



Escola Universitària
Politècnica de Mataró

Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Electr nica Industrial

**ESTUDI DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA CASA
DE COLÒNIES**

**LLUÍS MASIMON i CLAVERA
JOAN TRIAD  i AYMERICH**

TARDOR 2009

Sumari

- 1 Objecte del projecte.
- 2 Justificació del projecte.
- 3 Especificacions del projecte.
- 4 Abast del projecte.
- 5 Antecedents del projecte.
- 6 Auditoria de la situació actual.
 - 6.1- Estudi de la instal·lació actual.
 - 6.2- Estudi del rendiment actual de la instal·lació.
 - 6.3- Dades de consum.
- 7 Propostes d'eficiència energètica.
 - 7.1- Propostes de gestió: rendiment teòric de les propostes i estudis d'amortització.
- 8 Proposta d'instal·lació de plaques solars i amortització.
- 9 Conclusions finals.
- 10 Bibliografia.

1. Objecte del projecte

L'objecte del projecte és la millora de l'eficiència energètica per a la producció d'aigua calenta sanitària, calefacció, i climatització de l'aigua d'una piscina coberta, en una casa de colònies, prioritant l'ús d'energia solar i optimitzant la gestió energètica.

El projecte estudiarà l'eficiència energètica, i les possibilitats d'aplicació d'energia solar per a la producció d'aigua calenta sanitària (ACS), de calefacció, i la climatització de l'aigua d'una piscina coberta, en una casa de colònies. La instal·lació a estudiar es diu "LA CLOSA" i està ubicada a Castellà de N'Hug (el Berguedà, al Pre-Pirineu). És una casa amb una capacitat de 100 hostes, construïda en tres plantes i varis espais diversos: sala de ball, sala de jocs, serveis sanitaris, sala polivalent, dormitoris, menjadors, cuina, etc.,

Fotografia del complex de "LA CLOSA"



Objecte del projecte

2. Justificació del projecte

El projecte es justifica principalment per tres punts:

- 1.- Millora en l'eficiència energètica de la instal·lació actual, i voluntat de canvi de la principal font de calor (aprofitament d'energia solar).
- 2.- Instal·lació d'una piscina climatitzada coberta aprofitant el canvi d'estratègia energètica. La instal·lació de la piscina representarà comercialment una millora en l'oferta que actualment està oferint la casa de colònies en qüestió.
- 3.- És també una estratègia de marketing, en tant en quan es millora la imatge de l'empresa a causa de la disminució en l'impacte ambiental.

Quan es parla de canvi d'estratègia energètica, no només es fa referència a la prioritització de l'energia solar envers d'una de fòssil, sinó també, i sobretot, en una gestió energètica eficient. Aquest punt és més important que el primer, donat que és el que menys inversió requereix i més estalvi genera. A part, també és un canvi de mentalitat en la gestió de l'energia.

3. Especificacions del projecte

- El projecte desenvoluparà propostes a tenir en compte per a una gestió energètica eficient.
- Explicarà l'avaluació de la conveniència o no de l'ús de panells solars per a les finalitats explicades en els objectius.
- Calcularà els panells necessaris pel manteniment de la temperatura de l'aigua de la piscina climatitzada.

4. Abast del projecte

El projecte té un plantejament a nivell teòric i també a nivell pràctic; donat que fa un seguit de propostes d'instal·lacions per a complir amb els objectius. També presenta els pressupostos dels materials i del muntatge de les instal·lacions proposades.

No obstant, no és un projecte d'execució.

5. Antecedents del projecte

Actualment la casa de colònies consta d'una instal·lació d'aigua calenta sanitària i de calefacció, alimentats amb calderes de gas-oil. La casa disposa de dues calderes. La primera (marca SAVIO) treballa per mantenir la temperatura de la superfície més gran i més utilitzada; menjadors i les habitacions de les dues plantes. També suporta tot el sistema d'ACS de la casa. Per tant, és aquesta caldera la que interessa estudiar i concretar-ne l'estudi, donat que l'altra només alimenta les sales de lleure que hi ha a la construcció annexa.

La modificació que es proposa al propietari neix de l'experiència que l'empresa que col·labora amb l'estudiant té en l'àmbit proposat, i de la idea per part de l'estudiant de millorar l'entorn i la imatge de la casa de natura en qüestió.

6.- Auditoria de la situació actual

6.1 DESCRIPCIÓ DE LES INSTAL·LACIONS ACTUALS

A continuació es descriu els elements que componen actualment la instal·lació. L'estudi sobre el terreny es fa en una visita els dies 25 i 26 d'Abril del 2009.

Es disposa de dues calderes i les seves bombes corresponents. Es detalla a continuació.

CALDERA 1

Està ubicada al costat del menjador principal. Alimenta l'ACS (Aigua Calenta Sanitària) i la calefacció dels menjadors (planta baixa) i també de les habitacions de les dues plantes superiors. És la caldera de més utilització. Disposa de tres bombes i tres claus de control. Per tant, són tres circuits independents.

Dues d'aquestes claus divideixen el circuit de la calefacció en dos parts totalment simètriques i transversals: l'ala nord i l'ala sud de la casa. Una distribució no gaire lògica, donat que fóra més comú que la partició s'hagués fet per plantes.

Les taules que segueixen detallen les característiques tècniques de la caldera i de les bombes:

CALDERA 1	
marca:	SAVIO
model:	HPE 80
Cremador:	ROCA CRONO 10L
Injector- xiclé:	3,85 Kg/h (1Galó)
Despesa:	4 a 10 Kg/h
Potència:	47 a 119 Kw/h
Rendiment:	80%

BOMBES DE LA CALDERA 1		
ACS	marca i model:	ROCA PC-1065
	marxes opcionals:	MARXA 1: 130 W
		MARXA 2: 196 W
		MARXA 3: 240 W
Menjador NOU	marca i model:	ROCA PC-1025
	marxes opcionals:	MARXA 1: 40 W
		MARXA 2: 60 W
		MARXA 3: 88 W
Calefacció	marca i model:	ROCA PC-1045
	marxes opcionals:	MARXA 1: 100 W
		MARXA 2: 155 W
		MARXA 3: 215 W

CALDERA 2

Està ubicada a un edifici annex, sota l'escala de l'entrada de servei d'aquest edifici, i alimenta les sales d'esbarjo. És la caldera de menys utilització, el seu consum és molt petit i tant la caldera com el circuit són més nous i el seu funcionament és energèticament bastant eficient.

Les taules que segueixen detallen les característiques tècniques de la caldera i de la bomba:

CALDERA 2	
marca:	ROCA
model:	LIDIA GT EM
Potència Nominal:	51 Kw/h
Consum elèctric:	170 W
Injector- xiclé:	3,85 Kg/h
Despesa:	4,5 a 10 Kg/h
Potència:	57 a 120 Kw/h
Rendiment:	80%

BOMBA DE LA CALDERA 2	
marca i model:	ROCA PC-1065
marxes opcionals:	MARXA 1: 50 W
	MARXA 2: 72 W
	MARXA 3: 95 W

La distribució de la calefacció es detalla en les següents taules:

CALDERA 1

Les habitacions i espais que alimenta la CALDERA 1 són els següents:

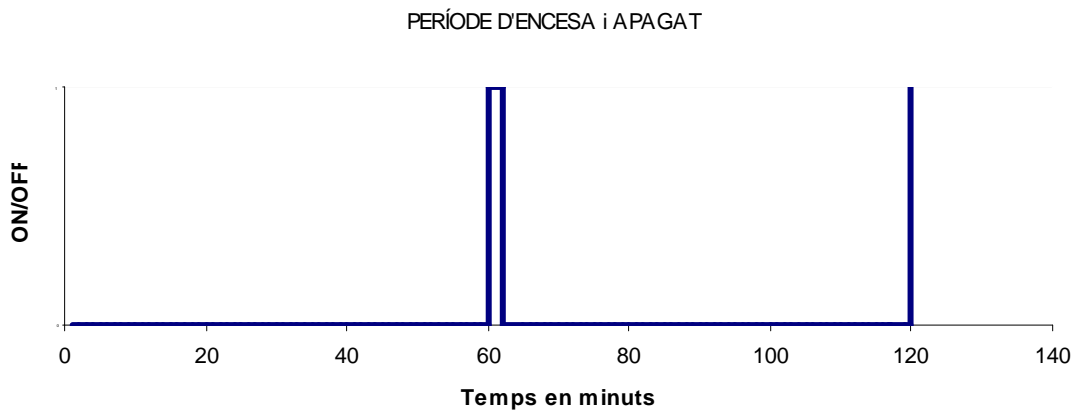
CALDERA	ESPAIS (sales)	RADIADOR i NOMBRE D'ELEMENTS	FONS RADIADOR (cm)	Ø TUBS radiador (polsades)	Superfície (m ²)	VOLUM (m ³)	ALTRES	
SAVIO	RESTAURANT 74m ² X 3m alçada	50 30 30	12 " "	18 " "	74,0	222,0	clau de la caldera independent	
	MENJADOR	15 15 22 22	12 " " "	18 " " "	90,7	272,0		
	PRIMERA PLANTA							
	OSSA MENOR	15	12	18	13,8	37,1		
	CIGNE	15	12	18	8,5	22,8		
	ORIÓ	15	12	18	14,5	39,0		
	ESCORPÍ	23	12	18	16,7	45,0		
	LLEÓ	15	12	18 22 ramal general	20,3	54,8		
	SEGONA PLANTA							
	PERSEU	15	12	15	16,6	44,7		
	BESSONS	15	12	18	12,4	33,5		
	CORONA BOREAL	15	12	18	12,1	32,7		
	OSSA MAJOR	15	12	18	20,3	54,8	Final circuit	
	CASSIOPEA	15	12	18 22 ramal general	20,0	54,0		
	SALA SOFÀS	18 21	8 "	14 "	28,4	76,5		
	TOTAL					348,0	988,9	

Els elements són "Panes de ACERO ROCA" i n'hi ha de dos tipus:

- a.- 342 elements del model ROCA 60-3 (12cm fons de radiador)
- b.- 39 elements del model ROCA 60-2 (8cm fons de radiador)

PERÍODE D'ENCESA i APAGAT DE LA CALDERA 1

Es comprova *in situ* el període d'encesa i apagada de la CALDERA 1 pel manteniment de la temperatura interna de treball de la pròpia caldera (règim no consumit pel circuit).



