,132243 €/kwh

Estalvi econòmic

26.232,58€/any

Inversió

	Unitats	Cost (€)	Cost total (€)
ZIP L20	4	160	640
ZIP L30	12	185	2.220
ZIP L40	45	241	10.845

Taula 51: Desglossament del cost dels panells radiants.

A més a més del cost dels panells, també es considera el desmantellament instal·lació de distribució anterior, instal·lar i muntar l' instal·lació actual, sets de muntatge i elements de muntatge, material, la mà d'obra dels tècnics en el desmantellament i la instal·lació i la posta en marxa de la mateixa. Tot aquest conjunt suma un import de 30.100€, el preu està comptabilitzat pels dos tallers.

Cost total = 43.805€

Amortització

$$43.805 \div 26.232,58 = 1,67 \text{ anys} = 1 \text{ any i 7 mesos.}$$
Estalvi emissions CO₂

$$280.439,4 - 182.247,99 = 98.191,41 \text{ CO}_2/\text{any}$$

8 TARIFA ELÈCTRICA

8.1 Definició dels elements d'una factura elèctrica

Potència contractada (kw): És el valor fix que es contracta amb la companyia al donar-te d'alta mitjançant un contracte. Aquest valor varia en funció de les màquines i aparells que s'utilitzin durant la producció mensual de cada taller. A més la companyia instal·la un maxímetre, el qual és un aparell que registre la potència màxima demandada pel client durant un període de 15 minuts (temps d'integració), el qual serveix per establir el terme de potència en el període de facturació.

Segons la lectura del maxímetre es poden donar tres casos diferents en la facturació de la potència de peatge:

- Si la potència marcada pel maxímetre és menor del 85% de la potència contractada, es factura el 85% d'aquesta potència contractada.
- Si la potència marcada pel maxímetre és major del 85% i menor que 105% de la potència contractada, es factura la potència marcada pel maxímetre.
- Si la potència marcada pel maxímetre és major al 105% de la potència contractada, es factura la potencia que marca el maxímetre més el doble de la diferència entre la potència marcada i el 105% de la potència contractada.

Terme energia (€/kwh): És el producte del preu en €/kwh de cada període per el consum registrat en kwh de cada un d'ells.

Energia reactiva (kvar): És l'energia que no es consumeix realment en la instal·lació, ja que no produeix treball útil degut que el seu valor mig és nul. Quan és present en una instal·lació elèctrica, fa que la intensitat que circuli sigui major de la necessària pel treball útil demanat. Això provoca pèrdua de potència en les instal·lacions, augmenta les pèrdues en la instal·lació per efecte joule, entre d'altres. Per tal d'evitar aquests efectes, s'intenta compensar aquesta energia no útil amb bateries de condensadors en la instal·lació.

Per tant, quan el 33% de l'energia activa (P1 i P2 per separat) és superior a la reactiva, és aleshores quan es veu penalitzada tal i com recull l'article 9.3 del Real Decret 1164/2001, del 26 d'Octubre. Aquest informa que es comptabilitzarà en la factura elèctrica a partir de factors de potència (fdp) inferiors de 0,95 inductiu i el preu varia en funció del fdp:

- Si $0,95 > fdp \geq 0,80$ 0,041554€/kvarh
- Si $0,80 > fdp$ 0,062332€/kvarh

Impost de l'electricitat: És un impost especial de fabricació, recollit en el títol I, article 64 de la Llei 38/1992, de 28 de desembre, d'impostos especials. Aquest és la suma del cost facturat del terme potència, el terme energia i l'energia reactiva abans de l'IVA. El tipus és del 4,864%, però s'utilitza el 5,11270% un cop se li aplica l'IVA. La suma de tots aquest factors dóna com a resultat la base imposable del import de la factura abans de l'IVA.

8.2 Mercat lliure

A partir de 1 de juliol de 2009 tots els consumidors de baixa tensió amb potències contractades superiors a 10kw i els consumidors amb subministres contractats amb alta tensió, únicament poden contractar el subministra elèctric en la modalitat de mercat lliure, tal i com s'anuncia en el RD 485/2009 del 3 d'abril.

En aquesta modalitat de consum es contracten dos tipus de serveis:

1. L'ús de les xarxes del distribuïdor al que està connectat el punt de subministrament, pel qual es paga la tarifa d'accés. Aquest preu està regulat periòdicament pel Ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç.
2. L'energia elèctrica que s'obté del comercialitzador d'acord amb el preu lliurament pactat. No obstant, aquest carregarà en la factura del consumidor la totalitat del preu del subministra i abonarà la part corresponent del servei al distribuïdor.

És a dir desapareix l'antic sistema de tarifes regulades i es dona un pas més en el procés de lliberització del mercat energètic. A partir d'aquest moment les empreses comercialitzadores fan ofertes a les empreses (clients) i proposen noves tarifes. A partir d'aquest punt l'empresa o el client té dues opcions:

1. No fer res i per tant, es quedarà com a client en la mateixa empresa distribuïdora amb qui té contractada l'electricitat fins 1 de Juliol. A partir d'aquesta data el subministrament és traspasat automàticament a l'empresa comercialitzadora d'últim recurs pertanyent al grup empresarial propietari de la xarxa elèctrica de la zona. El preu que es pagarà per l'energia consumida no serà la Tarifa d'Últim Recurs (TUR), sinó un altre que es fixarà per Ordre ministerial i que, segons el propi RD 485/2009, evolucionarà en el temps de forma que incentivi la contractació amb una empresa comercialitzadora de lliure mercat .
2. Sol·licitar ofertes i contractar a una empresa comercialitzadora de mercat lliure.

Les comercialitzadores de mercat lliure a la zona territorial de Catalunya són:

- Bassols Energia Comercial S.L
- Comercialitzadora Lersa S.L
- Electracomercial Centelles
- Endesa Energia S.A.U
- Eon Energia S.L
- Estabanell i Pahisa mercator S.A
- Factor Energia S.A
- Hidroelèctrica del Valira S.L

- Iberdrola S.A
- Naturgas energia Comercialitzadora S.A.U
- Nexus energia, S.A
- Unión Fenosa Comercial S.L
- Hidrocantabrico energia S.A.U

8.3 Companyia, tarifa i facturació

L'empresa té el contracte firmat amb la companyia Bassols Energia, que és distribuïdora i comercialitzadora a la vegada. Cada taller té el seu propi comptador de llum i la seva facturació és independent. Al contracte no hi ha vigent cap clàusula de permanència.

Als dos tallers tenen la mateixa tarifa elèctrica la 3.0A. Aquesta és una tarifa de baixa tensió, de 3 períodes horaris amb discriminació horària (P1-Punta, P2-Pla i P3-Vall) i amb més de 15kw de potència contractada. Al taller 1 hi ha contractada una potència de 125kw i al taller 2 de 80kw.

	Estiu	Hivern
P1 Punta	11h a 15h	18h a 22h
P2 Pla	8h a 11h / 15h a 24h	8h a 18h/ 22h a 24h
P3 Vall	0h a 8h	0h a 8h

Taula 52: Horaris estacionals i per períodes.

Els preus de la potència de peatge, energia reactiva i el impost de electricitat estan fixats segons el BOE i els de terme energia varien en funció de la potència contractada. A partir de 10kw fins a 100kw de potència hi ha un vérem i a partir de 100kw contractats ni ha un altre (no sempre hi ha aquest vérem, varia en funció de la companyia contractada).

		TALLER 1	TALLER 2
Terme potència (€/kwdia)	P1	0,038612	
	P2	0,023167	
	P3	0,015445	
Terme energia (€/kwh)	P1	0,174834	0,175918
	P2	0,136684	0,137563
	P3	0,082804	0,083248

Taula 53: Preus tarifa 3.0A

8.4 Propostes

8.4.1 Revisió de la tarifa del contracte

El contracte amb Bassols Energia es va iniciar al juliol de 2009 i des de aleshores s'ha mantingut el mateix tipus d'oferta amb les mateixes condicions. Me posat en contacte amb el Departament comercial de la companyia per re negociar el preu de l'electricitat i millorar les condicions del mateix i no he obtingut cap millora, ja que per motius de titularitat i protecció de dades en el contracte no els hi ho permeten.

8.4.2 Revisió de la potència contractada

Analitzant les factures i els resultats obtinguts en l'apartat 3.1.1 d'aquesta memòria es pot veure, com en el taller 2 tenen contractada una potència superior a la que realment necessiten. Actualment hi ha contractada una potència de 80kw i el màxim consumit en dos anys són 60kw. Per tant alhora de la facturació com que no arriben al mínim contractat se'ls hi cobra sempre més del que realment consumeixen, és a dir un 85% de la potència que tenen contractada, 68kw.

LECTURES MAXÍMETRE T2 (kw)	
2010	2011

Gener	57	58
Febrer	58	55
Març	57	56
Abril	60	55
Maig	53	52
Juny	53	52
Juliol	54	54
Agost	55	52
Setembre	54	54
Octubre	54	51
Novembre	58	54
Desembre	53	52

Taula 54: Lectures de la potència consumida del taller 2.

Per tant, s'hauria de revisar aquest punt i trobar una potència contractada més acord amb les necessitats de consum del taller 2 per tal d'obtenir un estalvi.

Es proposen altres possibles potències contractades, tenint en compte que el interval de facturació sense penalització és de 85%-105% respecte a la contractada i el màxim i el mínim consumit en els dos últims anys, 51-60kw.

	POSSIBLES POTENCIES						ACTUAL
Potència contractada (kw)	50	55	60	65	70	75	80
85% (kw)	42,5	46,75	51	55,25	59,5	63,75	68
105% (kw)	52,5	57,75	63	68,25	73,5	78,75	84

Taula 55: Múltiples propostes de possibles potències

A partir d'aquesta informació i observant les taules es pot descartar la primera opció, ja que el màxim és el mínim que consumim. Per tant la majoria dels casos es passaria de potència i es cobraria una penalització.

Pel cas contrari també es descarten les dues últimes opcions, 70 i 75kw, ja que el mínim 59,5 i 63,75kw, respectivament, és el màxim consumit. És a dir, en la majoria dels casos com que no s'arribaria al mínim contractat, es cobraria el 85% del mateix.

Descartant aquestes possibles potències, ara queden per valorar-ne les que més s'ajusten a les necessitats del taller 2.

	OPCIONS		
	1	2	3
Potència contractada (kw)	55	60	65
85% (kw)	46,75	51	55,25
105% (kw)	57,75	63	68,25

Taula 56: Propostes de possibles potències.

La opció 1 dóna un bon marge, però es possible que hi hagi mesos que se superi el màxim de l'interval, en concret els mesos d'hivern i s'hagi de cobrar una penalització.

La opció 3 dóna un marge massa alt per les necessitats del taller, a més els mesos que no s'arribi al mínim es cobrarà una penalització.

Per tant es pot afirmar que la millor opció és la 2, contractar 60kw de potència. Ja que dóna un marge bastant perfecte a les necessitats actuals del taller 2 i deixa una mica de marge per si s'augmentés en un futur el consum fins a 63kw. També cal remarcar que en el interval estudiat és l'únic en que no serien penalitzats.

Pel que fa l'estalvi, si s'aplica la potència contractada proposada es pot aconseguir un estalvi de 556€ a l'any aproximadament, veure la taula 58.

		Potència contractada (kw)		Tarifa actual	€	
		Actual	Proposta		Actual	Proposta
Terme potència (€/kwdia)	P1	80	60	0,038612	92,67	69,50
	P2	80	60	0,023167	55,60	41,70
	P3	80	60	0,015445	37,07	27,80
				TOTAL	185,34	139,00

Estalvi/mes (€)	46
Estalvi/any (€)	556

Taula 57: Comparació de potències i estalvi.

Al taller 1 en canvi, la potència contractada està força acord amb les seves necessitats, excloent els mesos de més fred que es supera el màxim de l'energia contrada, el qual suposa un recàrrec alhora de la facturació. Aquest fet es reflecteix més en el 2010 on es supera 5 vegades. En canvi en el 2011 només en una ocasió, tal hi com es pot veure en la taula 59.

	LECTURES MAXÍMETRE T1 (kw)	
	2010	2011
Gener	135	140
Febrer	135	130
Març	132	130
Abril	132	122
Maig	109	106
Juny	106	106
Juliol	119	109
Agost	122	108
Setembre	115	112
Octubre	131	112

Novembre	131	120
Desembre	136	120

Taula 58: Lectures de la potència consumida del taller 1.

En la taula també es pot observar que hi ha un ventall molt ampli de consums des de 106 fins a 140kw. Per tant, fixar una potència que permeti incloure tant el màxim com el mínim és complicat.