Cada 60 minuts hi ha una encesa de la caldera que dura 2,5 minuts. És a dir: 2,5min/h. Aquest període es repeteix al llarg de tot l'any, donat que la caldera alimenta també l'ACS i roman encesa per aquest motiu els 365 dies de l'any. Aquesta despesa es pot considerar una servitud tècnica, no una demanda de l'usuari. Caldrà doncs, abordar aquest consum i estudiar-ne una solució. És molt provable que aquest període variï en funció de la temperatura ambient, però donat que la visita es fa a l'Abril i és un mes que es pot considerar de temperatura mitja, i també que l'espai on es troba la caldera té una temperatura elevada durant tot l'any a causa de les pèrdues de la pròpia caldera, el valor observat del període es considera un valor mig.

Cal estudiar aquest període i valorar-ne la despesa econòmica que representa.

CALDERA 2

Les habitacions i espais que alimenta la CALDERA 2 són els següents:

CALEFACCIÓ CALDERA 2								
CALDERA	ESPAIS (sales)	RADIADOR i NOMBRE D'ELEMENTS	FONS RADIADOR (cm)	Ø TUBS radiador (polsades)	Superfície (m2)	VOLUM (m ³)	ALTRES	
ROCA	DRAC (infermeria)	16	8	14	32,9	88,8	vàlvula termostàtica als radiadors	
	L'ÀLIGA	16	8	14			vàlvula termostàtica als radiadors	
	Hi ha termostat	21	"	"	32,9	88,8		
	TERRA	16	8				vàlvula termostàtica als radiadors	
	Vinculada al termostat de l'Àliga	18	"		19,1	51,6	vàlvula termostàtica als radiadors	
	SOL	20	12	18				
		40	"	"				
		30	"	"				
		30	"	"				
		40	"	"	115,3	311,2		
	TERCERA PLANTA							
	LLUNA	30	12	18				amb detectors
	alçada mitja 3m	40	"	"				amb detectors
	20	"	"				amb detectors	
	30	"	"				amb detectors	
	40	"	"		115,3	345,8	amb detectors	
TOTAL					315,4	886,2		

Aquesta caldera només alimenta la calefacció de les habitacions d'esbarjo. És una caldera que majoritàriament està apagada.

Tal i com mostra el quadre, el circuit d'aquesta caldera disposa de detectors de temperatura i vàlvules termostàtiques, la qual cosa assegura una gestió més eficient que no pas la que hi ha en el circuit de la CALDERA 1, que no disposa d'aquestes vàlvules termostàtiques.

Els elements són "Panes de ACERO ROCA" i n'hi ha de dos tipus:

- a.- 320 elements del model ROCA 60-3 (12cm de fons de radiador)
- b.- 87 elements del model ROCA 60-2 (8cm de fons de radiador)

ACS

En quant a ACS (aigua calenta sanitària), les instal·lacions són:

AIGUA CALENTA SANITÀRIA (ACS)				
PLANTA	NOMBRE DUTXES	DUTXES MINUSVÁLIDS	ALTRES	SUMA
1 ^a	4	1	-	5
2 ^a	4	1	1	6
TOTAL	8	2	1	11

Des les onze dutxes, vuit es consideren simultànies.

AIXETES D'AIGUA CALENTA	
PLANTA	NOMBRE D'AIXETES
1 ^a	7
2 ^a	7
TOTAL	14

L'aigua s'acumula en dos dipòsits de 300 litres cadascun i a una temperatura de 60°C per la normativa vigent de prevenció de la legionel·losi (Real Decret 865/2003).

6.2 DADES DE CONSUM

Es demana la facturació en gas-oil de l'any 2008. Les dades són les següents:

COMPRES DE GAS-OIL 2008	
07/02/2008	860,69 €
29/02/2008	631,07 €
02/04/2008	1329,01 €
29/04/2008	242,10 €
30/04/2008	550,85 €
06/06/2008	802,40 €
26/09/2008	822,87 €
07/11/2008	194,97 €
04/12/2008	1056,85 €
TOTAL	6490,81 €

El preu mig de gas-oil (2008) és de 0,81 €, per tant fent els càlculs pertinents aplicats al valor de compra anual, dona una quantitat de 8.013 Litres de gas-oil. Dels quals, segons els gestors, només 1000L són per la CALDERA 2. La CALDERA 2 només alimenta la calefacció de les sales d'esbarjo, que habitualment estan tancades.

Per tant la CALDERA 1 gasta 5680 € i la CALDERA 2 gasta 810 €.

També es demana la quantitat de pernòctes que hi ha hagut durant l'any 2008.

PERNOCTES	
GENER	344
FEBRER	324
MARÇ	691
ABRIL	990
MAIG	850
JUNY	967
JULIOL	2345
AGOST	460
SETEMBRE	244
OCTUBRE	888
NOVEMBRE	410
DESEMBRE	163
TOTAL	8676

6.3 ESTUDI DEL RENDIMENT ACTUAL DE LA INSTAL·LACIÓ

En aquest apartat cal treballar amb les dades de l'apartat anterior i calcular la potència calorífica demandada i comparar-la amb les possibilitats de la caldera.

Per fer els càlculs de l'energia calorífica despesa pels elements a cada habitació, cal les següents dades:

Dades de les característiques tècniques del catàleg dels radiadors (emissió calorífica en Kcal/h):

Model ROCA 60-3: 63,6 Kcal/h

Model ROCA 60-2: 45,4 Kcal/h

Cal recordar que 1Kcal/h són 1,163W.

CALEFACCIÓ CALDERA 1

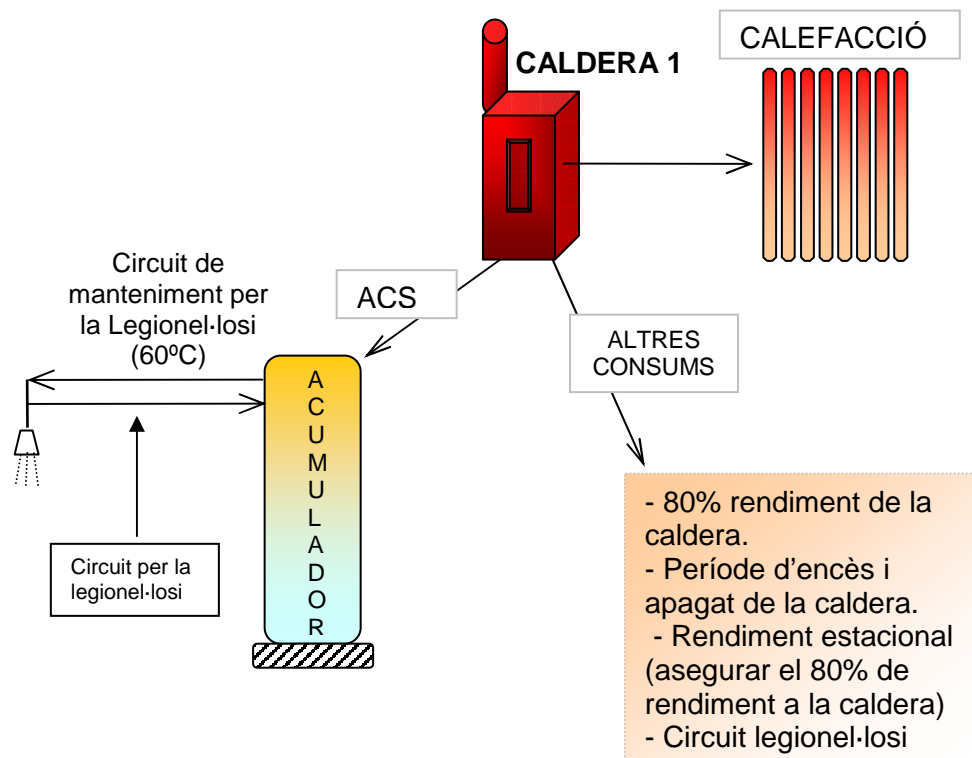
ESPAIS (sales)	NOMBRE D'ELEMENTS per radiador	RADIADOR	Superfície (m ²)	VOLUM (m ³)	Kcal/h	W/m ²
RESTAURANT	50	Roca 60-3				
	30	"				
	30	"				
total elements:	110		74,0	222,0	6996	110
MENJADOR	15	"				
	15	"				
	22	"				
	22	"				
total elements:	74		90,7	272,0	4706	60
OSSA MENOR	15	Roca 60-3	13,8	37,1	954	81
CIGNE	15	"	8,5	22,8	954	131
ORIÓ	15	"	14,5	39,0	954	77
ESCORPÍ	23	"	16,7	45,0	1463	102
LLEÓ	15	"	20,3	54,8	954	55
PERSEU	15	Roca 60-3	16,6	44,7	954	67
BESSONS	15	"	12,4	33,5	954	89
CORONA BOREAL	15	"	12,1	32,7	954	92
OSSA MAJOR	15	"	20,3	54,8	954	55
CASSIOPEA	15	"	20,0	54,0	954	55
SALA SOFÀS	18	Roca 60-2				
	21	"				
total elements:	39		28,4	76,5	1771	73
			257,3	716,9	23522	

CALEFACCIÓ CALDERA 2

ESPAIS (sales)	RADIADOR i NOMBRE D'ELEMENTS	RADIADOR	Superfície (m ²)	VOLUM (m ³)	Kcal/h	W/m ²
DRAC (infermeria)	16	Roca 60-2	32,9	88,8	726	26
L'ÀLIGA	16	"				
	21	"				
total elements:	37		32,9	88,8	1680	59
TERRA	16	"				
	18	"				
total elements:	34		19,1	51,6	1544	94
SOL	20	Roca 60-3				
	40	"				
	30	"				
	30	"				
	40	"				
total elements:	160		115,3	311,2	10176	103
LLUNA	30	Roca 60-3				
	40	"				
	20	"				
	30	"				
	40	"				
total elements:	160		115,3	345,8	10176	103
			315,4	886,2	24302	

Per tant la demanda de calefacció és de 23522Kcal/h a la CALDERA 1 i de 24302Kcal/h a la CALDERA 2.

DIAGRAMA de CONSUM de la CALDERA



La caldera té raó de ser per dos motius evidents: alimentar un circuit general de calefacció i alimentar un circuit d'ACS. Per aquests dos motius consumeix energia, la qual cosa és sabuda, acceptada i inevitable i, en tot cas es pot plantejar, com es fa en aquest projecte, instal·lar una altra font d'energia i que aquesta sigui renovable i intentar prioritzar-la enfront la fòssil. Però el problema és que per aconseguir amb les dues funcions descrites a dalt (ACS i calefacció), apareix un consum no demandat, i que en cap cas millora el benestar del consumidor, i que sol ser una servitud tècnica. Aquest consum representa una despesa d'energia i de diners. Per tant, cal reduir al màxim aquest cost no desitjat.

Aquest consum està representat en el diagrama com "ALTRES CONSUMS".

És a dir, existeixen consums que en cap cas s'aprofiten pel que seria d'esperar. Sol ser energia calorífica que es desprèn allà on no cal i de forma incontrolada.

A continuació es valora econòmicament cadascun d'aquests punts de la CALDERA 1. Tal i com s'ha vist anteriorment, és la caldera de major consum i la menys eficient; tant per ella mateixa com per la instal·lació que alimenta.

6.3.1- MAL DIMENSIONAT DE LA CALDERA

Observant les característiques tècniques de la caldera, es poden fer càlculs força interessants.

CALDERA 1	
marca:	SAVIO
model:	HPE 80
Cremador:	ROCA CRONO 10L
Injector- xiclé:	3,85 Kg/h (1Galó)
Despesa:	4 a 10 Kg/h
Potència:	47 a 119 Kw/h
Rendiment:	80%

Tenint present el rendiment de la caldera (80%); el cabal injectat per hora; i el PCI (poder calorífic inferior) del Gas-oil (10.000 Kcal/Kg); es pot saber la potència calorífica que la caldera és capaç de generar:

$$3,85 \text{ Kg} / \text{h} \cdot 10000 \text{ Kcal} / \text{Kg} = 38.500 \text{ Kcal} / \text{h}$$

$$38.500 \text{ Kcal} / \text{h} \cdot 80\% = 30.800 \text{ Kcal} / \text{h}$$

El primer valor (38.500 Kcal/h) són las calories reals cremades per la caldera. El segon valor són les calories que queden a disposició de la demanda (en una instal·lació eficient al 100%).

Per tant, hi ha 30.800 Kcal/h que la caldera desprèn pel consum de la casa. A la taula de la CALDERA 1 de l'apartat 6.2, s'observa que la demanda total per a la calefacció és de 23.522 Kcal/h. Per tant, hi ha un excedent de 7.278 Kcal/h que es perden en forma de calor de varies formes: sobre escalfant la instal·lació, produint pèrdues tèrmiques innecessàries en el transport per les canonades; per la sortida de fums; a la pròpia sala de la caldera degut a la deficiència d'aïllament de la pròpia caldera; i altres pèrdues per incombustionat degut a parades i arrancades.

Transformat en diners aquesta pèrdua d'energia:

S'està perdent 7.278 Kcal per hora quan la caldera està en marxa.

El consum anual de gas-oil de la CALDERA 1 ha estat de 7.013 litres, que aplicant la densitat del gas-oil (0,845 Kg/l) són 5926 Kg de gas-oil. Si la caldera crema 3,85Kg/h, obtenim:

$$5926 \text{ Kg} : 3,85 \text{ Kg/h} = 1539 \text{ h de funcionament any.}$$

Si es sap que cada hora es perden 7.278 Kcal, aleshores:

$$7.278 \text{ Kcal/h} \cdot 1539 \text{ h} = 11.202.420 \text{ Kcal perdudes a l'any.}$$

El PCI del gas-oil (poder calorífic inferior): 10.000 Kcal/Kg.

$$(11.202.420 \text{ Kcal}) : (10.000 \text{ Kcal/Kg}) = 1120 \text{ Kg a l'any de gas-oil que es perd.}$$

A 0,81 €/L (valor mig de l'any 2009):

$$\frac{1120 \text{ Kg}}{0,845 \text{ Kg/l}} \cdot 0,81 \text{ € / l} = 1074 \text{ €}$$

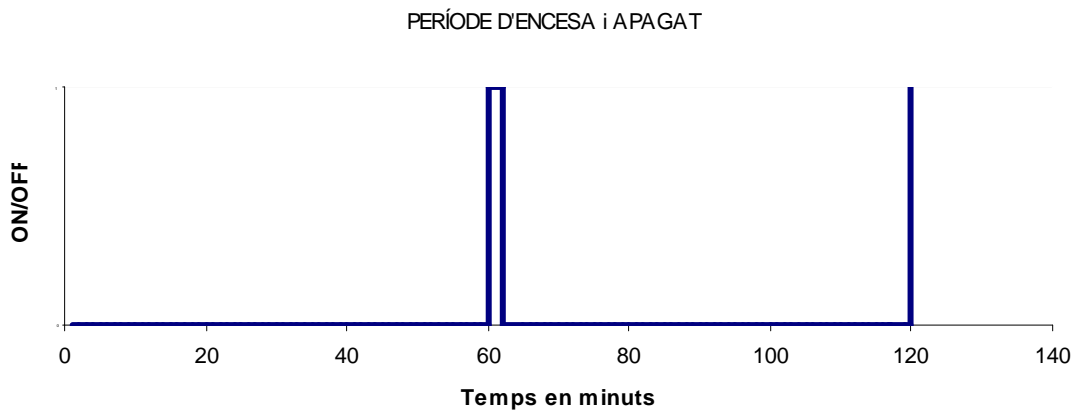
Per tant, es perden 1.074 € a l'any per una caldera mal dimensionada.

Aquest valor sobre una factura total anual de 5.680€ representa un 18,9% de la facturació total.

Cal fer una proposta que redueixi aquest cost al mínim possible. Al cap de vall és una despesa que NO és cap demanda del circuit, no escalfa res que calgui escalfar. És clarament un problema de mala gestió energètica de la instal·lació.

6.3.2 - PERÍODE D'ENCESA i APAGAT DE LA CALDERA 1

El període d'encesa i apagada de la CALDERA 1 pel manteniment de la temperatura interna de treball de la pròpia caldera (règim no consumit pel circuit).



Cada 60 minuts hi ha una encesa de la caldera que dura 2,5 minuts. És a dir: 2,5min/h. La CALDERA 1 roman encesa uns 300 dies a l'any. En hores són 7.200 hores. Si d'aquestes traiem les 1.539 hores de funcionament per demanda del circuit (vist en l'anterior càlcul), queden 5.661 hores que la caldera no té demanda, però que roman encesa. En aquesta situació, la caldera consumeix cada hora 2,5 minuts de combustible pel manteniment de la seva temperatura interna.

Càlculs pertinents d'aquest període per saber-ne la despesa anual:

$$Hores_anuals_consum = 2,5 \text{ min/h} \cdot \frac{1h}{60 \text{ min}} \cdot 5661h / any = 236h / any$$

Tenint present que l'injector de la caldera expulsa 3,85Kg de Gas-oil per hora, el consum serà:

$$Consum_anual = 3,85Kg / h \cdot 236h / any = 908Kg / any$$

Aplicant el preu de compra de Gas-oil i tenint present la seva densitat (0,8450 kg/litre):

$$\text{Gasoil}_{en_Litres} = 908\text{Kg} \cdot \frac{1\text{L}}{0,845\text{Kg}} = 1075\text{L}$$

$$\text{Despesa}_{Anual} = 1075\text{L/any} \cdot 0,81\text{€ / L} = 870\text{€ / any}$$

S'està cremant en va, i amb la càrrega contaminant que això significa, 1.075 litres de combustible fòssil. Econòmicament aquesta despesa puja una quantitat anual de 870€.

Aquest valor sobre una factura total anual de 5.680€ representa un 15,3% de la facturació total.

6.3.3 - MANTENIMENT DEL CIRCUIT PER EVITAR LA LEGIONEL·LA

En el Real Decret 865/2003, del 4 de Juliol de 2003, s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció y control de la legionel·losi. Aquest decret indica la necessitat de mantenir l'aigua d'ACS acumulada a una temperatura no inferior de 60°C, i un augment de la temperatura d'aquesta fins a 70°C durant 2 hores un cop l'any. Per tant aquesta normativa afecta en quant a consum.

Són dos tipologies de consum:

- a.- Un consum de pic un cop l'any.
- b.- Un consum constant a llarg de tot l'any.

Per fer els càlculs d'aquests consums es treballa amb el concepte d'energia tèrmica (flux de calor):

$$E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho$$

on:

- E: Energia tèrmica o calorífica (Kcal)
- Δt : Diferència de temperatura degut a la transferència estudiada.
- Q: el volum d'aigua (litres).
- C_e : el poder calorífic de l'aigua (1Kcal/Kg·°C).
- ρ : densitat de l'aigua (1Kg/Litre)

Aquesta fórmula es fa servir sovint en aquest àmbit, també es troba més endavant.

Consum "a":

Augmentar un cop a l'any l'aigua acumulada (600l) a 70°C durant 2 hores costa:

$$E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho$$

$$E = (70-60)^\circ\text{C} \cdot 600 \text{ l} \cdot 1\text{Kcal/Kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 1\text{Kg/l} = 6000 \text{ Kcal}$$

$$6000\text{Kcal} \cdot \frac{1\text{Kg}}{10.000\text{Kcal}} = 0,6\text{Kg} / \text{any}$$

$$0,6\text{Kg} \cdot \frac{1\text{l}}{0,845\text{Kg}} \cdot 0,81 \cdot \frac{\text{€}}{\text{l}} = 0,6\text{€} / \text{any}$$

Aquest cost és molt petit. No cal tenir-lo en compte.

Consum "b":

Mantenir l'aigua acumulada a 60°C durant tot l'any, té un cost en pèrdues. Encara que els acumuladors estan aïllats tèrmicament, tenen certa pèrdua calorífica. Aquest factor de pèrdua calorífica depèn de cada tipus d'acumulador; sobretot de la seva qualitat en quant a aïllament. Cal doncs conèixer aquesta dada de pèrdua calorífica dels dos acumuladors.

Són de la casa Roca i de 300 litres cadascun. El valor de pèrdua calorífica dels acumuladors és una dada que els fabricants són reticents a facilitar-la. En aquest cas aquest valor no es troba. S'agafa una dada estadística d'altres dos fabricants que sí ho donen en la seva fitxa tècnica.