	POSSIBLES POTENCIES				ACTUAL
Potència contractada (kw)	120	130	135	140	125
85% (kw)	102,00	110,50	114,75	119,00	106,25
105% (kw)	126,00	136,50	141,75	147,00	131,25

Taula 59: Propostes de possibles potències.

En la taula 59 s'observa que no hi ha cap potència que s'ajusti perfectament a les necessitats del taller 1, ja sigui que en un mes han consumit menys o que han consumit massa, en els dos casos hi hauria una penalització.

Per tant, vistos aquests arguments i que en l'últim any només s'ha vist penalitzat una vegada, es considera que l'actual potència de 125kw és òptima pel taller 1.

8.4.3 Penalització d'energia reactiva

També s'ha observat un altre factor en l'anàlisi de les factures, en concret només s'ha vist en el taller 2 i en el últim any, aquest és el cobrament de l'energia reactiva. Per tal de corregir aquest factor es podria instal·lar una bateria de condensadors.

Cost energia REACTIVA T2		
	2010	2011
Gener	0,00	7,77

Febrer	0,00	10,14
Març	0,00	12,09
Abril	0,00	0,00
Maig	0,00	10,31
Juny	0,00	13,01
Juliol	0,00	7,81
Agost	19,11	26,39
Setembre	7,40	0,00
Octubre	12,01	15,21
Novembre	8,56	3,74
Desembre	0,00	23,60
Total (€)	47,08	130,06

Taula 60: Cost de l'energia reactiva

Però tal i com s'observa en la taula 60, el cost anual és d'un valor tant baix que si s'apliqués la proposta de millora, el temps en l'amortitzar-la seria molt elevat. Ja que la inversió inicial seria d'un import important en comparació amb l'estalvi que suposaria.

8.4.4 Canvi de companyia elèctrica.

Com a conseqüència de la llibertització del mercat elèctric s'estudia altres companyies de mercat lliure per comparar si es pot millorar la seva oferta i obtenir un estalvi econòmic.

M'he posat en contacte amb les companyies esmentades anteriorment en el punt 8.2 i moltes d'elles no ofereixen els seus serveis a la comarca de la Garrotxa, ja que tenen un servei molt contret en un municipi o en la seva pròpia comarca o comarques veïnes. Com per exemple, la companyia Electracomerical Centelles només ofereix els seus serveis al municipi de Centelles, la Comercialitzadora Lersa S.L amb seu a Ripoll només ofereix servei a la comarca del Ripollès, etc.

Per tant, això comporta una limitació alhora de trobar companyies les quals els seus serveis arribin a la comarca de la Garrotxa. De totes formes, s'ha estudiat les ofertes de 4 companyies, que d'ara en endavant, s'anomenaran: Companyia 1, Companyia 2, Companyia 3 i Companyia 4.

Per tal de calcular i comparar el cost que tindria contractar el servei elèctric amb una altra companyia, primer de tot s'ha calculat el consum mig mensual, per període tarifari i taller. D'aquesta manera sempre es treballa amb un valor representatiu dels consums reals, les dades utilitzades han estat extretes de les factures del 2010 i 2011. A posteriori es fa un re càlcul amb les noves tarifes i finalment es compara la diferència de preu (anual). Si aquesta és negativa no interessa la oferta i si el seu valor és positiu, significarà un estalvi.

	Consum mitjà	kw/mes
T1	P1	3.246
	P2	12.656
	P3	4.293
T2	P1	1.744
	P2	4.924
	P3	2.921

Taula 61: Promig dels consums

Alhora de realitzar els càlculs del taller 2 ja s'ha considerat la proposta realitzada en el punt 8.6.1, és a dir s'ha utilitzat el valor de 60kw en comptes dels 80kw actuals.

Altrament totes les companyies facturen mensualment, tenen contracte de permanència d'un any i servei d'assistència i manteniment inclosos dintre del mateix contracte.

La companyia 1

Partint de la seva tarifa estàndard 3.0A per més de 15kw plantegen dues ofertes, de les quals tenen un punt en comú; no hi ha discriminació horària en el terme energia, és a dir hi ha un preu únic per tots els períodes.

Terme potència (€/kw dia)	P1	0,088998
	P2	
	P3	
Terme energia (€/kwh)	P1	0,208723
	P2	0,156750
	P3	0,092729

Taula 62: Tarifa estàndard 3.0A de la companyia 1

L'oferta 1 suposa un 15% de descompte sobre el terme energia durant el primer any i l'oferta 2 suposa un 10% de descompte sobre el terme energia durant el primer any i un 20% de descompte a partir del segon.

		OFERTA 1	OFERTA 2	
		1er any	1er any	2on any
Terme potència (€/kw dia)	P1	0,088998	0,088998	0,088998
	P2			
	P3			
Terme energia (€/kwh)	P1	0,177415	0,187851	0,166978
	P2	0,133238	0,141075	0,125400
	P3	0,078820	0,083456	0,074183

Taula 63: Detall dels preus de la companyia 1 un cop se li ha aplicat les ofertes corresponents.

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA 1	€
Terme potència (€/kw dia)	P1	125	0,038612	144,80	0,088998	333,74
	P2	125	0,023167	86,88		
	P3	125	0,015445	57,92		
		Promig kw/mes				
Terme energia (€/kwh)	P1	3.246	0,174834	567,51	0,177415	575,89
	P2	12.656	0,136684	1.729,87	0,133238	1.686,25
	P3	4.293	0,082804	355,48	0,078820	338,37
			TOTAL	2.942,45	TOTAL	2.934,26
			Estalvi €/mes (€)	8,19		
			Estalvi/any (€)	98,34		

Taula 64: Resultats cost i estalvi de l'oferta 1 del taller 1

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA 1	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	60	0,038612	69,50	0,088998	160,20
	P2	60	0,023167	41,70		
	P3	60	0,015445	27,80		
		Promig kw/mes				
Terme energia (€/kwh)	P1	1.744	0,174834	304,91	0,177415	309,41
	P2	4.924	0,136684	673,03	0,133238	656,06
	P3	2.921	0,082804	241,87	0,078820	230,23
			TOTAL	1.358,82	TOTAL	1.355,90
			Estalvi €/mes (€)	2,92		
			Estalvi/any (€)	34,98		

Taula 65: Resultats cost i estalvi de l'oferta 1 del taller 2

Estalvi total (€)	133,32
-------------------	--------

Taula 66: Estalvi total en un any

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA 2 1er any	€	OFERTA 2 2on any	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	125	0,038612	144,80	0,088998	333,74	0,088998	333,74
	P2	125	0,023167	86,88				
	P3	125	0,015445	57,92				
		Promig kw/mes						
Terme energia (€/kwh)	P1	3.246	0,174834	567,51	0,187851	609,76	0,166978	542,01
	P2	12.656	0,136684	1.729,87	0,141075	1.785,45	0,125400	1.587,06
	P3	4.293	0,082804	355,48	0,083456	358,28	0,074183	318,47
			TOTAL	2.942,45	TOTAL	3.087,23	TOTAL	2.781,29

	1er any	2on any
Estalvi €/mes (€)	-144,78	161,17
Estalvi/any (€)	-1.737,32	1.933,99

Estalvi total (€)	196,67
-------------------	--------

Taula 67: Resultats cost i estalvi de la oferta 2 del taller 1.

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA 2 1er any	€	OFERTA 2 2on any	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	60	0,038612	69,50	0,088998	160,20	0,088998	160,20
	P2	60	0,023167	41,70				
	P3	60	0,015445	27,80				
		Promig kw/mes						
Terme energia (€/kwh)	P1	1.744	0,174834	304,91	0,187851	327,61	0,166978	291,21
	P2	4.924	0,136684	673,03	0,141075	694,65	0,125400	617,47
	P3	2.921	0,082804	241,87	0,083456	243,78	0,074183	216,69
			TOTAL	1.358,82	TOTAL	1.426,24	TOTAL	1.285,57

	1er any	2on any
Estalvi €/mes (€)	-67,42	73,25
Estalvi/any (€)	-809,04	879,01
Estalvi total (€)	-809,04	69,96

Estalvi total (€)	266,64
Estalvi Conjunt (€)	463,31

Taula 68: Resultats cost i estalvi de la oferta 2 del taller 2

Els resultats obtinguts de la comparació tarifaria entre les dues ofertes que ha proposat la companyia 1, han sigut positius en tots dos casos però poc significatius. L'oferta 1 suposa un estalvi molt petit de 100€ anuals, per tant es creu que no val la pena canviar de companyia per un import tant petit. L'oferta 2, el primer any s'hi perdria però pel contrari a partir del segon any es començaria a tenir un estalvi, el qual no superaria els 500€. Per aquest motiu es descarten les dues ofertes proposades.

La companyia 2

La proposta de la companyia 2 és la següent, partint de la seva tarifa base per més de 15kw de potència ofereixen un 5% de descompte en tots els períodes del terme energia durant 1 any.

		Tarifa base	oferta
Terme potència (€/kw dia)	P1	0,045003	0,045003
	P2	0,027002	0,027002
	P3	0,018001	0,018001
Terme energia (€/kwh)	P1	0,199717	0,189731
	P2	0,156454	0,148631
	P3	0,101282	0,096218

Taula 69: Tarifa i oferta de la companyia 2

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA	€
Terme potència (€/kw dia)	P1	125	0,038612	144,80	0,045003	168,76
	P2	125	0,023167	86,88	0,027002	
	P3	125	0,015445	57,92	0,018001	
		Promig kw/mes				
Terme	P1	3.246	0,174834	567,51	0,189731	615,87

energia (€/kwh)	P2	12.656	0,136684	1.729,87	0,148631	1.881,08
	P3	4.293	0,082804	355,48	0,096218	413,06
			TOTAL	2.942,45	TOTAL	3.078,77

Estalvi €/mes (€)	-136,32
Estalvi/any (€)	-1.635,82

Taula 70: Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 2 del taller 1.

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	60	0,038612	69,50	0,045003	81,01
	P2	60	0,023167	41,70	0,027002	
	P3	60	0,015445	27,80	0,018001	
		Promig kw/mes				
Terme energia (€/kwh)	P1	1.744	0,174834	304,91	0,189731	330,89
	P2	4.924	0,136684	673,03	0,148631	731,86
	P3	2.921	0,082804	241,87	0,096218	281,05
			TOTAL	1.358,82	TOTAL	1.424,81

Estalvi €/mes (€)	-65,99
Estalvi/any (€)	-791,92

Taula 71: Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 2 del taller 2.

Vistos els resultats de les taules 70 i 71, l'oferta de la companyia 2 es descarta per pèrdues.

La companyia 3

Aquesta companyia no ha proposat cap oferta a la seva tarifa 3.0 per més de 15kw, els seus preus són fixes i són els següents:

Terme potència (€/kwdia)	P1	0,043905
	P2	0,026343
	P3	0,017562
Terme energia (€/kwh)	P1	0,175185
	P2	0,129981
	P3	0,076278

Taula 72: Tarifa de la companyia 3

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	125	0,038612	144,80	0,043905	164,64
	P2	125	0,023167	86,88	0,026343	98,79
	P3	125	0,015445	57,92	0,017562	65,86
		Promig kw/mes				
Terme energia (€/kwh)	P1	3.246	0,174834	567,51	0,175185	568,65
	P2	12.656	0,136684	1.729,87	0,129981	1.645,04
	P3	4.293	0,082804	355,48	0,076278	327,46
			TOTAL	2.942,45	TOTAL	2.870,44

Estalvi €/mes (€)	72,01
Estalvi/any (€)	864,15

Taula 73: Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 3 del taller 1.

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	OFERTA	€
Terme potència (€/kw dia)	P1	60	0,038612	69,50	0,043905	79,03
	P2	60	0,023167	41,70	0,026343	47,42
	P3	60	0,015445	27,80	0,017562	31,61
		Promig kw/mes				
Terme energia (€/kwh)	P1	1.744	0,174834	304,91	0,175185	305,52
	P2	4.924	0,136684	673,03	0,129981	640,03
	P3	2.921	0,082804	241,87	0,076278	222,81
			TOTAL	1.358,82	TOTAL	1.326,42

Estalvi €/mes (€)	32,40
Estalvi €/any (€)	388,81

Taula 74: Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 3 del taller 2.

	1er any
Estalvi total (€)	1.252,96

Taula 75: Estalvi total anual de la companyia 3.

Tot i no oferir cap descompte en la seva tarifa base, el resultat obtingut ha set positiu, contractar la companyia 3 representaria un estalvi anual de 1300€ aproximadament.

La companyia 4

La tarifa base de la companyia 4 no distingeix períodes tarifaris, és a dir sempre hi ha el mateix preu a qualsevol hora del dia, tant en el terme potència com el d'energia.