El valor és de 3KW/dia amb una diferència de 45°C de temperatura de l'aigua respecte l'ambient.

Per tant:

$$3000W \cdot \frac{1kcal}{1.163W} = 2580Kcal$$

$$2580 \frac{Kcal}{dia} \cdot \frac{365dia}{any} = 941.530Kcal / any$$

El PCI del gas-oil (poder calorífic inferior) és 10.000 Kcal/Kg, per tant:

$$941.530Kcal \cdot \frac{1Kg}{10.000Kcal} = 94Kg / any$$

Tenint present el preu del gas-oil (0,81 €) i la seva densitat (0,845 Kg/l):

$$94Kg \cdot \frac{1l}{0.845Kg} \cdot 0,81 \cdot \frac{\text{€}}{l} = 90\text{€} / any$$

Aquest és el cost anual d'un acumulador per mantenir 300l d'aigua a 60°C. Com que són dos, aquest cost es duplica: 180 €.

Però a part dels acumuladors, també hi ha el manteniment a 60°C del circuit que va dels acumuladors a les dutxes. Aquest circuit també s'ha de mantenir a altes temperatures tot l'any. I aquí és on hi ha realment el consum important.

Es tracta d'un circuit tancat on l'aigua surt de l'acumulador a 60°C, i quan torna ho fa a 55°C (valor trobat en la visita a la casa). Per tant hi ha una pèrdua de 5°C (Δt). La bomba que bombeja el circuit és una GRUNDFOS Type PC15 amb un cabal de 300l/h (valor experimental "in situ").

Per tant:

$$E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho = 5^\circ\text{C} \cdot 300\text{l/h} \cdot 1\text{Kcal/Kg}\cdot^\circ\text{C} \cdot 1\text{Kg/Litre} = 1500\text{ Kcal/h}$$

Menys els mesos de Gener i Febrer que la casa està tancada, tots els altres mesos el circuit està en marxa:

$$300\text{ dies} \cdot 24\text{h/dia} \cdot 1500\text{Kcal/h} = 10.800.000\text{ Kcal cada any}$$

El PCI del gas-oil (poder calorífic inferior) és 10.000 Kcal/Kg, per tant:

$$10.800.000\text{Kcal} \cdot \frac{1\text{Kg}}{10.000\text{Kcal}} = 1080\text{Kg} / \text{any}$$

Tenint present el preu del gas-oil (0,81 €) i la seva densitat (0,845 Kg/l):

$$1080\text{Kg} \cdot \frac{1\text{l}}{0.845\text{Kg}} \cdot 0,81 \cdot \frac{\text{€}}{\text{l}} = 1035\text{€} / \text{any}$$

Per tant, es perden 1.035 € a l'any a causa del manteniment del circuit d'ACS per evitar la legionel·losi, més 180 € per mantenir 600l a 60°C. La suma d'aquests valors és 1.215 €. Aquest valor sobre una factura total anual de 5.680 € representa un 21,4% de la facturació total.

ANÀLISI GLOBAL DEL CONSUM

Si es suma la despesa en Euros dels tres punts anteriors (1.074€, 870€ i 1.215€) surt un total de 3.159 €. Consum NO demandat per l'usuari. El tant per cent d'aquest valor sobre cost total de la factura de la CALDERA1 (5.680€) és d'un 55%.

La CALDERA 1 consumeix uns 7.013 litres de gas-oil a l'any que són 5.680€ . Si sobre aquest valor es calcula el 20% de pèrdues per rendiment de la pròpia caldera, s'obté 1.136 €. Aquest valor sumat als 3.159 € de consum NO demandat surt 4.295 €. El tant per cent d'aquest valor sobre cost total de la factura de la CALDERA1 és de 75%.

És a dir, només el 25% de la facturació de la CALDERA1 es consumeix realment pel benestar dels usuaris.

Per optimitzar el consum i rebaixar aquest valor resultant, es fa unes propostes descrites en el capítol posterior. No obstant, el rendiment de la caldera (80%), és intrínsec al funcionament de la mateixa, i serà un punt que no es pot millorar: a no ser que es canviï cap un altre tipus de caldera més eficient, o fins i tot que es plantegi un canvi a un altre combustible fòssil com el gas; aquest sí que obté uns rendiments molt més grans, fins i tot superiors al 100%.

No obstant, donat que també hi ha la voluntat de canviar cap a energia solar, el consum de la caldera queda reduït. Aquest punt es veu en el capítol 7.2. Cal dir però, que la instal·lació de panells solars no elimina la caldera, aquesta queda com a reforç per quan els panells no són suficients per la demanda.

Per l'experiència que hi ha en aquest mercat, quan s'instal·len panells solars, la factura de combustible fòssil sol baixar entre un 30% i un 40%.

7.- Propostes d'eficiència energètica

PRELIMINAR

Els estudis d'amortització que es fan en les diferents propostes d'aquest projecte s'utilitza el VAN (Valor Actual Net).

Una fórmula molt habitual en estudis d'amortització.

$$VAN = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

El VAN permet calcular el valor actual d'un determinat nombre de fluxos de caixa originats per la inversió estudiada. Es va restant a la inversió inicial els fluxos futurs originats per la inversió, però actualitzats al valor del diner dels anys posteriors. És un següent any per any del valor net de la inversió. L'amortització de la inversió es considera acabada l'any que el valor del VAN surt positiu.

La variant utilitzada VAN és:

$$VAN = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{C_t + \% \text{ _augment _ gasoil}}{(1+i)^t}$$

C_0 : El valor inicial de la inversió.

C_t : Són els fluxos de caixa a cada període " t ", però amb un augment anual degut a l'augment del preu del gas-oil (estudiat en el proper punt).

n : El nombre de períodes considerat.

i : El tipus d'interès del diner.

En aquest cas el flux de caixa no és una entrada de diners, sinó l'estalvi en compra de gas-oil. Donat el gran augment anual que aquest té, cal a cada període estudiat augmentar-li en tant per cent d'augment de preu previst. Per tant, el numerador cada any és més gran, però el denominador també es fa cada cop més petit, degut al preu del diner; es suposa que la inversió està prestada per un banc el qual cobra un tant per cent del preu del diner.

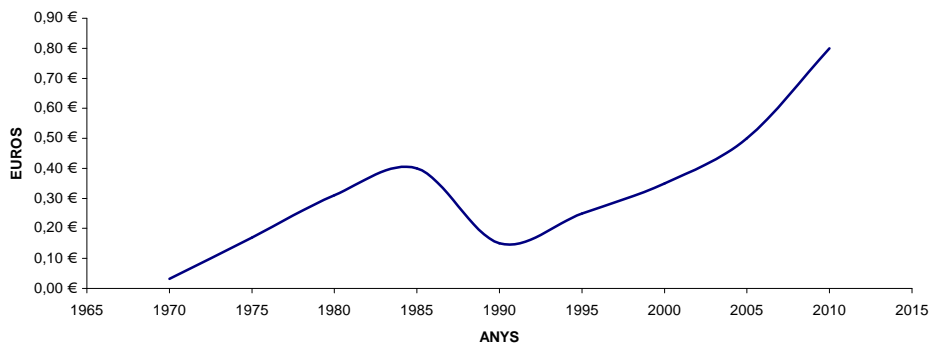
S'adjuntarà a l'estudi econòmic un gràfic en cada cas perquè es visualitzi de forma ràpida els temps d'amortització de la proposta.

Estudi estadístic del preu del petroli en els últims 35 anys

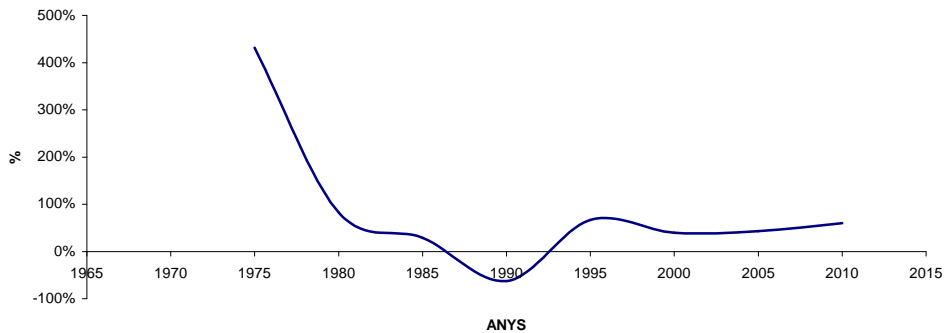
S'han tret dades del preu del gas-oil dels últims 35 anys:

ANY	PREU	% D'AUGMENT QUINQUENNAL
1970	0,03 €	
1975	0,17 €	431%
1980	0,31 €	82%
1985	0,40 €	29%
1990	0,15 €	-63%
1995	0,25 €	67%
2000	0,35 €	40%
2005	0,50 €	43%
2010	0,80 €	60%

EVOLUCIÓ DEL PREU DEL GAS-OIL



EVOLUCIÓ DE L'INCREMENT EN TANT PER CENT DEL PREU DEL GAS-OIL



Si es fa una mitja aritmètica d'aquest percentatge i es divideix entre 5 (les dades són quinquennals), surt un augment mig anual d'un 17%.

Donat que la prudència és bona companya de viatge, per calcular l'amortització s'utilitza un percentatge més rebaixat. L'amortització surt més llarga del que l'estadística ens indica. No obstant, es prefereix aquest punt de vista; és més conservador i en el cas que l'augment del preu del petroli segueixi realment l'evolució històrica, serà una bona notícia pel gestor: la seva amortització es reduirà en el temps.

7.1- ESTRATÈGIA DE GESTIÓ SEGONS CIRCUIT DE CALEFACCIÓ

Proposta 1

És una proposta simplement de gestió; sense cap despesa.

En l'estudi sobre el terreny s'observa que de la CALDERA 1 surten tres línies.



La primera és la que correspon a l'ACS. Les altres dues corresponen a la calefacció de les tres plantes que escalfa. Fóra lògic un control per plantes des de la caldera; una distribució per plantes. Però no és així, la divisió està feta de forma vertical, com si un eix transversal dividís la casa en dues parts. Una línia alimenta la calefacció de totes les plantes de la part nord, i l'altra línia tota la part sud.

El fet que la calefacció estigui dividida en dues parts, és una realitat totalment desconeguda pel gestor de la Closa. Per tant,

el primer que cal fer és informar-lo de la situació de la seva instal·lació i de la forma lògica d'actuar:

Quan l'ocupació de la casa sigui la meitat o inferior, es podrà tancar un dels circuits de calefacció. Ubicant els hostes de forma que ocupin una part transversal de la Closa, el gestor s'estalviarà un 50% de l'energia que fins ara malmetia envà. A més, si la ubicació la fa en la cara sud, l'estalvi serà superior.

AQUEST PUNT ÉS PROU IMPORTANT, DONAT QUE SOVINT L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA NO IMPLICA UNA INVERSIÓ, I AQUEST N'ÉS UN CAS MOLT CLAR.

7.2- MAL DIMENSIONAT DE LA CALDERA

Proposta 2

Per arreglar aquesta situació (vista en el punt 6.3.1), la **proposta 2** és la **instal·lació d'un acumulador**.

Un acumulador és una dipòsit perfectament aïllat que permet emmagatzemar l'excés d'energia que els radiadors no poden dissipar. L'aigua de l'acumulador es manté a temperatura i no s'impulsa al circuit fins que aquest no en té demanda. Per tant, tot l'excés d'energia tèrmica que actualment es perd, es conservarà en l'acumulador.

L'acumulador també allarga considerablement el període d'encesa i apagat de la caldera (estudiat en l'apartat 6.3.2), donat que un cop l'aigua de l'acumulador assoleix la temperatura desitjada, la caldera es para. Cal recordar que aquest període s'ha calculat amb un cost de 870 € a l'any. No es pot saber exactament en quina quantitat queda reduït.

Càlcul de l'acumulador:

Cal utilitzar la fórmula:

$$E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho$$

E	Energia Calorífica	Kcal
Δt	Diferència de temperatura, o temperatura de treball	°C
Q	Cabal	Litres
C_e	Calor específic de l'aigua	1Kcal/Kg°C
ρ	Densitat de l'aigua	1 Kg/Litre

Per fer un càlcul de la necessitat d'emmagatzematge d'un acumulador es pot utilitzar diferents criteris: necessitats de calefacció, necessitats per l'ACS, volum necessari pel circuit de la legionel·losi.

D'aquests tres l'ACS, en concret l'aigua calenta per les dutxes, és un consum de pic. Donat que la demanda és sobtada i important, és el que es té en compte pel càlcul de l'acumulador. Cal valorar aquesta demanda i fer un càlcul de volum d'aigua suficient que la suporti.

Hi ha onze dutxes.

Segons el "*Quadern Pràctic per Instal·lador*" de l'Institut Català d'Energia de la Generalitat de Catalunya (basat en el Codi Tècnic d'Edificació, CTE), el volum necessari per usuari i dia en un alberg és de 60 litres, i amb un factor de simultaneïtat de 0,7. Per tant, els 60 litres passen a ser 42 litres, que per 100 hostes són 4.200 litres per dia. És adir, 175 litres per hora que a 36 °C (temperatura d'ACS recomanada) i aplicant $E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho$, surt una energia calorífica de 6.300 Kcal/h. Però això és una dada totalment estadística, donat que s'ha tingut present un valor de consum diari, sense tenir present que aquest consum es dona en moments puntuals. Per tant, cal estudiar-ho des d'un altre punt de vista més pràctic:

Les onze dutxes tenen un cabal mig per dutxa de 12 litres per minut (mesurat "in situ"). És a dir 132 l/min, que pel factor de simultaneïtat 0,7 són 92 l/min.

Aplicant $E = \Delta t \cdot Q \cdot C_e \cdot \rho$ (a 36°C), s'obté:

$$E = Q \cdot C_e \cdot \rho \cdot \Delta t = 92 \text{L/min} \cdot 1 \text{Kcal/Kg} \cdot ^\circ\text{C} \cdot 1 \text{Kg/Litre} \cdot 36^\circ\text{C} = 3.312 \text{ Kcal/min}$$

L'aigua de l'acumulador està a 60°C, per tant li cal barrejar-se amb aigua de la xarxa (temperatura mitja considerada 10°C) per baixar a 36°C. Cal plantejar un sistema d'equacions per saber realment quin cabal real és necessari de l'acumulador:

Se sap que:

$$\begin{aligned} E_{DEMANDA} &= 3312 \text{Kcal} / \text{min} \\ E_{DEMANDA} &= E_{AC} + E_{XARXA} \\ Q_{DEMANDA} &= Q_{AC} + Q_{XARXA} = 92 \text{l} / \text{min} \end{aligned}$$

Per tant:

$$\left. \begin{aligned} E_{ACUM} &= Q_{ACUM} \cdot T_{ACUM} \cdot C_e \cdot \rho \\ E_{XARXA} &= Q_{XARXA} \cdot T_{XARXA} \cdot C_e \cdot \rho \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{ACUM} &= Q_{ACUM} \cdot 60 \cdot 1 \cdot 1 \\ E_{XARXA} &= Q_{XARXA} \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} E_{ACUM} &= 60 \cdot Q_{ACUM} \\ E_{XARXA} &= 10 \cdot Q_{XARXA} \end{aligned} \right\}$$

$$E_{DEMANDA} = E_{ACUM} + E_{XARXA} = 60 \cdot Q_{ACUM} + 10 \cdot Q_{XARXA} = 3312$$

Es sap que:

$$Q_{ACUM} = 92 - Q_{XARXA}$$

Ossigui que:

$$60 \cdot (92 - Q_{XARXA}) + 10 \cdot Q_{XARXA} = 3312$$

Treballant les equacions queda:

$$Q_{XARXA} = 44,16l / \text{min}$$

$$Q_{ACUM} = 92 - 44,16 = 47,84l / \text{min} \cong 48l / \text{min}$$

Comptant que les 11 dutxes romanen enceses sense parar uns 20 minuts, surt un cabal de 1000 litres. Es proposa la instal·lació d'un acumulador de 960 litres (volum estàndard en el mercat).

A continuació es detalla el pressupost de l'acumulador i de la seva instal·lació i dels complements necessaris:

NºPresupuesto: **LA CLOSA 1**

						PVP
	Uds.	Descripción	PVP	Material (€)	tiempo instal ud.	24,00 €
TUBOS BAJANTES	0	Tubo de montaje rápido 10mm 15m	376,74 €	0,00 €	4,5	0,00 €
	Suma			0,00 €	Suma	0,00 €
SISTEMA MAX	1	Solvis Max Futura 956L	6.081,84 €	6.081,84 €	11	264,00 €
	1	Grupo de seguridad con válvula, manómetro y toma para vaso expansor	96,05 €	96,05 €	1	24,00 €
	Suma			6.177,89 €	Suma	288,00 €
CONEXIÓN	1	Kit de conexión hidráulico	525,00 €	525,00 €	8	192,00 €
	1	Válvula anti-retorno 3/4 con tara 40 mbar	45,02 €	45,02 €	0,2	4,80 €
CALEFACCIÓN	1	Grupo Bombeo calefacción con válvula de 3 vías motorizada HKS-G-6,3-7m	678,70 €	678,70 €	4	96,00 €
EXTRA			Suma	0,00 €		

Concepto	Base Imp.	IVA 16%	TOTAL
Materiales	7.426,61 €	1.188,26 €	8.614,87 €
Montaje	580,80 €	92,93 €	673,73 €
	8.007,41		
Totales	€ 1.281,19 €		9.288,59 €

Amortització:

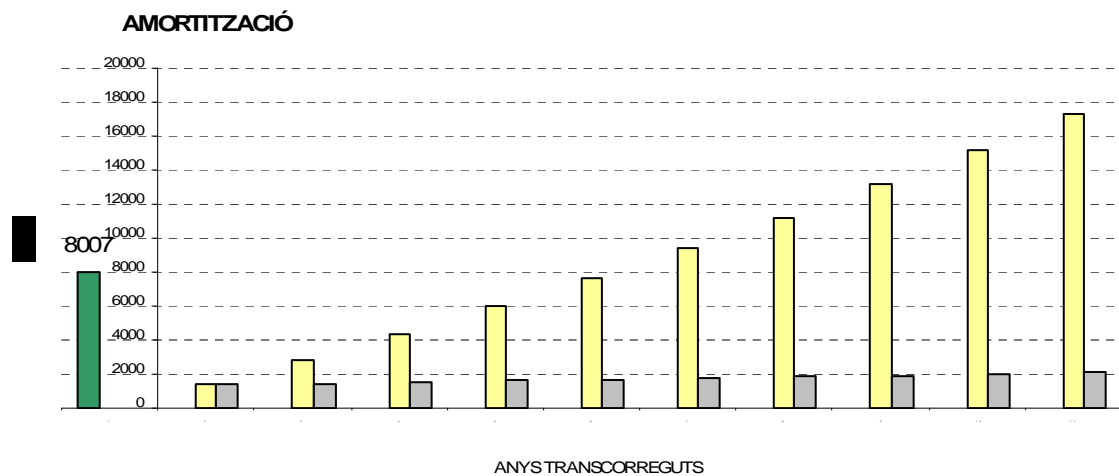
Segons el pressupost que s'adjunta, el valor total d'aquesta proposta puja 8007 €.

L'estalvi és els 1.227 € del mal dimensionat de la caldera punt 6.3.1 i una part del consum de l'encesa i apagat de la caldera, punt 6.3.2. D'aquest últim punt no es pot saber quin serà l'estalvi, però es compta que serà aproximadament un 35% ò 40%, per tant sobre 870 € són 335 € d'estalvi. La xifra final calculada d'estalvi és de 1.325 €/any.

Dades:

C₀: Cost inversió:	8.007 €
C _i : Estalvi any inicial de la inversió:	1.325 €
i: Tipus d'interés (mig):	5%
n: anys estudiats:	5
% Augment del preu del gas-oil:	10%

Anys posteriors	1er	2on	3er	4rt	5è	6è	7è	8è	9è	10è	TOTAL
Estalvi net anual (Ct+%augment)	1458	1603	1764	1940	2134	2347	2582	2840	3124	3437	23.229
Estalvi actualitzat al preu del diner (Ct+%augment)/(1+i) ^t	1388	1454	1523	1596	1672	1752	1835	1922	2014	2110	
Estalvi acumulat	1388	2842	4366	5962	7634	9385	11220	13143	15157	17267	
VAN per anys	-6619	-5165	-3641	-2045	-373	1378	3213	5136	7150	9260	
BENEFICI als 10 anys	9.260 €										



Tal i com indica l'estudi econòmic, l'amortització d'aquesta proposta es produeix aproximadament entre l'any cinquè i sisè després de la inversió. Al cap de deu anys el benefici de la inversió és de 9.260 €.