A partir d'aquí la companyia 4 proposa tres opcions de descompte les quals només aplica al terme energia. La primera opció és un descompte del 20%, la segona opció és un 15% de descompte en el P1 i P2 i un 50% en el P3 i la última opció és un 25% de descompte en el P2 i un 55% en el P3.

		Tarifa base	Opció 1	Opció 2	Opció 3
Terme potència (€/kwdia)	P1	0,084548	0,084548	0,084548	0,084548
	P2				
	P3				
Terme energia (€/kwh)	P1	0,177120	0,141696	0,150552	0,177120
	P2				0,132840
	P3			0,088560	0,079704

Taula 76: Tarifa i ofertes de la companyia 4

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	Opció 1	€	Opció 2	€	Opció 3	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	125	0,038612	144,80	0,084548	317,06	0,084548	317,06	0,084548	317,06
	P2	125	0,023167	86,88						
	P3	125	0,015445	57,92						
		Promig kw/mes								
Terme energia (€/kwh)	P1	3.246	0,174834	567,51	0,141696	459,95	0,150552	488,69	0,177120	574,93
	P2	12.656	0,136684	1.729,87		1.793,30		1.905,39	0,132840	1.681,22
	P3	4.293	0,082804	355,48		608,30	0,088560	380,19	0,079704	342,17
			TOTAL	2.942,45	TOTAL	3.178,61	TOTAL	3.091,32	TOTAL	2.915,38

	Opció 1	Opció 2	Opció 3
Estalvi €/mes (€)	-236,15	-148,87	27,07
Estalvi/any (€)	-2.833,85	-1.786,43	324,87

Taula 77: Costos i estalvis de les ofertes de la companyia 4 del taller 1.

		Potència contractada (kw)	Tarifa actual	€	Opció 1	€	Opció 2	€	Opció 3	€
Terme potència (€/kwdia)	P1	60	0,038612	69,50	0,084548	152,19	0,084548	152,19	0,084548	152,19
	P2	60	0,023167	41,70						
	P3	60	0,015445	27,80						
		Promig kw/mes								
Terme energia (€/kwh)	P1	1.744	0,174834	304,91	0,141696	247,12	0,150552	262,56	0,177120	308,90
	P2	4.924	0,136684	673,03		697,71		741,32	0,132840	654,10
	P3	2.921	0,082804	241,87		413,89	0,088560	258,68	0,079704	232,82
			TOTAL	1.358,82	TOTAL	1.510,91	TOTAL	1.414,75	TOTAL	1.348,00

	Opció 1	Opció 2	Opció 3
Estalvi €/mes (€)	-152,09	-55,93	10,81
Estalvi/any (€)	-1.825,12	-2.496,33	129,76

	1er any
Estalvi total (€)	454,63

Taula 78: Costos i estalvis de les ofertes de la companyia 4 del taller 2.

Vistos els resultats de les taules 77 i 78, s'observa que la única opció amb resultat positiu és la número 3, per tant les altres dues ja queden descartades. L'opció 3 suposa un estalvi aproximat de 500€ l'any.

9 IL·LUMINACIÓ

9.1 Definició dels paràmetres generals i elements auxiliars del llum

Paràmetres qualitatius:

La *temperatura de color* de la font té una forta relació amb la sensació que produeix la llum i es mesura en graus kelvin (°K). Es considera càlida per valors inferiors a 3.300 °K la qual desprèn un to groc vermellós, intermèdia entre 3.300-5000 °K la qual desprèn un color blanc i freda a partir de 5.000 °K la qual desprèn una tonalitat blanca blavós. Veure la figura.....

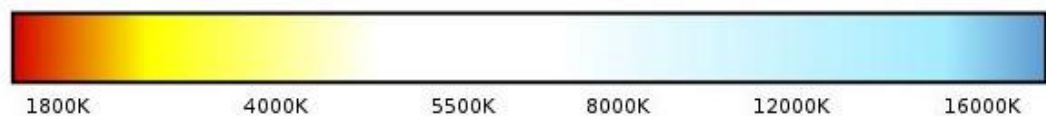


Figura 33: Temperatures de color (°K)

L'*índex de reproducció cromàtic* (IRC o Ra) o rendiment de color com més pròxim al 100% sigui d'una font de llum, millor permetrà distingir els colors dels objectes que il·lumina. En aquest cas en concret un índex entre el 70 i el 85 seria acceptable, ja que per a fins industrials no és molt important.

IRC < 60	Dolent
60 < IRC < 80	Acceptable
80 < IRC < 90	Notable
90 < IRC	Excel·lent

Taula 79: Representació dels colors segons IRC

Paràmetres quantitius

L'*eficiència lluminosa* indica el rendiment lluminós en que una font de llum transforma l'energia elèctrica en energia llumínica i es mesura en lm/W. Aquest és el paràmetre energètic més important que cal tenir en compte una vegada seleccionats els paràmetres qualitius adequats al tipus d'utilització.

La *iluminància* és el flux lluminós rebut per una superfície. El seu símbol es E i la seva unitat el lux (lx) que es un lm/m².

Les *corbes fotomètriques* és un gràfic on es representa la distribució característica de la font de llum en un pla determinat. Aquestes indiquen els repartiments d'intensitats en plans que passen per l'eix vertical de la lluminària, si la distribució és simètrica rotacional o si és d'un sol pla. Quan hi ha simetria a un o dos eixos, o no la hi ha, s'acostumen a representar les corbes dels plànols del tall longitudinal i transversal de la lluminària. Si la intensitat màxima no està continguda en cap d'aquests plans, es representa també la corba polar del pla que la conté. Mitjançant l'observació de les corbes fotomètriques, es pot veure si una lluminària és de feix intensiu (o estret), o extensiu (ample).

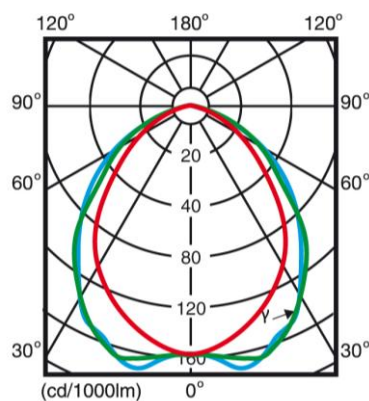


Figura 34: Exemple de corbes fotomètriques.

Un *diagrama isolux* és el conjunt de corbes que uneixen punts d'una superfície amb el mateix valor d'il·luminació. Són les anomenades corbes isolux resultants sobre el terreny. També troben aplicació per indicar com distribueix una lluminària el flux en una superfície.

En aquest cas, i als efectes de que es puguin utilitzar, tant a nivell comparatiu de diferents lluminàries, o diversos reglatges, o amb diferents llums, etc.

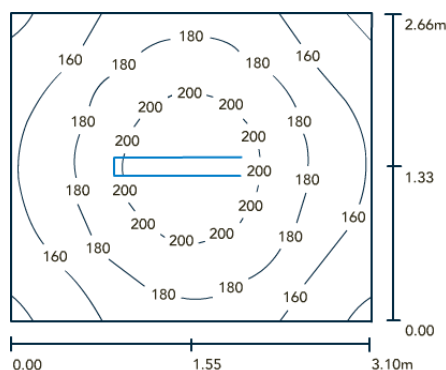


Figura 35: Exemple de corba isolux.

La *vida útil* és la vida mitjana útil expressada en hores, no com el temps fins que el llum deixa de funcionar, sinó com les hores en que tarda a disminuir un percentatge concret de la intensitat lluminosa nominal (normalment el 20%). A partir d'aquest punt és quan s'hauria de substituir.

Elements auxiliars del llum

Per tal que les làmpades funcionin correctament es necessari, en la majoria dels casos, incloure la presència d'uns elements auxiliars:

El *balast* limita la corrent que circula per la làmpada i així evitar un excés d'electrons circulant pel gas, que augmentaria el valor de la corrent fins a produir la destrucció de la mateixa.

El *cebador* és un dispositiu que subministra un pic de tensió entre els elèctrodes del tub i és necessari per tal d'iniciar la descarrega i així vèncer la resistència inicial del gas a la corrent elèctrica. Després de l'encesa, continua un període transitori durant el qual el gas s'estabilitza i es caracteritza per un consum de potència superior al nominal.

9.2 Tipus de llums i la seva importància

L'experiència demostra que una correcta il·luminació resulta eficaç alhora de millorar la productivitat i la qualitat. Una bona il·luminació disminueix el cansament visual, disminuint els mals de cap, augmenta el confort i la seguretat del treballador, disminueix l'índex d'errors i estimula el personal. A més, tot això es pot aconseguir amb un estalvi energètic mitjançant l'ús de les noves tecnologies.

En les últimes dècades el mercat de la il·luminació industrial a sofert una evolució tecnològica molt important i com a conseqüència l'oferta de nous tipus de llums s'ha ampliat, creant nous productes de diferents classes amb més eficàcia i flux lluminós. El resultat ha estat la substitució progressiva dels antics models per d'altres de més eficients.

Actualment en el mercat hi podem trobar des de els clàssics llums de vapor de mercuri a alta pressió, als llums de vapor de sodi a alta pressió i baixa pressió, als fluorescents, als llums d'halogenurs metàl·lics, als llums leds, etc. Dintre d'aquest gran ventall de possibilitats, com escollir la millor opció d'estalvi?

Per procedir a la correcta selecció dels llums es tindrà en compte tant paràmetres qualitatius com quantitatius: el cost d'inversió inicial, l'amortització, el consum, la vida útil, la temperatura de color del llum, l'eficàcia lumínica, etc.

Els clàssics llums de vapor de mercuri cada vegada s'utilitzen menys i són substituïts pels llums de vapor de sodi a alta pressió, tot i tenir una vida útil molt semblant, un baix rendiment en l'aspecte del color i un flux lluminós no instantani, l'avantatge roman en que tenen dues vegades més eficiència lumínica. Un inconvenient d'aquest tipus de llum és la alta radiació U.V i alhora de reciclar el llum s'ha de tenir en compte que el mercuri és un contaminant.

Els llums que tenen l'eficàcia lluminosa més elevada són els de vapor de sodi a baixa pressió (poden arribar als 200 lm/W), però la qualitat de la llum que produeixen és pràcticament monocromàtica, normalment s'utilitzen en túnels i autopistes.

Els fluorescents (d'ara endavant TCL) són làmpades de descàrrega en atmosfera de vapor de mercuri a baixa pressió entre elèctrodes caldejats. Són fonts de llum amb baixos consums i una bona eficiència lluminosa. Hi ha models amb un IRC alts i la gama de temperatures de color es molt amplia. La seva durada és llarga però si la comparem amb altres sistemes és baixa, com a conseqüència el manteniment és més elevat, però també tenen un baix preu. Un altre desavantatge és que si no s'empren amb equips electrònics es produeixen retards en l'estabilització.

Els llums d'halogenurs metàl·lics venen a substituir als llums de sodi a alta pressió d'igual potència sense necessitat de canviar l'equip arrencador. Tenen una bona eficàcia lluminosa, encara que és inferior a la dels de vapor de sodi a alta pressió, però amb la diferència d'estabilitat del color i la uniformitat. A més proporcionen un bon IRC i una llarga vida útil, la qual cosa els fa idonis per a determinades aplicacions industrials.

Els llums Leds és la última tecnologia al mercat, tenen una vida útil superior a 50.000h, el qual representa entre 5 i 10 vegades més que els llums de vapor de sodi o els halogenurs metàl·lics. A més són més lleugers i no necessiten una temperatura òptima pel seu funcionament, ja que l'encesa és instantània, a diferència dels llums de vapor de sodi que prèviament necessiten escalfar el gas per tal de produir efecte lluminós.

A més pràcticament tota l'energia utilitzada pels llums Leds es transforma en llum en comptes de calor, a diferència dels llums de vapor de sodi a alta pressió que un 40% es transforma en llum i la resta són pèrdues per infraroig i calor.

Un altre aspecte important a destacar dels llums Leds és que tenen un ampli ventall de temperatures de color, ja que el seu color depèn de la quantitat de fòsfors que conté en el seu interior. D'aquesta manera es pot trobar al mercat des de una llum blanca amb temperatures de 6.000°k i llum freda, com una llum càlida de temperatura 2.700°k. La quantitat de fòsfors també va directament proporcional amb la qualitat de IRC, quan més presència de fòsfors més qualitat del IRC. Per últim, l'eficiència lluminica també depèn d'aquest factor, com més blanca i freda sigui la llum més eficiència té el llum, ja que conté menys nombre de fòsfors.

	Eficiència llumínica (lm/w)	Vida útil (h)	Temperatura (°K)	Color aparent	IRC
Fluorescents	60-104	7.500	3.000-8.000	Blanc	70-90
Vapor Hg alta pressió	36-59	12.000	3.500-4.500	Blanc blavós	40-45 i 60
Vapor Na alta pressió	43-138	15.000	2.000-2.200	Groguenc	20
Vapor Na baixa pressió	100-203	12.000	1.700	Groc ataronjat	0
Halogenurs metàl·lics	65-90	12.000	3.000-6.000	Blanc Blavós	65-85
Leds	60-107	50.000	2.700-6.000	Blanc	40-80

Taula 80: Resum dels paràmetres qualitatius i quantitatius.

9.3 Descripció i funcionament de l'estat actual de les instal·lacions.

L'instal·lació d'il·luminació del taller 1 consta de 80 focus de vapor de mercuri amb casquet el·lipsoïdal (d'ara endavant HME) de 400W de potència cada un i un equip de connexió format per un balast inductiu. Els focus estan repartits per tota la nau a l'altura de cada pilar i col·locats en suspensió des del sostre. Tal i com es pot observar en el plànol número 10.

L'instal·lació d'il·luminació del taller 2 consta de 26 focus de vapor de sodi d'alta pressió amb casquet el·lipsoïdal (d'ara endavant HSE) de 400W de potència cada un i un equip de connexió format per un balast inductiu. Els focus estan distribuïts per les dues sales del taller, 14 i 12. Aquests també estan col·locats en suspensió des del sostre. Tal i com es representa en el plànol número 11.

Tot hi existir més punts de llum ens els dos tallers, en aquest projecte només s'ha estudiat la il·luminació general d'ambos tallers.

El funcionament tant en un taller com en l'altre el mateix i alhora és molt simple. Quan arriba el primer operari a la seva jornada laboral obre els llums del seu taller i quan s'acaba la jornada laboral, l'últim els apaga.

9.4 Consums i costos de la il·luminació

Quan es vol optimitzar el sistema d'il·luminació, s'ha de tenir en compte que en la facturació de l'electricitat també s'inclou la necessària pel funcionament de la maquinaria, la de les eines utilitzades durant la jornada laboral, la utilitzada pel sistema informàtic, etc. Per tant, primer de tot hem de conèixer quin percentatge correspon a la necessària pel funcionament de la il·luminació tenint en compte les característiques de les làmpades instal·lades.

Potència (w)	400
Flux mitjà a 25°C (lm)	22.000
Consum focus + balast (w)	421
Eficiència lluminica (lm/w)	55
Temperatura color (°k)	4.200
Unitats	80
Ubicació	Taller 1
Consum mensual teòric (kw/mes)	4.311
Consum mensual promig real (kw/mes)	12.656
Altres consums (kw/mes)	8.345
Consum anual teòric (kw/any)	51.732
Cost anual teòric (€/any)	6.841,26

Taula 81: Característiques del llum de mercuri a alta pressió.

El consum anual teòric s'ha calculat tenint en compte que el taller només treballa 4 dies a la setmana i el cost anual teòric s'ha calculat amb la mitjana dels tres períodes tarifaris.

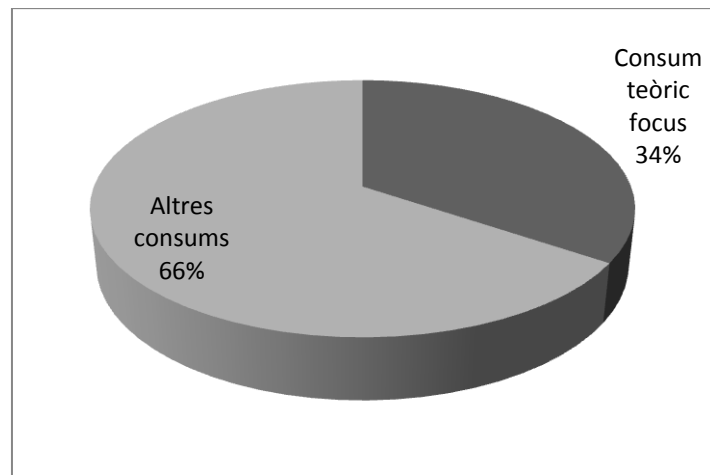


Figura 36: Representació del consum teòric dels focus del taller 1 respecte el consum global elèctric.

Potència (w)	400
Flux mitjà a 25°C (lm)	37.000
Consum focus + balast (w)	425
Eficiència llumínica (lm/w)	90
Temperatura color (°k)	2.150
Unitats	26
Ubicació	Taller 2
Consum mensual teòric (kw/mes)	1.331
Consum mensual promig real (kw/mes)	4.924
Altres consums (kw/mes)	3.593
Consum anual teòric (kw/any)	15.974
Cost anual teòric (€/any)	2.112,5

Taula 82: Característiques del llum de sodi a alta pressió

El consum anual teòric s'ha calculat tenint en compte que el taller només treballa 4 dies a la setmana i el cost anual teòric s'ha calculat amb la mitjana dels tres períodes tarifaris.

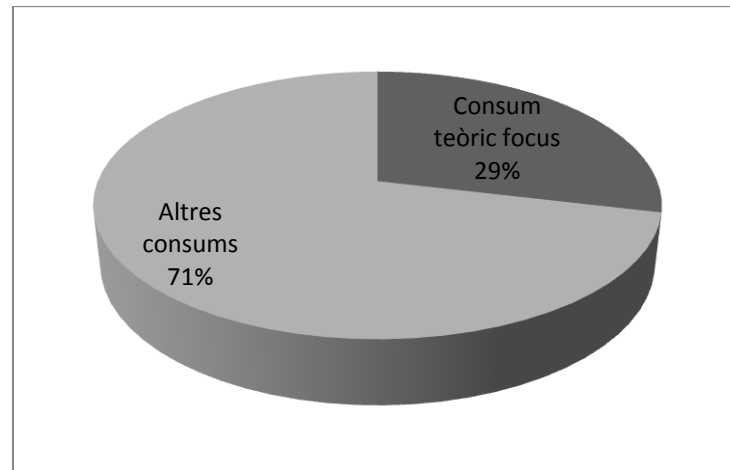


Figura 37: Representació del consum teòric dels focus del taller 2 respecte el consum global elèctric.

9.5 Treball de camp

Amb l'ajuda d'un luxometre i d'un tècnic es mesuren els luxs en diferents punts dels tallers. Es prenen mesures des de sota del punt de llum (a), al punt mig entre dos punts de llum sobre l'eix horitzontal (b), sobre l'eix vertical (c) i a l'extrem amb la paret exterior(d). Per tal de cobrir el màxim de punts de la superfície de treball dels tallers es repeteix aquest procediment per cada espai de treball del taller 1 i en taller 2 per cada sala. A més a més les mesures es repeteixen tres vegades per cada punt, per tal de descartar possibles errors en la mesura.

		a	b	c	d
Taller alumini	1	180	205	180	150
	2	205	200	185	155
	3	185	210	180	150
Taller mecànic -ferro	1	210	205	180	155
	2	190	200	185	150
	3	200	205	185	155
Taller fusteria	1	185	200	180	150
	2	180	200	180	150

	3	195	200	180	145
Zona acabats A	1	205	205	185	160
	2	185	205	180	155
	3	210	200	185	160
Zona acabats B	1	190	200	185	165
	2	185	200	185	160
	3	205	210	185	155
Expedició	1	190	200	185	170
	2	215	205	190	175
	3	200	205	185	170

Taula 83: Resultats en lux del taller 1.

		a	b	c	d
Sala planxes	1	360	270	440	270
	2	450	280	450	270
	3	360	270	450	275
Sala injectat	1	495	90	495	200
	2	395	95	495	210
	3	495	95	490	205

Taula 84: Resultats en lux del taller 2.

9.6 Dialux

9.6.1 Descripció

Actualment és el programa de disseny luminotècnic, de càlcul i planificació lluminica més important a nivell mundial. El qual permet simular la il·luminació d'interior i d'exterior en 3D, calcular i comprovar de manera professional tots els paràmetres per instal·lacions, incloent-hi carreteres, carrers i túnels.

El software té inclòs els catàlegs actualitzats dels principals i més importants fabricants mundials de il·luminaria. Tots els productes inclosos al software porten una descripció detallada de les dades tècniques com la potència, la intensitat, el flux lumínic, els diagrames de luminància i les corbes isolux i fotomètriques.

En aquest estudi s'ha utilitzat la versió Dialux 4.10 i els catàlegs d'Indal i Elba.

9.6.2 Estudi

En una primera fase es representa el sistema d'il·luminació actual, per comprovar si la instal·lació actual és correcta o està mal dimensionada.

Al taller 1 s'ha treballat sobre una vuitena part de l'espai real, ja que la situació i el model de la il·luminació és la mateixa al llarg de tot el taller. Les dades utilitzades són 30m llargada, 15m d'amplada, 6,7m d'alçada i 12 focus HME.

Al taller 2 s'ha treballat sobre tot l'espai real i s'ha fet un estudi per sala, la sala injectat i la sala de planxes, ja que els llums no segueixen la mateixa distribució ni l'espai a il·luminar és el mateix. Les dades utilitzades de la sala injectat són 45,5m de llargada, 18m d'amplada, 5,58m d'alçada i 14 focus HSE. Les dades utilitzades de la sala de planxes són 40m de llargada, 18m d'amplada i 5,58m d'alçada i 12 focus HSE.

En una segona fase es canvien els llums per d'altres més eficients mantenint el nivell de luxs necessaris i establerts per normativa. Segons el Real Decret 486/1997 i la nota tècnica de prevenció (NTP) 211 per un espai destinat a la indústria de la fusteria metàl·lica són necessaris 200 lux com a mínim.

A més a més com que es treballa sota el concepte de il·luminació general, es reparteixen els llums pel pla en files per columnes, de manera que la il·luminació sigui el més homogènia possible.

S'estudia 3 propostes: Halogenurs metàl·lics mantenint el mateix casquet el·lipsoïdal (d'ara endavant HIE), dintre d'aquesta proposta s'estudia dos opcions amb diferents potències, de 250w i 400w. S'escull aquesta proposta perquè té una eficàcia llumínica superior al sistema actual instal·lat. La tercera proposta és la utilització de tubs fluorescents, encara que no tenen una vida útil tant llarga com els anteriors, però són més econòmics i també tenen una bona eficàcia llumínica.

L'opció de substituir-los per leds es valora però actualment no existeix cap catàleg disponible amb focus industrials leds, estan en construcció. Per aquest motiu no es troben les corbes isolux d'aquesta proposta.

9.6.3 Resultats

Taller 1:

En la corba isolux de l'estat actual del taller 1 es pot observar la distribució dels llums és correcte, ja que la llum es distribueix de manera uniforme al llarg del pla. En canvi el nombre de punts de llum no és el correcte, ja que en la part exterior del pla hi ha una iluminància inferior a 200lx. Sota el punt de llum en l'eix vertical hi trobem 240 lux i en la zona central del pla 210 lux. A mesura que ens allunyem d'aquest punt segueix un comportament concèntric en direcció a l'exterior del pla, la primera corba té un valor de 210 i la segona 180 lux. En total per 10 punts de llum es consumeix 4.210w per un octau de superfície.

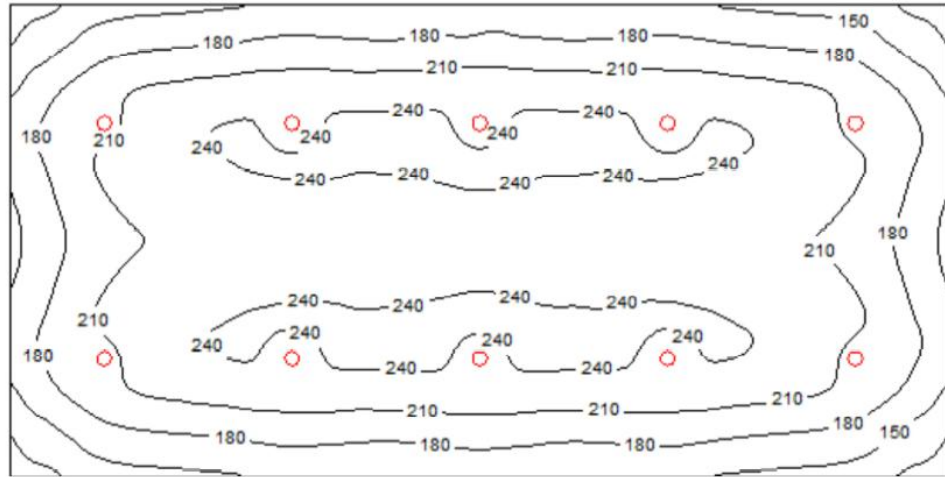


Figura 38: Corba isolux de l'estat actual del taller 1.