Sense tenir present la inversió, amb deu anys l'estalvi en compra de gas-oil és de 23.229 €.

Proposta 3

S'observa que la temperatura de la casa i de les habitacions no està regulada. La caldera s'engega i s'apaga de forma manual; per sensació de calor o fred.

Es proposa la instal·lació de vàlvules termostàtiques als radiadors de totes les habitacions. Aquestes vàlvules termostàtiques tanquen o obren els radiadors segons la temperatura calibrada. D'aquesta manera les habitacions romanen a la temperatura desitjada sempre i sota un mateix criteri, i no es sobre escalfen.

La instal·lació de les vàlvules termostàtiques comporta que no sempre el cabal circulat sigui el mateix, és a dir que hi haurà variació de càrrega en el circuit. Per tant, la força impulsora del cabal s'ha de poder regular. Si no fos així, a menys cabal, més velocitat de l'aigua pel circuit i en conseqüència menys efectivitat de radiació calorífica cap a l'ambient. Per regular doncs aquesta variació de càrrega cal canviar les bombes de bombeig de la CALDERA 1 per unes bombes d'alta eficiència de classe "A". Aquest tipus de bombes tenen una potència de bombeig auto regulable segons la demanda. No obstant, aquest tipus de bomba ja està pressupostat en l'anterior proposta, per tant no se'n detallarà el seu valor en aquesta.

Pressupost del muntatge de les vàlvules termostàtiques:

Cód.	Descripción	Precio/unidad	unidades	total	IVA	TOTAL
T3001	Cabezales para válvulas termostáticas de radiador Honeywell (sensor interno)	12,70 €	19	241,3 €	38,6 €	279,9 €
V330E010	Detenores de latón (paso escuadra) MONTAJE Y EQUILIBRADO DEL CIRCUITO	6,00 €	16	96,0 €	15,4 €	111,4 €
				300,0 €	48,0 €	348,0 €
TOTAL				637,3 €	102,0 €	739,3 €

La reducció de consum amb aquesta intervenció no es pot valorar, però per l'experiència es compta entre un 15-20% del consum de calefacció. Aquest percentatge s'ha de calcular sobre el valor total de cost menys el cost del consum per la legionel·losi (que aquest és independent de la demanda).

Per tant:

$$5.680 \text{ €} - 1.215 \text{ €} = 4.465 \text{ €}$$

Es compta 15% sobre 4.465 € i surt un estalvi de 667 €.

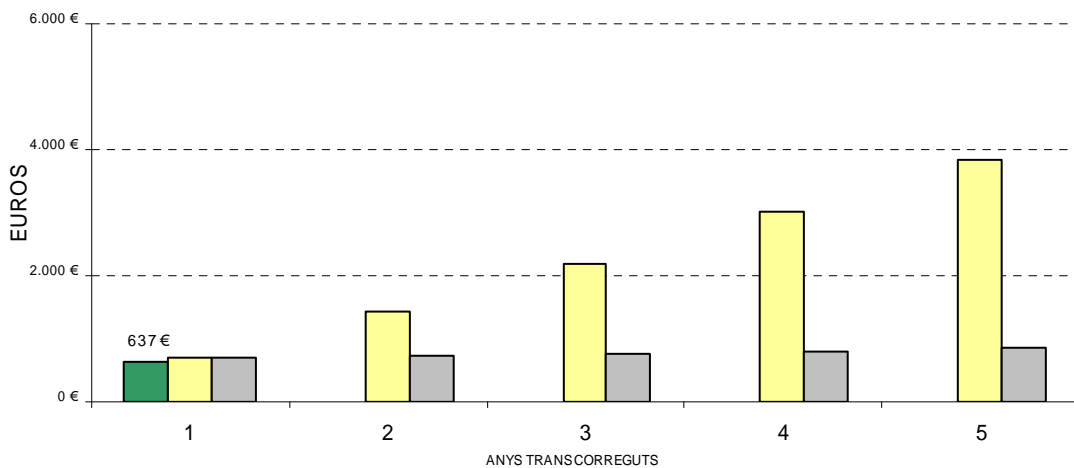
Amortització:

Segons el pressupost que s'adjunta, el valor total d'aquesta proposta puja 637 €. L'estalvi és de 667 €.

Dades:

C₀: Cost inversió:	637 €
C _t : Estalvi any inicial de la inversió:	667 €
i: Tipus d'interés (mig):	5%
n: anys estudiats:	5
% Augment del preu del gas-oil:	10%

Anys posteriors	1er	2on	3er	4rt	5è	TOTAL ESTALVI GAS-OIL
Estalvi net anual (Ct+%augment)	734	807	888	977	1074	4.479 €
Estalvi actualitzat al preu del diner (Ct+%augment)/(1+i) ^t	699	732	767	803	842	Aquest valor total és l'estalvi en compra de gas-oil sense tenir present la inversió.
Estalvi acumulat	699	1431	2198	3001	3843	
VAN per anys	62	794	1561	2364	3206	
BENEFICI als 5 anys	3.206 €					



Tal i com indica l'estudi econòmic, l'amortització d'aquesta proposta es produeix abans del primer any de la inversió. Al cap de cinc anys el benefici produït per la inversió és de 3.206 €.

Sense tenir present la inversió, transcorreguts cinc anys l'estalvi en compra de gas-oil és de 4.479 €.

8.- Proposta d'instal·lació de panells solars

INSTAL·LACIÓ DE PANELLS SOLARS

Per calcular els m^2 de superfície de panells solars a instal·lar, primer s'ha de saber quin consum d'energia calorífica interessa cobrir amb la instal·lació.

Hi ha quatre tipus de demanda en la instal·lació:

- a.- La demanda de calefacció (vist al punt 6.3).
- b.- La demanda d'ACS (vist al punt 7.2).
- c.- El consum d'alimentació del circuit per la legionel·losi (vist al punt 6.3.3).
- d.- La demanda necessària per mantenir els $45m^2$ de superfície laminar de la piscina que es vol construir en un futur.

Els càlculs i estudi econòmic dels panells necessaris per mantenir la superfície laminar de la piscina a instal·lar (apartat "d"), es posa a part. D'aquesta manera es facilita la decisió al gestor.

L'estudi doncs, es divideix en els dos casos:

8.1- Sense piscina climatitzada

8.2- La piscina climatitzada.

8.1- CÀLCUL DELS PANELLS SOLARS SENSE LA PISCINA CLIMATITZADA

8.1.1 Anàlisi pel criteri de càlcul

En realitat, a més panells instal·lats més estalvi en energia, però evidentment també més inversió. Per tant cal saber quin és el mínim que es vol cobrir amb la instal·lació dels panells.

Dos factors a tenir present:

Primer factor:

Els casos "a" i "b" de l'apartat anterior són demandes per oferir benestar a la instal·lació, la qual cosa pressuposa que s'ha de tenir present a l'hora de cobrar l'estada als hostes. Però el punt "c" no és cap demanda, sinó un consum inevitable que deriva d'una normativa (legionel·losi). Per tant, és interessant evitar-ne la imputació del seu cost a la factura de l'hoste.

Segon factor:

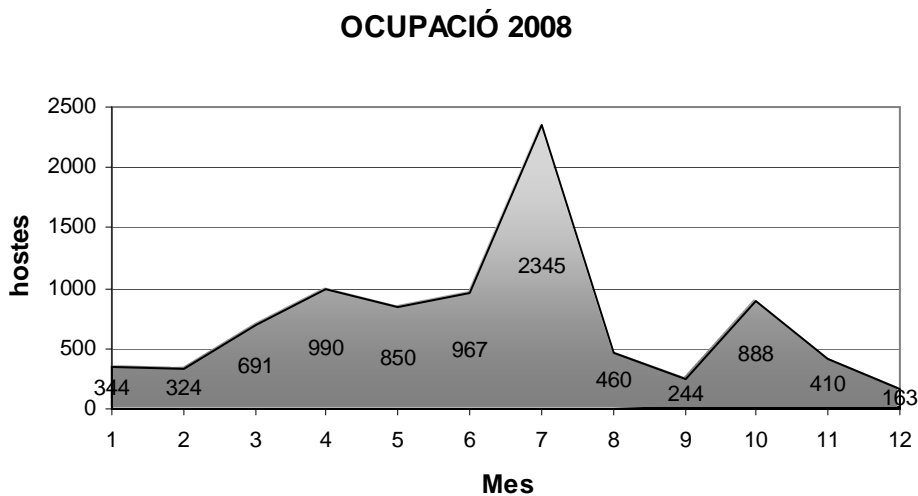
El panell solar és una font energètica contínua, no discreta; sempre que hi hagi sol donarà energia, no és "desconnectable". Funciona a l'estiu, a l'hivern, a la tardor i també a la primavera. Funciona al matí i funciona a la tarda. I funciona, sobretot, hi hagi o no hostes a la instal·lació; és una font d'energia que actua independentment de l'ocupació de la casa, és a dir, amb demanda o sense. Per tant cal potenciar aquesta contínua oferta energètica aprofitant-la per una demanda que també sigui contínua. Cal doncs, valorar la periodicitat de cadascuna de les demandes:

Tant l'aigua calenta com la calefacció, són usos que es poden considerar temporals; hi ha èpoques on s'utilitzen molt, i d'altres on el seu consum és petit o fins i tot zero.

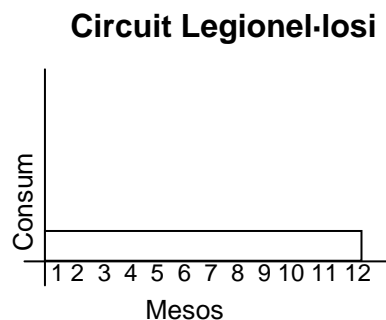
Però el consum del circuit per la legionel·losi SEMPRE ha de romandre obert. Es tracta d'un consum independent de l'ocupació que hi hagi a la casa.