La corba isolux de la proposta de HIE de 250w es veu com sota el punt de llum en l'eix vertical hi trobem 280 lux i en la zona central 240 lux. A mesura que ens allunyem d'aquest punt segueix un comportament concèntric en direcció a l'exterior del pla, la primera corba té un valor de 240 i la segona 200 lux. En total es consumeix 3.204w per un octau de superfície.

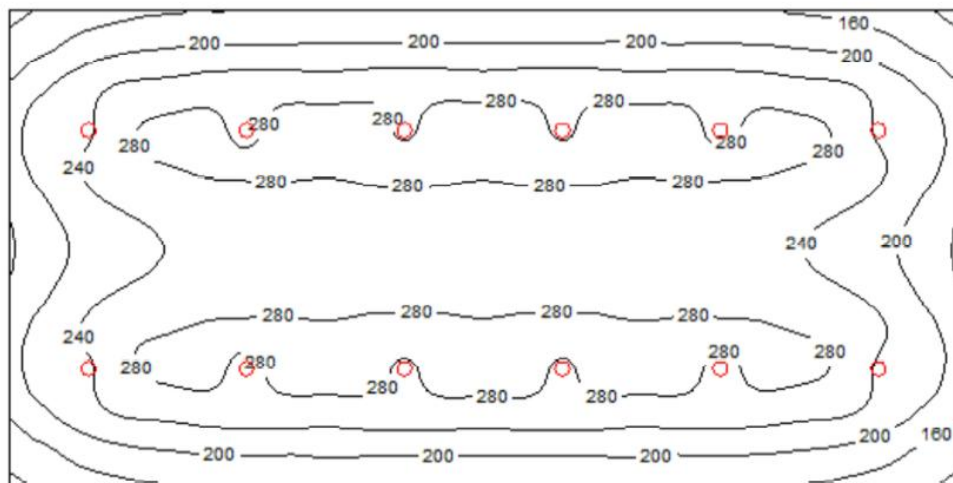


Figura 39: Corba isolux de la proposta HIE 250w del taller 1.

La corba isolux de la proposta de HIE de 400w també té un comportament concèntric exterior i els mateixos valors de les corbes exteriors que els de 250w, però amb la diferència que en la part central del pla entre els punts de llum tenen un valor superior de 280 lux. A

més són necessaris menys nombre de punts de llum a causa de que la potència és superior, en total hi ha 8 punts de llum que consumeixen 3.432w. En aquest cas també suposa 1.620w menys per oferir la mateixa llum en un octau de superfície.

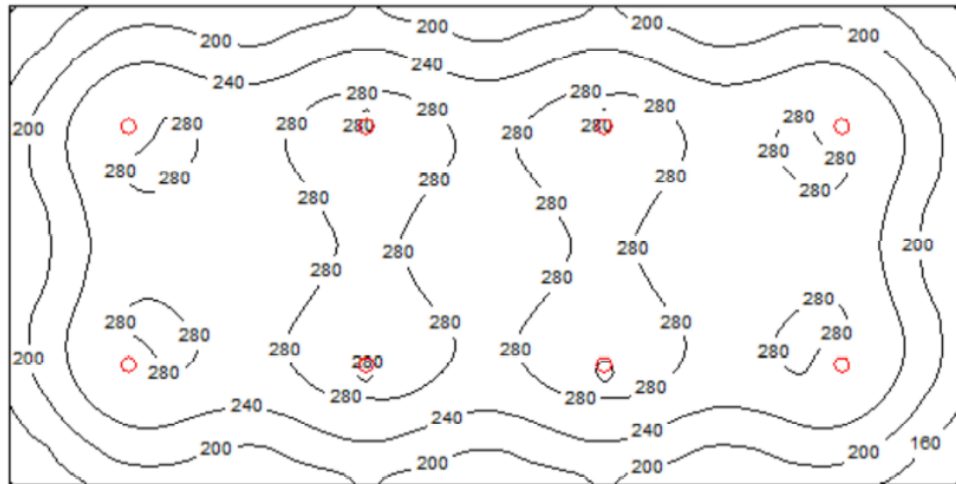


Figura 40: Corba isolux de la proposta HIE 400w del taller 1.

La corba isolux de la proposta TCL de 58w també té un comportament exterior concèntric, amb la diferència que a l'interior del pla hi ha una il·luminància de 270 lux, després la primera corba exterior té un valor de 240 lux i la segona de 210 lux. A més són necessaris 25 punts de llum que consumeixen 1450w. En aquest cas encara suposa un estalvi major, en comparació amb les altres propostes, de 3.602w per un octau de superfície.

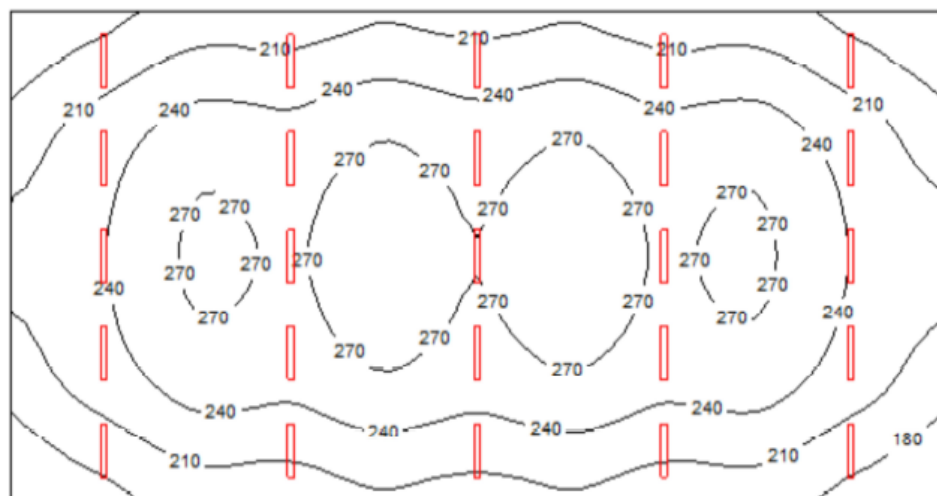


Figura 41: Corba isolux de la proposta TCL del taller 1.

Taller 2:Sala injectat:

En la corba isolux de l'estat actual es pot observar com el nombre de punts de llum i la distribució no és l'encertada, ja que les corbes, del conjunt dels tres punts de llum en posició vertical, tenen un comportament molt focalitzat i no és uniforme al llarg del pla. Provocant que entre els conjunts només hi hagi una iluminància de 110 lux, per tant el nombre de punts de llum és inferior al necessari per una correcta il·luminació. A més a la part dreta del pla en poc espai hi ha 5 punts de llum i tots tenen el doble d'iluminància de la necessària. En total per 14 punts de llum es consumeix 5.600w.

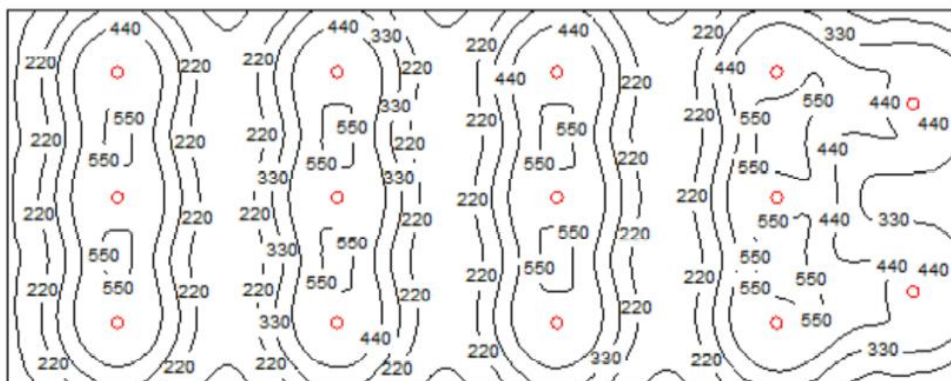


Figura 42: Corba isolux de l'estat actual de la sala injectat.

En la corba isolux de la proposta HIE de 250w el comportament de les corbes és focalitzat, és a dir en cada punt de llum i el seu voltant hi ha una iluminància de 300 lux, encara que la distribució en el pla és més uniforme seguint un comportament de corbes concèntriques exteriors de 200 lux. En total hi ha 21 punts de llum que consumeixen 5.607w, pràcticament el mateix consum que en la distribució de l'estat actual però amb la important diferència que en aquest cas està ben il·luminat.

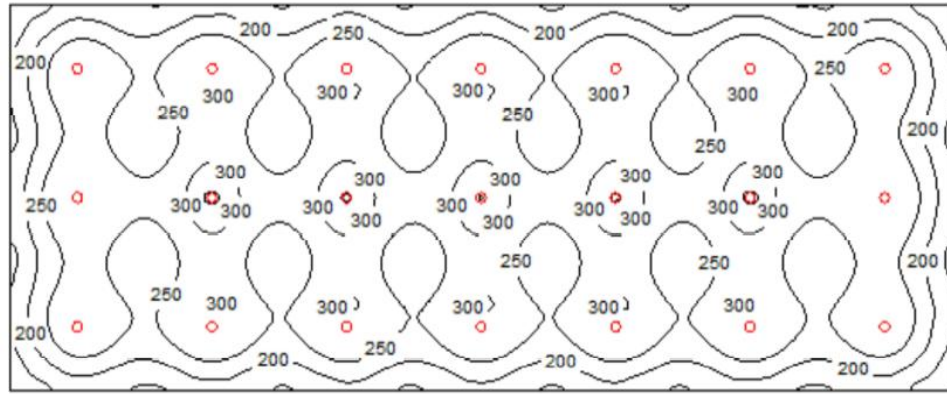


Figura 43: Corba isolux de la proposta HIE 250w de la sala injectat.

En la corba isolux de la proposta HIE 400w segueix un comportament concèntric horitzontal per cada fila de llum on hi ha una iluminància de 420 lux, el doble de la necessària, a mesura que ens allunyem d'aquest punt segueix un comportament concèntric en direcció a l'exterior del pla, on la primera corba té un valor de 350lx, la segona 280lx i la tercera de 210lx. Entre les dues files horitzontals dels llums, en la part central del pla, hi ha una iluminància de 210lx. En total són necessaris 12 punts de llum amb un consum total de 4.980w.

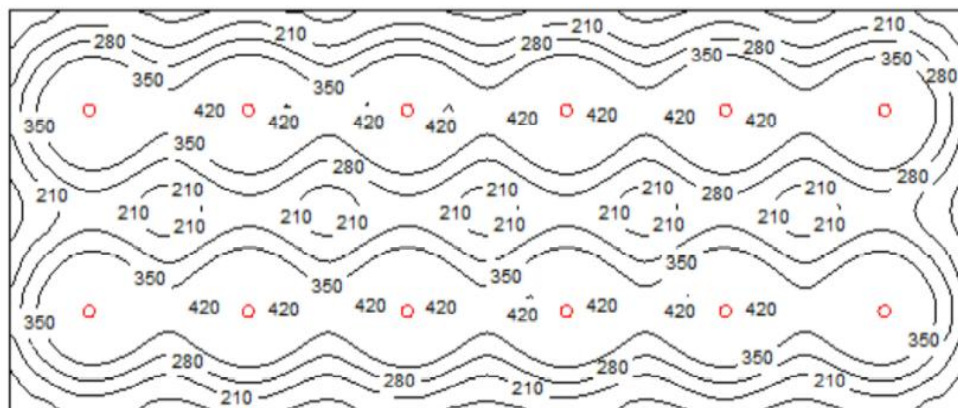


Figura 44: Corba isolux de la proposta HIE 400w de la sala injectat.

La corba isolux de la proposta TCL de 58w també té un comportament exterior concèntric, amb la diferència que a l'interior del pla hi ha una iluminància de 280 lux, després la primera corba exterior té un valor de 240 lux i la segona de 200 lux. A més són necessaris 42 punts de llum que consumeixen 2.436w. En comparació amb altres sistemes és el que consumeix menys energia.

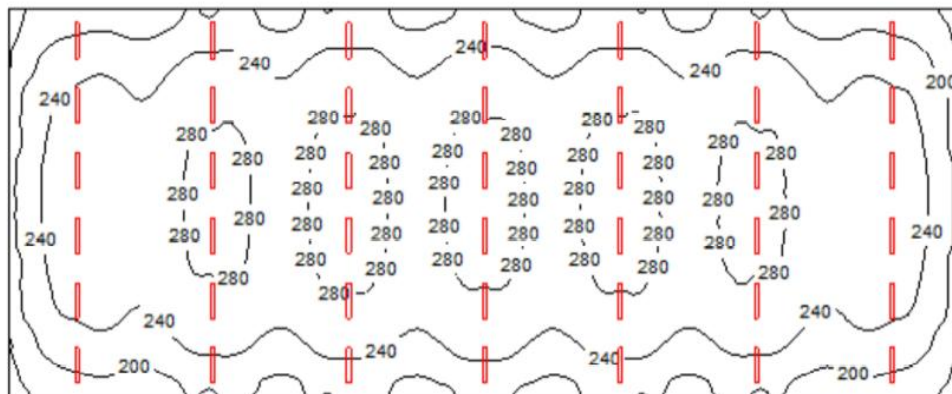


Figura 45: Corba isolux de la proposta TCL de la sala injectat.

Sala planxes:

En la corba isolux de l'estat actual es pot observar com el nombre de punts de llum i la distribució no és la més l'encertada, ja que les corbes, del conjunt dels tres punts de llum en posició vertical, tenen un comportament molt focalitzat. A més a més sota el punt de llum hi ha doble de iluminància necessària i la distribució de la llum no és uniforme al llarg del pla. Tot això provoca que entre els conjunts es formin espais amb una iluminància de 100 lux. Per tant la distribució. En total per 12 punts de llum es consumeix 5.600w.

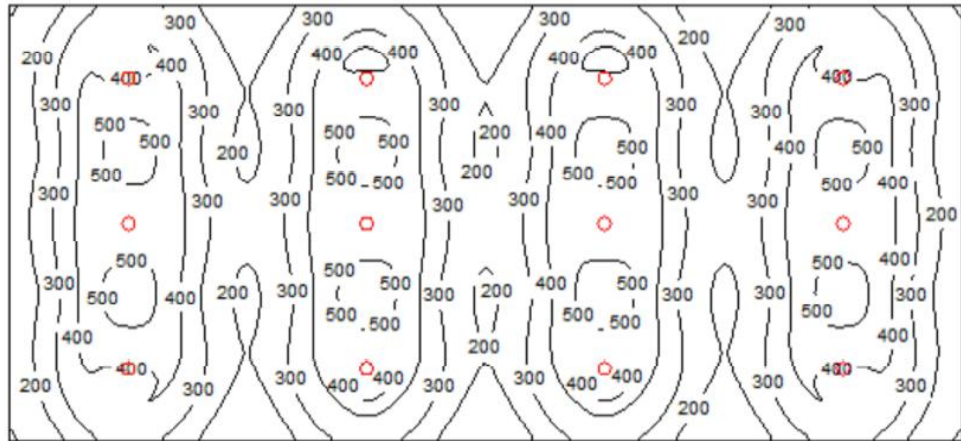


Figura 46: Corba isolux de l'estat actual de la sala de planxes.

En la corba isolux de la proposta HIE de 250w el comportament de les corbes també és focalitzat, és a dir en cada punt de llum i el seu voltant hi ha una iluminància de 250 lux, encara que la distribució en el pla és molt més uniforme seguint un comportament de corbes concèntriques exteriors de 200 lux. En total hi ha 18 punts de llum que consumeixen 4.806w.

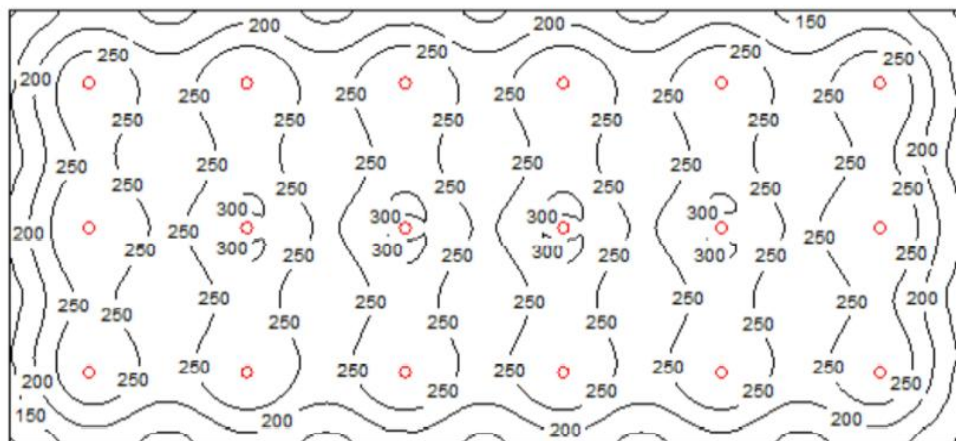


Figura 47: Corba isolux de la proposta HIE 250w de la sala de planxes.

En la corba isolux de la proposta HIE 400w, s'observa que sota el punt de llum té una iluminància de 350lx, seguit d'un comportament concèntric horitzontal per cada fila de llum on hi ha una iluminància de 280 lux, a mesura que ens allunyem d'aquest punt segueix un comportament concèntric en direcció a l'exterior del pla 210lx. Entre les dues files

horitzontals dels llums, en la part central del pla, hi ha una iluminància de 210lx. En total són necessaris 10 punts de llum amb un consum total de 4.150w.

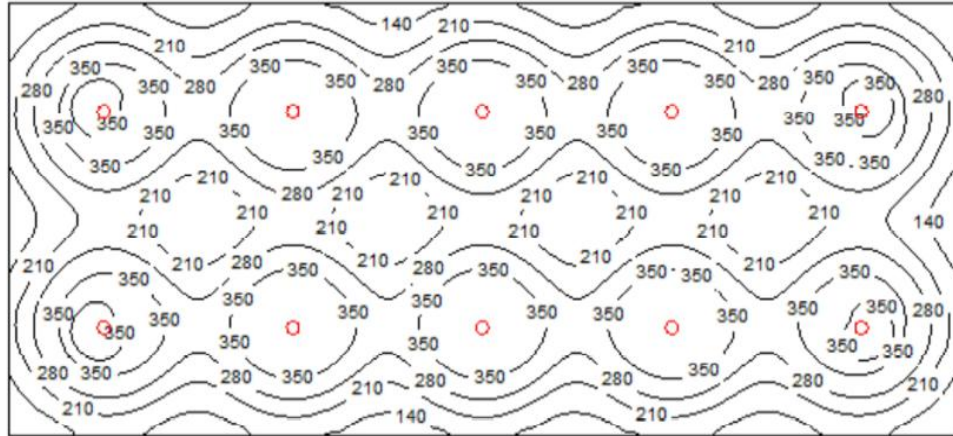


Figura 48: Corba isolux de la proposta HIE 400w de la sala de planxes.

La corba isolux de la proposta TCL de 58w té el mateix comportament que la corba isolux de la proposta TCL de la sala injectat. Amb la diferència que en aquest cas hi ha menys nombre de punts de llum, 36 el quals consumeixen 2.088w. En aquest apartat també és el tipus de llum que consumeix menys.

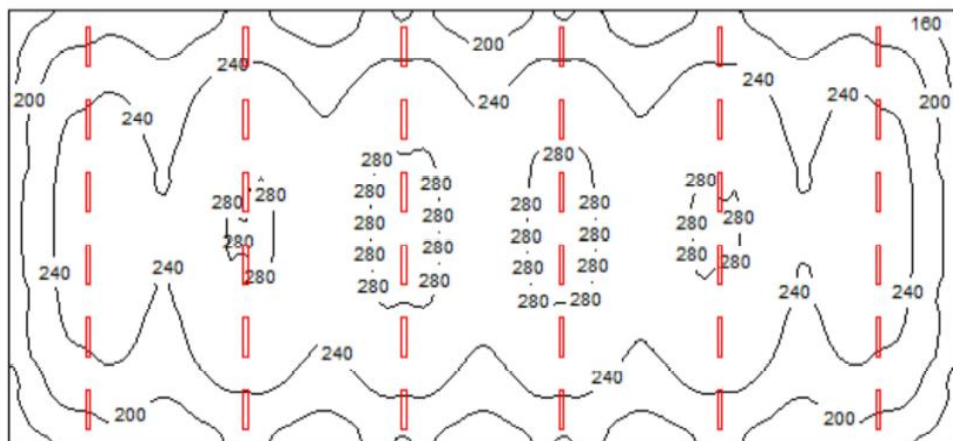


Figura 49: Corba isolux de la proposta TCL de la sala de planxes.

El conjunt de resums complets de resultats del Dialux es troben a l'annex D.

	1/8 de superfície		Superfície total	
	Punts de llum (u)	Potència necessària (wh)	Punts de llum (u)	Potència necessària (wh)
Estat actual	10	4.210	80	33.680
HIE 250w	12	3.204	96	25.632
HIE 400w	8	3.432	64	27.456
TCL	25	1.450	200	11.600

Taula 85: Resum dels resultats del taller 1.

	Sala injectat		Sala planxes		Taller 2	
	Punts de llum (u)	Potència necessària (wh)	Punts de llum (u)	Potència necessària (wh)	Punts de llum (u)	Potència necessària (wh)
Estat actual	14	5.600	12	4.800	26	10.400
HIE 250w	21	5.607	18	4.806	39	10.413
HIE 400w	12	4.980	10	4.150	22	9.130
TCL	42	2.436	36	2.088	78	4.524

Taula 86: Resum dels resultats del taller 2.

9.7 Propostes

9.7.1 Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 250w.

Potència (w)	250
Flux mitjà a 25°C (lm)	18.000
Consum focus + balast (w)	267
Eficiència llumínica (lm/w)	70
Temperatura color (°k)	4.200
Unitats	125
Ubicació	T1 i T2

Tipus de casquet i rosca	E40
Temps mitjà de funcionament anual (h)	1.536
Consum anual teòric (kwh/any)	55.365
Cost anual teòric (€/any)	7.321,65

Taula 87: Característiques del llum d'halogenur metàl·lic de 250w.

Estalvi energètic

Consum anual actual 67.706,88 kwh/any

Consum anual previst 55.365 kwh/any

Estalvi energètic 12.341,76 kwh/any

Estalvi econòmic

Estalvi energètic 12.341,76 kwh/any

Cost unitari el kwh 0,132243 €/kwh

Estalvi econòmic 1.632,11 €/any

Inversió

Cost/Llum 180€/u

Número de punts de llum 135u

Total 24.300€

Amortització

$$24.300 \div 1.632,11 = 14,888 \text{ anys} = 14 \text{ anys i 9 mesos.}$$

Estalvi emissions CO₂

$$12.341,76 \times 0,495 = 6.109,17 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

9.7.2 Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 400w.

Potència (w)	400
Flux mitjà a 25°C (lm)	32.500
Consum focus + balast (w)	415
Eficiència llumínica (lm/w)	82
Temperatura color (°k)	4.800
Unitats	86
Ubicació	T1 i T2
Tipus de casquet i rosca	E40
Temps mitjà de funcionament anual (h)	1.536
Consum anual teòric (kw/any)	56.196
Cost anual teòric (€/any)	7.431,54

Taula 88: Característiques del llum d'halogenur metàl·lic de 400w.

Estalvi energètic

Consum anual actual 67.706,88 kwh/any

Consum anual previst 56.196 kwh/any

Estalvi energètic 11.510,78 kwh/any

Estalvi econòmic

Estalvi energètic 11.510,78 kwh/any

Cost unitari el kwh 0,132243 €/kwh

Estalvi econòmic 1.522,22 €/any

Inversió

Cost/Llum 220€/u

Número de punts de llum 86u

Total 18.920€

Amortització

$18.920 \div 1.522,22 = 12,429$ anys = 12 anys i 5 mesos.

Estalvi emissions CO₂

$11.510,78 \times 0,495 = 5.698$ kg CO₂/any

9.7.3 Substitució dels llums per tubs fluorescents 58w.

Potència (w)	58
Flux mitjà a 25°C (lm)	10.400
Eficiència llumínica (lm/w)	93
Temperatura color (°k)	6.500
Unitats	200

Ubicació	T1 i T2
Tipus de casquet i rosca	G-13
Temps mitjà de funcionament anual (h)	1.536
Consum anual teòric (kw/any)	24.766
Cost anual teòric (€/any)	3.275,19

Taula 89: Característiques del tub fluorescent.

Estalvi energètic

Consum anual actual 67.706,88 kwh/any

Consum anual previst 24.766 kwh/any

Estalvi energètic 42.940,42 kwh/any

Estalvi econòmic

Estalvi energètic 42.940,42 kwh/any

Cost unitari el kwh 0,132243 €/kwh

Estalvi econòmic 5.678,57 €/any

Inversió

Cost/Llum 110€/u

Número de punts de llum 278u

Total 30.580€

Amortització

$$30.580 \div 5.678,57 = 5,38 \text{ anys} = 5 \text{ anys i 4 mesos.}$$

Els aspectes d'inversió de l'equip addicional requerit com reactància, transformador, etc. cal consultar-lo amb els distribuïdors, donada la gran quantitat d'oferta existent del mercat.