A continuació s'exposen gràfics per veure la periodicitat de la demanda:

En el gràfic d'ocupació de l'any 2008, s'observa clarament que al llarg de l'any hi ha tres puntes clares d'ocupació: Setmana Santa, estiu (colònies de les escoles), i els ponts del Pilar, la castanyada i la constitució. La major ocupació es dona a l'estiu, on el consum de gas-oil es centra en la demanda de l'ACS.



Contrastant el gràfic anterior amb la demanda del circuit per la legionel·losi (gràfic posterior), es veu clarament que aquest últim és constant al llarg de l'any.



Per tant, aquest consum, que no demanda d'usuari, és el criteri de decisió per fer els càlculs de les plaques. D'aquí surt un valor mínim de panells per cobrir aquest consum. Si es posen més, tot això que servirà per recolzar la resta de demanda.

8.1.2 Càlculs dels panells

El primer que cal saber és la demanda. Aquesta s'ha calculat en el punt 6.3.3 *apartat "b"* (1500Kcal/h).

Per treure el màxim rendiment dels panells, és important la seva orientació respecte del sol. Per tant cal saber les coordenades geogràfiques del lloc.

Coordenades geogràfiques i altitud de Castellar de N'Hug:

Latitud: 42,283257 (42° 17' 0")

Longitud: 2,016575 (2° 1' 0")

Altitud: 1400 m

Perquè els panells tinguin màxima radiació solar, la seva orientació en l'eix d'azimut ha de ser al sud, així s'aprofita al màxim el recorregut de l'arc solar al llarg del dia.

També cal saber quina inclinació respecte de l'horitzontal (elevació) cal posar-los. En aquest cas l'anàlisi no és tant intuïtiu, ja que la inclinació del sol depèn de la temporada de l'any. Depenent de la temporada que es vulgui el màxim rendiment, es decidirà l'angle d'elevació.

El valor mig de l'elevació dels panells ha de correspondre, segons el punt 3.5.2 de la secció H4 del CTE (Codi Tècnic de l'Edificació), al resultat del següent càlcul:

Elevació = $(\varphi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$;

Elevació = $41 - (41 - 42) = 41 - (-1) = 41 + 1 = 42^\circ$.

Segons altres autors i altres textos consultats, un altre criteri de l'elevació dels panells és que aquesta inclinació correspongui a la latitud de la instal·lació: 42° (+10° per l'hivern i -10° per l'estiu). Per tant, el valor coincideix en ambdós criteris, i ha d'estar entre 32° i 52° (depenent si és estiu o hivern).

Un altre criteri, el del "Manual pràctic de l'instal·lador" de l'ICAEN (Institut Català d'Energia), la inclinació òptima dels captadors és en funció de l'estació de l'any de

màxima utilització de la instal·lació. Per instal·lacions d'ús estival la inclinació dels captadors és igual a la latitud del lloc menys 10° (entre 30° i 35° a Catalunya), i per les instal·lacions d'ús hivernal, la inclinació és la latitud del lloc més 10° (entre 50° i 55° a Catalunya).

Cal valorar en quina època interessa que la instal·lació rendeixi més i prendre una decisió de compromís.

Per poder saber quina radiació solar arriba segons la temporada de l'any, i facilitar així la decisió, es consulta el "*ATLAS DE RADIACIÓ SOLAR DE CATALUNYA*" elaborat per l'ICAEN (Institut Català d'Energia) amb la col·laboració de la UPC.

S'adjunten les taules a continuació:

Taula 1.2. Dades més significatives de les estacions de mesura de radiació solar analitzades.

ESTACIÓ	Longitud	Latitud	Alçada (m)	Nombre d'anys amb dades	Radiació mitjana anual (MJ/m ² /dia)
AGONCILLO	2°20' W	42°27' N	353	8	14,9
BARCELONA	2°07' E	41°23' N	99	6	14,7
BELLATERRA	2°05' E	41°30' N	120	2	14,1
BISCAROSSE	1°12' W	44°22' N	48	4	13,7
CABRILS	2°22' E	41°32' N	143	5	14,2
CARCASSONE	2°19' E	43°13' N	130	5	13,6
CASTELLÓ	0°41' W	39°57' N	51	2	15,9
LLEIDA	0°38' E	41°37' N	202	6	14,0
LOGROÑO	2°24' W	42°38' N	364	3	14,9
MAÓ	4°15' E	39°53' N	84	7	15,8
MARIGNANE	5°13' E	43°27' N	8	5	15,0
MOLINA DE ARAGON	1°53' W	40°51' N	1.056	8	15,5
MONTPELLIER	3°58' E	43°55' N	6	5	14,6
ODEILLO	2°07' E	42°29' N	1.580	9	16,0
PALMA DE MALLORCA	2°37' E	39°33' N	8	8	15,6
PAU	0°25' W	43°23' N	185	5	12,5
PERPINYÀ	2°52' E	42°44' N	48	4	14,2
ROQUETES	0°30' E	40°49' N	53	12	14,0
SAU	2°20' E	41°58' N	440	6	14,0
VALÈNCIA	0°23' E	39°29' N	21	10	16,1
VANDELLÓS	0°52' E	40°57' N	25	8	14,8

Taula 1.3. Valors mitjans diaris de radiació solar global incident sobre superfície horitzontal en base anual i mensual (MJ/m² i dia) per a les estacions de mesura analitzades.

ESTACIÓ	Radiació solar global mitjana diària (MJ/m ² /dia)												
	Mitjana anual	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
AGONCILLO	14,9	6,0	8,7	13,1	18,0	22,1	24,2	23,9	21,0	16,6	11,7	7,6	5,6
BARCELONA	14,7	7,0	9,6	13,5	18,0	21,5	23,1	22,5	19,7	15,6	11,3	7,8	6,2
BELLATERRA	14,1	5,5	7,6	11,4	15,9	20,0	22,5	22,7	20,6	16,7	12,1	8,0	5,6
BISCAROSSE	13,7	4,6	7,2	11,5	16,4	20,6	23,0	22,8	20,2	15,8	10,8	6,6	4,4
CABRILS	14,2	6,3	8,8	12,7	17,1	20,8	22,6	22,2	19,6	15,6	11,1	7,6	5,8
CARCASSONNE	13,6	5,1	7,7	11,8	16,6	20,5	22,6	22,3	19,6	15,3	10,6	6,7	4,6
CASTELLÓ	15,9	7,9	10,6	14,6	19,1	22,8	24,6	24,0	21,2	17,0	12,5	8,9	7,2
LLEIDA	14,0	6,4	9,0	12,9	17,2	20,6	22,3	21,7	19,1	15,0	10,7	7,3	5,8
LOGROÑO	14,9	6,1	8,9	13,2	18,1	22,2	21,2	23,8	20,9	16,4	11,5	7,5	5,5
MAÓ	15,8	7,8	10,4	14,3	18,8	22,4	24,3	23,9	21,2	17,1	12,7	9,1	7,3
MARIGNANE	15,0	5,6	8,6	13,2	18,5	22,8	25,0	24,5	21,4	16,6	11,4	7,1	5,0
MOLINA DE ARAGON	15,5	7,2	9,6	13,6	18,1	22,0	24,1	23,9	21,3	17,3	12,7	8,9	6,9
MONTPELLIER	14,6	5,6	8,6	13,2	18,5	22,8	25,0	24,5	21,4	16,6	11,4	7,1	5,0
ODEILLO	16,0	8,0	10,5	14,3	18,8	22,4	24,4	24,0	21,5	17,4	13,0	9,4	7,5
PALMA DE MALLORCA	15,6	7,3	10,0	14,2	18,8	22,6	24,5	24,0	21,2	16,9	12,3	8,5	6,7
PAU	12,5	5,4	7,6	11,1	15,0	18,3	19,9	19,6	17,3	13,7	9,8	6,6	4,9
PERPINYÀ	14,2	6,0	8,6	12,6	17,1	20,9	22,8	22,4	19,7	15,6	11,1	7,4	5,5
ROQUETES	15,0	7,2	9,9	13,9	18,3	21,8	23,5	22,9	20,1	16,0	11,6	8,1	6,5
SAU	14,0	6,6	9,0	12,7	16,9	20,3	22,0	21,6	19,1	15,2	11,0	7,7	6,1
VALÈNCIA	16,1	8,3	10,9	14,8	19,1	22,6	24,4	23,9	21,3	17,3	13,0	9,5	7,8
VANDELLÓS	14,8	7,0	9,5	13,3	17,6	21,2	23,1	22,7	20,1	16,2	11,8	8,3	6,5

Donat que els valors de l'estudi de la radiació solar s'han fet a estacions que no corresponen a la població que ens interessa, cal triar la que tingui la latitud i l'altitud més propera a la de Castellar de N'Hug (42° 17' i 1.400 m), que són els paràmetres que més o menys defineixen la climatologia de les zones. Es tria l'estació d'Odeïllo (Alta Cerdanya), amb una latitud de 42° 29' i 1.580 m d'altitud.

Ara cal estudiar la radiació particular d'Odeïllo.

Estació:		ODEILLO (França)				
ANYS:	79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87					
LATITUD:	42°29' N					
LONGITUD:	2°07' E					
ALTITUD:	1.580 m					
INSTRUMENT:	Kipp-Zonen					
PERÍODE:	D					
FONT:	Station Radiométrique d'Odeïllo. Institut de Science et de Génie des Matériaux et Procédés. Centre National de la Recherche Scientifique (França)					

ANYS	VM (MJ/m ² /dia)	AM (MJ/m ² /dia)	DEFASAMENT (radiants)	% VAR
1979	17,0	10,0	3,1738	61,94
1980	16,3	8,6	3,0744	53,94
1981	14,6	7,3	3,2287	46,80
1982	15,4	8,7	2,9258	56,97
1983	16,3	8,2	2,9730	60,03
1984	16,2	8,6	3,0098	59,29
1985	16,4	9,1	3,0768	66,88
1986	15,8	8,9	3,0728	61,15
1987	15,6	8,3	2,9336	58,40
ANY TIPUS:	16,0	8,6	3,0521	58,38

VALORS MITJANS MENSUALS (MJ/m²/dia)												
GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	
8,0	10,5	14,3	18,8	22,4	24,4	24,0	21,5	17,4	13,0	9,4	7,5	

En l'Atlas només hi ha aquesta informació de la radiació solar sobre Odeïllo. Altres estacions disposen de taules de radiació segons la inclinació dels panells, la qual cosa és interessant saber. Per tant es tria una altra estació que també s'assembli climatològicament a Castellar de N'Hug.