Estalvi emissions CO₂

$$42.940,42 \times 0,495 = 21.256 \text{ kg CO}_2/\text{any}$$

9.7.4 Altres recomanacions

- Mantenir unes condicions de neteja periòdiques dels vidres de les finestres del taller 1, per tal d'aprofitar el màxim la llum natural.
- Netejar periòdicament els punts de llum, ja que l'acumulació de molta pols pot arribar a disminuir la vida útil del llum en un 20%.
- Fer un canvi dels llums abans que es fonguin, ja que durant la seva vida útil el flux lluminós tendeix a decreixer i pel contrari el consum d'energia tendeix a augmentar.
- Disposar que els llums romanguin desconnectats quan els locals no estiguin ocupats.

10 TAULA RESUM

	Inversió inicial (€)	Estalvi energètic (kwh/any)	Estalvi econòmic (€/any)	Amortització (anys)	Estalvi emissions CO ₂ (kgCO ₂ /any)
Aïllament façanes	211.890	75.892	10.036	52,31	44.852
Aïllament cobertes	367.640	98.943	13.085	117,73	57.803
Aïllament façanes i cobertes	579.530	181.273	23.973	48,20	82.742
Canvi de combustible per gas natural	38.000	-	14.673,22	2,59	-
Canvi de combustible per pèl·let	-	-	18.490,18	-	-
Canvi de caldera per una de condensació	99.000	-	14.673,22	6,74	71.133
Canvi de caldera per una de baixa temperatura	58.800	-	14.673,22	4,00	64.798
Canvi d'unitats terminals per uniterms d'alta eficiència	59.625	147.708,50	19.533,40	3,00	56.745
Canvi d'unitats terminals per panells radiants	43.805	198.366,50	26.232,58	1,70	98.191
Revisió de la potència contractada	-	240	556	-	119
Canvi de companyia elèctrica	-	-	1.300	-	-
Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 250w	24.300	12.341,76	1.632,11	14,88	6.109
Canvi dels llums per halogenurs metàl·lics 4000w	18.920	11.510,78	1.522,22	12,43	5.698
Canvi dels llums per fluorescents 58w	30.580	42.940,42	5.678,57	5,38	21.256

11 CONCLUSIONS

La implantació de totes les mesures proposades, requereix una inversió total de 1.532.090€ i s'amortitza totalment en 11 anys. No obstant això, l'impacte econòmic i ambiental d'aquestes mesures només pot ser positiu. En efecte, es poden estalviar 769.216 kwh d'electricitat a l'any i evitar anualment l'emissió de 406.791 kg de CO₂ a l'atmosfera. Cal aclarir que aquestes xifres són només orientatives, ja que hi ha diverses millores que afecten directament al resultat i demanda energètica d'altres propostes. Per tant, és impossible obtenir l'estalvi definitiu per cada una de les propostes per separat. Es recorda, que totes les propostes s'han calculat partint com a referència del sistema actual existent dels dos tallers.

Per tal d'obtenir resultats més concrets, l'empresa hauria de decidir i jutjar quines propostes creu que són les més importants i les que voldria implantar a cada taller. A partir d'aquest punt és quan es pot fer un nou càlcul de les propostes de millora d'estalvi energètic, d'estalvi econòmic, calcular l'amortització i l'estalvi d'emissions de CO₂. D'altra banda l'elecció d'una o altra millora sobrepassa l'objectiu d'aquest projecte, ja que el propi objectiu és el de realitzar diferents propostes de millora, no elegir-les.

Aquesta auditoria es pot estructurar en tres grans fases: recopilació de dades, estudi i diagnòstic. En la primera fase s'ha recopilat tota la informació tècnica necessària, les factures d'electricitat i de propà, les característiques de les instal·lacions i també s'ha realitzat diferents mesures amb diferents aparells. En alguns casos les dades no han estat gaire al meu abast, ja sigui per manca de recursos o manca d'informació per part de la pròpia empresa, per tant ha sigut impossible estudiar algunes propostes.

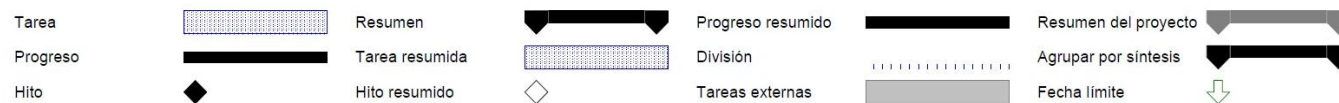
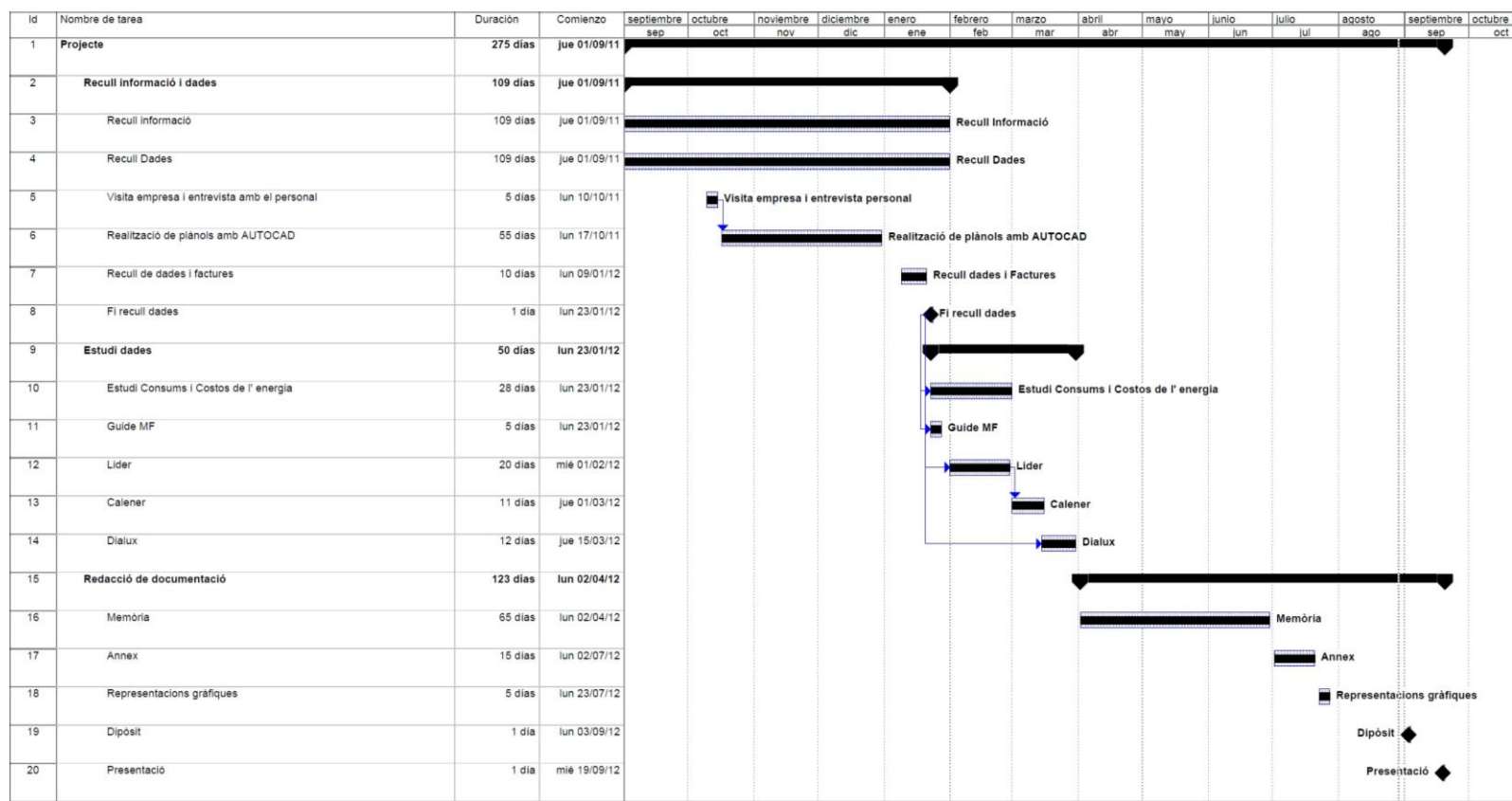
En la fase d'estudi és on s'han realitzat els plànols, s'ha estudiat i analitzat totes les dades recollides com: els lúmens, les termografies, els consums d'electricitat, els consums dels llums, els consums de combustible, els consums dels equips i els de les unitats terminals.

Finalment en la fase de diagnòstic, s'ha calculat amb l'eina Lider la demanda tèrmica actual i la demanda de cada millora proposada. Amb el Calener s'ha calculat la qualificació energètica actual i la qualificació amb les millores proposades. El qual aquest fet, ha permès comparar les propostes des del punt de vista energètic i ambiental. Aquest procediment s'ha realitzat pels dos tallers. Per últim, s'ha fet un estudi de mercat lliure de companyies elèctriques i a més amb l'ajuda del Dialux s'ha estudiat les propostes de millora dels punts de llum.

Aquest projecte ha estat un procés lent i laboriós, el qual m'ha servit personalment per ampliar molt els meus coneixements sobre diversos aspectes del consum i l'estalvi energètic, de la seva gestió i de la seva optimització. També m'ha servit per conèixer diferents programes informàtics que anteriorment desconeixia.

A partir d'aquest projecte i extrapolant-ne els resultants a nivell general, cal entendre la sostenibilitat com una forma de gestió econòmicament viable, socialment responsable i ambientalment respectuosa.

12 DIAGRAMA DE GANTT



13 PRESSUPOST

En aquest apartat es pretén calcular el que hauria costat l'auditoria d'aquest projecte.

	Unitat hores	Preu €/hora	Subtotal (€)
Direcció i coordinació	16	80	1.280
Estudi de dades	120	35	4.200
Estudi de millores	80	35	2.800
Redacció documents	45	25	1.125
Material impressió i enquadernat (€)			240
Desplaçaments a l'empresa (€)			30
TOTAL (€)			9.675

Taula 90: Detall del càlcul de la realització de l'auditoria d'aquest projecte.

Les hores de treball que es tenen en compte en aquest pressupost no són el reflex del temps real invertit en realitzar aquest projecte, que és molt més elevat del que reflexa la taula 90, sinó que el temps indicat és orientatiu.

14 BIBLIOGRAFIA

Ahorro y eficiencia energética en climatización de naves industriales. Ente regional de la energía (EREN). Castilla y León 2010.

Colomer Rodríguez, R. Estudio y diseño del sistema de iluminación de un centro de uso general. Proyecto Fi de Carrera. Ingeniería Industrial. Universidad Carlos III de Madrid. Octubre 2011.

Energía de la biomasa. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE). Madrid 2007.

Estudi tecnològic dels aïllaments tèrmics a Catalunya en l'àmbit de l'edificació. Institut català d'energia (ICAEN). Barcelona, 2005.

Instal·lació de calderes de biomassa en edificis. Institut català d'energia (ICAEN). Barcelona 2011.

Institut Cartogràfic de Catalunya (www.icc.cat, 10 d'octubre 2011).

Gómez Vega, José Manuel. Optimización de la potencia contratada para tarifas eléctricas.(www.ingemek.es, 17 de noviembre de 2011).

Guía de ahorro energético Instalaciones Industriales. Centro de ahorro y eficiencia energética de Madrid (CAEEM). Madrid. 2006.

Guía de la termografía infrarroja, aplicaciones en ahorro y eficiencia energética. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE).

Guia de metodologia per a realitzar auditories energètiques. Institut català d'energia (ICAEN). Barcelona 2011.

Lámparas de vapor de sodio frente a lámparas MicroLed, comparativa económica. Tecnología e innovación energética (TEINER). Zamora, 2009.

Manual DB-HE. Ministerio de fomento, Gobierno de España. (<http://www.codigotecnico.org/>, 28 de febrer de 2012).

Sistema de calefacción y sus fuentes energéticas. Ente regional de la energía (EREN). Castilla y León 2008.

15 ÍNDEX DE FIGURES

Figura 1:	Distribució del consum energètic.....	12
Figura 2:	Distribució del consum elèctric per tallers.....	13
Figura 3:	Comparativa del consum del taller 1.....	14
Figura 4:	Comparativa del consum del taller 2.....	14
Figura 5:	Detall per períodes del consum 2010 del taller 1.	15
Figura 6:	Detall per períodes del consum 2011 del taller 1.	16
Figura 7:	Detall per períodes del consum 2010 del taller 2.	18
Figura 8:	Detall per períodes del consum 2011 del taller 2.	19
Figura 9:	Comparació entre la potència contracta i la consumida dels dos tallers.	19
Figura 10:	Consum d'energia reactiva dels dos tallers.....	20
Figura 11:	Distribució del gas propà per tancs.....	21
Figura 12:	Càrregues de gas propà.....	21
Figura 13:	Distribució del cost energètic.....	22
Figura 14:	Detall per períodes del cost 2010 del taller 1	23
Figura 15:	Detall per períodes del cost 2011 del taller 1.	24
Figura 16:	Detall per períodes del cost 2010 del taller 2.	25
Figura 17:	Detall per períodes del cost 2011 del taller 2.	26
Figura 18:	Històric per períodes del preu kw/h per del Taller 1.	27
Figura 19:	Històric per períodes del preu kw/h del Taller 2.....	27
Figura 20:	Desglossament dels costos de l'energia de 2010 del taller 1.....	29
Figura 21:	Desglossament dels costos de l'energia de 2011 del taller 1.....	31
Figura 22:	Desglossament dels costos de l'energia de 2010 del taller 2.....	33
Figura 23:	Desglossament dels costos de l'energia de 2011 del taller 2.....	35
Figura 24:	Desglossament del costos del propà.....	36

Figura 25:	Distribució del cost de gas propà per tancs.	37
Figura 26:	Evolució històrica del preu al kg del gas propà.	37
Figura 27:	Termografia de la façana del taller 1.....	41
Figura 28:	Termografia de la coberta del taller 1.....	42
Figura 29:	Termografia de les finestres del taller 1.....	43
Figura 30:	Termografia del punt unió entre coberta i façana del taller 2.....	43
Figura 31:	Escala de qualificació d'eficiència energètica i etiqueta energètica (IDAE, 2009)	47
Figura 32:	Comparació entre la direcció d'impuls d'un uniterm convencional i un d'alta eficiència. Figura cedida del catàleg tècnic de Jaga.	74
Figura 33:	Temperatures de color (°K)	104
Figura 34:	Exemple de corbes fotomètriques.	105
Figura 35:	Exemple de corba isolux.	106
Figura 36:	Representació del consum teòric dels focus del taller 1 respecte el consum global elèctric.	111
Figura 37:	Representació del consum teòric dels focus del taller 2 respecte el consum global elèctric.	112
Figura 38:	Corba isolux de l'estat actual del taller 1.	116
Figura 39:	Corba isolux de la proposta HIE 250w del taller 1.....	116
Figura 40:	Corba isolux de la proposta HIE 400w del taller 1.....	117
Figura 41:	Corba isolux de la proposta TCL del taller 1.	117
Figura 42:	Corba isolux de l'estat actual de la sala injectat.	118
Figura 43:	Corba isolux de la proposta HIE 250w de la sala injectat.....	119
Figura 44:	Corba isolux de la proposta HIE 400w de la sala injectat.....	119
Figura 45:	Corba isolux de la proposta TCL de la sala injectat.	120
Figura 46:	Corba isolux de l'estat actual de la sala de planxes.	121
Figura 47:	Corba isolux de la proposta HIE 250w de la sala de planxes.....	121

Figura 48:	Corba isolux de la proposta HIE 400w de la sala de planxes.....	122
Figura 49:	Corba isolux de la proposta TCL de la sala de planxes.	122

16 ÍNDEX DE TAULES

Taula 1:	Dades d'identificació de l'empresa	9
Taula 2:	Consum energètic total de l'empresa.	12
Taula 3:	Consum energètic mig anual de l'empresa.	12
Taula 4:	Consums d'energia elèctrica anual per tallers.	13
Taula 5:	Detall per períodes del consum 2010 del taller 1.	15
Taula 6:	Detall per períodes del consum 2011 del taller 1.	16
Taula 7:	Detall per períodes del consum 2010 del taller 2.	17
Taula 8:	Detall per períodes del consum 2011 del taller 2.	18
Taula 9:	Subministra anual per tancs.	20
Taula 10:	Càrregues de gas propà.	21
Taula 11:	Cost energètic total de l'empresa	22
Taula 12:	Cost energètic mig anual de l'empresa.	22
Taula 13:	Detall per períodes del cost 2010 del taller 1	23
Taula 14:	Detall per períodes del cost 2011 del taller 1.	24
Taula 15:	Detall per períodes del cost 2010 del taller 2.	25
Taula 16:	Detall per períodes del cost 2011 del taller 2.	26
Taula 17:	Detall dels consums i costos de l'energia de 2010 del taller 1.....	28
Taula 18:	Detall dels consums i costos de l'energia de 2011 del taller 1.....	30
Taula 19:	Detall dels consums i costos de l'energia de 2010 del taller 2.....	32
Taula 20:	Detall dels consums i costos de l'energia de 2011 del taller 2.....	34
Taula 21:	Subministraments i costos del gas propà.....	36
Taula 22:	Cost del gas propà pe tancs.....	37
Taula 23:	Tant per cent de la demanda de referència	46
Taula 24:	Resultats qualificació energètica de les propostes d'aïllament.	48

Taula 25:	Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament de façanes per tallers.	49
Taula 26:	Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament de façanes per tallers.....	49
Taula 27:	Inversió inicial de l'aïllament de façanes per tallers.	49
Taula 28:	Estalvi de les emissions de CO ₂ de l'aïllament de façanes per tallers.	50
Taula 29:	Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament de cobertes per tallers.....	50
Taula 30:	Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament de cobertes per tallers.	50
Taula 31:	Inversió inicial de l'aïllament de cobertes per tallers.....	50
Taula 32:	Estalvi de les emissions de CO ₂ de l'aïllament de cobertes per tallers.	51
Taula 33:	Càlcul de l'estalvi energètic de l'aïllament total per tallers	51
Taula 34:	Càlcul de l'estalvi econòmic de l'aïllament total per tallers.....	51
Taula 35:	Inversió inicial de l'aïllament de cobertes per tallers.....	52
Taula 36:	Estalvi de les emissions de CO ₂ de l'aïllament de cobertes per tallers.	52
Taula 37:	Comparatiu d'emissions de CO ₂ per diferents combustibles.....	56
Taula 38:	Càlcul energètic econòmic entre el GLP i el gas natural.	57
Taula 39:	Càlcul energètic econòmic entre el GLP i els pèl·lets.	58
Taula 40:	Transport de bio combustibles (taula cedida per ICAEN).	59
Taula 41:	Resum de les característiques per tipus de calderes.	63
Taula 42:	Característiques del equips instal·lats per tallers.....	65
Taula 43:	Resultats qualificació energètica de les propostes de calderes.....	67
Taula 44:	Característiques tècniques de la caldera de condensació del taller 1	67
Taula 45:	Característiques tècniques de la caldera de condensació del taller 2.	68
Taula 46:	Característiques tècniques de la caldera de baixa temperatura dels tallers.	69
Taula 47:	Característiques tècniques de la caldera del taller 1.	70
Taula 48:	Característiques dels uniterms instal·lats.	77
Taula 49:	Característiques de l'uniterm d'alta eficiència.....	77
Taula 50:	Característiques dels panells radiants.....	79

Taula 51:	Desglossament del cost dels panells radiants.	80
Taula 52:	Horaris estacionals i per períodes.	84
Taula 53:	Preus tarifa 3.0A	85
Taula 54:	Lectures de la potència consumida del taller 2.....	86
Taula 55:	Múltiples propostes de possibles potències	86
Taula 56:	Propostes de possibles potències.	87
Taula 57:	Comparació de potències i estalvi.....	88
Taula 58:	Lectures de la potència consumida del taller 1.....	89
Taula 59:	Propostes de possibles potències.	89
Taula 60:	Cost de l'energia reactiva	90
Taula 61:	Promig dels consums.....	91
Taula 62:	Tarifa estàndard 3.0A de la companyia 1.....	92
Taula 63:	Detall dels preus de la companyia 1 un cop se li ha aplicat les ofertes corresponents.....	92
Taula 64:	Resultats cost i estalvi de l'oferta 1 del taller 1.....	93
Taula 65:	Resultats cost i estalvi de l'oferta 1 del taller 2	93
Taula 66:	Estalvi total en un any	93
Taula 67:	Resultats cost i estalvi de la oferta 2 del taller 1.....	94
Taula 68:	Resultats cost i estalvi de la oferta 2 del taller 2.....	95
Taula 69:	Tarifa i oferta de la companyia 2.....	96
Taula 70:	Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 2 del taller 1.	97
Taula 71:	Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 2 del taller 2.	97
Taula 72:	Tarifa de la companyia 3.....	98
Taula 73:	Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 3 del taller 1.	98
Taula 74:	Cost i estalvi de l'oferta de la companyia 3 del taller 2.	99
Taula 75:	Estalvi total anual de la companyia 3.	99

Taula 76:	Tarifa i ofertes de la companyia 4	100
Taula 77:	Costos i estalvis de les ofertes de la companyia 4 del taller 1.	101
Taula 78:	Costos i estalvis de les ofertes de la companyia 4 del taller 2.	102
Taula 79:	Representació dels colors segons IRC	104
Taula 80:	Resum dels paràmetres qualitatius i quantitatius.....	109
Taula 81:	Característiques del llum de mercuri a alta pressió.	110
Taula 82:	Característiques del llum de sodi a alta pressió	111
Taula 83:	Resultats en lux del taller 1.	113
Taula 84:	Resultats en lux del taller 2.	113
Taula 85:	Resum dels resultats del taller 1.	123
Taula 86:	Resum dels resultats del taller 2.	123
Taula 87:	Característiques del llum d'halogenur metàl·lic de 250w.....	124
Taula 88:	Característiques del llum d'halogenur metàl·lic de 400w.....	125
Taula 89:	Característiques del tub fluorescent.	127
Taula 90:	Detall del càlcul de la realització de l'auditoria d'aquest projecte.	133

17 ÍNDEX ANNEX

A. APARELLS UTILITZATS.....	3
A.1 Càmera termogràfica	3
A.2 Luxòmetre	5
B. CATÀLEGS TÈCNICS	7
C. RESULTATS CALENER.....	45
C.1. Taller 1	46
C.1.1. Resultats estat actual	49
C.1.2. Resultats aïllat façanes	50
C.1.3. Resultats aïllat cobertes	51
C.1.4. Resultats aïllats façanes i cobertes	52
C.1.5. Resultats caldera de condensació	53
C.1.6. Resultats caldera de baixa temperatura	56
C.1.7. Resultats caldera de biomassa	59
C.2. Taller 2	62
C.2.1. Resultats estat actual	64
C.2.2. Resultats aïllat façanes	65
C.2.3. Resultats aïllat coberta	66
C.2.4. Resultats aïllat façanes i cobertes	67
C.2.5. Resultats caldera de condensació	68
C.2.6. Resultats caldera de baixa temperatura	71
C.2.7. Resultats caldera de biomassa	74
D. RESULTATS DIALUX	77
D.1. Taller 1	77
D.2. Taller 2	81
D.2.1. Resultats Sala injectat	81
D.2.2. Resultats Sala de planxes	85
E. RESULTATS LIDER	89
E.1. Representacions gràfiques dels tallers	89
E.2. Taller 1	93
E.2.1. Resultats estat actual	93
E.2.2. Resultat aïllat façanes	100

E.2.3.	Resultat aïllat cobertes.....	107
E.2.4.	Resultat aïllat façanes i cobertes.....	114
E.3.	Taller 2	121
E.3.1.	Resultats estat actual	121
E.3.2.	Resultats aïllat façanes	126
E.3.3.	Resultats aïllat cobertes	132
E.3.4.	Resultats aïllat façanes i cobertes	138
F.	ÍNDIX FIGURES.....	144

18 AGRAÏMENTS

Aquest projecte s'ha realitzat amb la col·laboració de Marta Gou, David (Instal·lador de calderes, LOTEI), José Alberto Méndez, Marc Boada (personal tècnic de Tané Hermètic), Imma Teixidor (Gestora Comercial de Bassols), Jordi Lazaro (Comercial tècnic de BaxiRoca), Francisco Rubio (Responsable grandes cuentas de energias renovables Fagor), Lluís Soy (Comercial RonaTherm), Montserrat Planella (tècnica en arquitectura, VOLUMS) i Joan Ruiz Casals (comercial AHC productos).

També s'ha comptat amb la col·laboració i suport de Lúdia Castán, Joan Guinó, Imma Muntada, la meua família i sobretot agrair la insistència i paciència que ha tingut tot aquest temps la meua parella, Oliver Pedroche.

Helena Coll Vila

Castellfollit de la Roca, 3 de Setembre 2012