Es tria SAU per la seva latitud, encara que la seva altitud i la seva humitat donen uns valors de radiació inferiors als d'Odeïllo. Si s'observa el quadre anterior i es compara amb el posterior (el de Sau), es pot comprovar que Odeïllo té molta més radiació solar al llarg de l'any.

Estació:		SAU (Barcelona) (Codi INM: 08301)									
ANYS:	72, 73, 74, 75, 79, 82										
LATITUD:	41°58' N										
LONGITUD:	2°20' E										
ALTITUD:	440 m										
INSTRUMENT:	Yellott Springs										
PERÍODE:	D										
FONT:	Estació Evaporimètrica de Sau. Confederació Hidrogràfica del Pirineu Oriental. MOPU										
ANYS	VM (MJ/m ² /dia)	AM (MJ/m ² /dia)	DESFASAMENT (radiants)	% VAR							
1972	12,5	7,6	2,9428	58,93							
1973	14,0	7,8	2,9813	63,14							
1974	13,0	7,2	3,1321	58,22							
1975	12,7	6,7	2,9460	55,85							
1979	10,3	6,7	3,1335	68,10							
1982	10,9	6,9	3,0161	63,96							
ANY TIPUS:	12,2	7,1	3,0263	61,37							
ANY TIPUS (+ 15 %):	14,0	8,2	3,0263	61,37							
VALORS MITJANS MENSUALS (MJ/m²/dia)											
GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
6,6	9,0	12,7	16,9	20,3	22,0	21,6	19,1	15,2	11,0	7,7	6,1

NOTA: Estudis efectuats sobre els intercanvis de calor entre l'atmosfera i l'aigua de l'embassament han indicat sistemàticament un dèficit en els valors de radiació solar, avaluat en un 15 % (Baldasano, 1983).

Per tant ja va bé calcular amb dades d'una zona amb menys radiació. És una forma d'assegurar-se que els panells calculats compliran els mínims i en el cas que quedi sobre dimensionat, millor; és energia solar que resta de la fòssil.

Cal estudiar les següents taules:

Són les radiacions mensuals obtingudes a Sau amb diferents inclinacions.

Estació: SAU

Radiació solar global sobre superfície inclinada (kWh/m²/dia). Azimut: 0 graus

Inclinació	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Des
0°	1.82	2.48	3.51	4.68	5.64	6.11	6.00	5.29	4.19	3.04	2.12	1.69
5°	2.11	2.76	3.76	4.87	5.75	6.19	6.10	5.46	4.44	3.33	2.43	1.98
10°	2.37	3.02	3.99	5.03	5.83	6.22	6.15	5.60	4.66	3.61	2.71	2.26
15°	2.63	3.26	4.20	5.16	5.87	6.22	6.17	5.70	4.85	3.86	2.98	2.53
20°	2.87	3.47	4.37	5.25	5.87	6.17	6.14	5.77	5.01	4.09	3.23	2.79
25°	3.09	3.67	4.52	5.32	5.85	6.09	6.09	5.80	5.14	4.29	3.46	3.02
30°	3.29	3.84	4.65	5.35	5.80	5.99	6.01	5.80	5.23	4.47	3.67	3.23
35°	3.46	3.99	4.74	5.35	5.71	5.86	5.90	5.76	5.29	4.61	3.85	3.43
40°	3.62	4.11	4.80	5.31	5.59	5.69	5.74	5.68	5.32	4.73	4.01	3.60
45°	3.75	4.21	4.83	5.24	5.43	5.48	5.55	5.57	5.31	4.81	4.14	3.74
50°	3.85	4.27	4.83	5.14	5.24	5.24	5.33	5.42	5.27	4.86	4.24	3.86
55°	3.93	4.31	4.79	5.00	5.01	4.97	5.07	5.24	5.19	4.88	4.31	3.95
60°	3.98	4.32	4.73	4.84	4.76	4.67	4.79	5.03	5.08	4.87	4.35	4.02
65°	4.00	4.30	4.63	4.64	4.48	4.37	4.50	4.79	4.94	4.82	4.37	4.05
70°	4.00	4.25	4.51	4.42	4.19	4.05	4.18	4.51	4.77	4.74	4.35	4.06
75°	3.97	4.18	4.36	4.17	3.88	3.70	3.84	4.23	4.56	4.64	4.31	4.05
80°	3.91	4.07	4.18	3.90	3.55	3.33	3.48	3.92	4.33	4.50	4.23	4.00
85°	3.83	3.94	3.97	3.61	3.20	2.95	3.10	3.59	4.07	4.33	4.13	3.93
90°	3.72	3.79	3.74	3.30	2.83	2.60	2.74	3.24	3.78	4.13	4.00	3.83

La taula anterior indica la radiació total rebuda durant tot un dia de cada mes segons la inclinació del panell. La taula posterior fracciona aquest valor diari per les hores solars (només tres inclinacions estudiades).

Radiació solar global horària sobre superfície inclinada (Wh/m²). Inclinació: 30 graus. Azimut: 0 graus

Mes	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Total
Gener	0	0	58	220	358	474	539	539	474	358	220	44	0	0	3286
Febrer	0	0	124	266	411	528	593	593	528	411	266	124	0	0	3844
Març	0	68	182	335	483	601	667	667	601	483	335	182	42	0	4645
Abril	13	98	241	398	547	663	719	719	663	547	398	241	98	6	5350
Maig	27	133	280	437	581	693	749	749	693	581	437	280	133	27	5801
Juny	36	149	298	453	595	704	763	763	704	595	453	298	149	36	5994
Juliol	31	144	295	453	599	711	773	773	711	599	453	295	144	31	6013
Agost	22	117	268	433	586	706	772	772	706	586	433	268	117	13	5799
Setembre	0	73	219	384	541	666	735	735	666	541	384	219	73	0	5234
Octubre	0	46	158	314	470	594	664	664	594	470	314	158	22	0	4467
Novembre	0	0	85	251	398	521	589	589	521	398	251	85	0	0	3668
Desembre	0	0	39	213	357	473	540	540	473	357	213	39	0	0	3234

Radiació solar global horària sobre superfície inclinada (Wh/m²). Inclinació: 45 graus. Azimut: 0 graus

Mes	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Total
Gener	0	0	73	259	409	534	605	605	534	409	259	58	0	0	3747
Febrer	0	0	144	295	449	573	642	642	573	449	295	144	0	0	4207
Març	0	73	189	347	502	624	693	693	624	502	347	189	46	0	4827
Abril	7	86	228	388	539	658	714	714	658	539	388	228	86	7	5239
Maig	28	103	249	405	550	663	719	719	663	550	405	249	103	28	5430
Juny	37	109	255	409	551	660	720	720	660	551	409	255	109	37	5483
Juliol	33	107	256	414	560	673	735	735	673	560	414	256	107	33	5555
Agost	15	97	247	412	568	689	756	756	689	568	412	247	97	15	5568
Setembre	0	70	219	388	550	679	750	750	679	550	388	219	70	0	5313
Octubre	0	56	176	339	503	635	708	708	635	503	339	176	31	0	4810
Novembre	0	0	102	291	449	581	654	654	581	449	291	102	0	0	4136
Desembre	0	0	50	257	415	540	613	613	540	415	257	50	0	0	3740

Radiació solar global horaria sobre superfície inclinada (Wh/m²). Inclinació: 60 graus. Azimut: 0 graus

Mes	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	Total
Gener	0	0	83	284	436	562	633	633	562	436	284	69	0	0	3981
Febrer	0	0	156	307	461	584	653	653	584	461	307	156	0	0	4321
Març	0	73	186	340	491	611	677	677	611	491	340	186	48	0	4729
Abril	8	69	204	356	501	615	667	667	615	501	356	204	69	8	4839
Maig	28	68	204	350	487	594	647	647	594	487	350	204	68	28	4756
Juny	38	68	200	343	476	578	634	634	578	476	343	200	68	38	4673
Juliol	33	66	204	352	489	595	653	653	595	489	352	204	66	33	4787
Agost	16	72	213	369	517	632	696	696	632	517	369	213	72	16	5030
Setembre	0	65	207	370	527	652	721	721	652	527	370	207	65	0	5084
Octubre	0	61	184	345	508	637	710	710	637	508	345	184	38	0	4868
Novembre	0	0	114	314	473	606	680	680	606	473	314	95	0	0	4354
Desembre	0	0	58	286	447	574	648	648	574	447	286	48	0	0	4017

Si per cada angle es suma els valor obtingut de cada mes, surt el següent:

MES	30°	45°	60°	65°
GENER	3286	3747	3981	4000
FEBRER	3844	4207	4321	4300
MARÇ	4645	4827	4729	4630
ABRIL	5350	5239	4839	4640
MAIG	5801	5430	4756	4480
JUNY	5994	5483	4673	4370
JULIOL	6013	5555	4787	4500
AGOST	5799	5568	5030	4790
SETEMBRE	5234	5313	5084	4940
OCTUBRE	4467	4810	4868	4820
NOVEMBRE	3668	4136	4354	4370
DESEMBRE	3234	3740	4017	4050
Total de 12 dies de l'any (un de cada mes):				
	57335 Wh/m ²	58055 Wh/m ²	55439 Wh/m ²	53890 Wh/m ²

Sembla doncs que a 45° hi hagi més radiació anual, i de fet així és, però aquesta està més concentrada en els mesos de bon temps. Però com que es pretén que el rendiment sigui el màxim al llarg de tot l'any, es pren com a angle d'inclinació el de 60°. És un angle on hi ha molta homogeneització de radiació al llarg de l'any. Dóna majors valors en les èpoques més fredes; millor tenir més radiació quan més es necessita.

Fins i tot a 65° encara hi ha més igualtat entre els valors mensuals, però el total ja és massa distant del total superior (a 45°) i potser és massa agosarat plantejar-se aquest angle.

Segons l'ICAEN també cal tenir present que la radiació solar que hi ha a les taules de l'Atlas solar corresponen a mesures realitzades amb aparells de precisió. La instal·lació solar no pot aprofitar el 100% d'aquesta radiació, ja que el vidre de la coberta del captador té un índex de reflexió de la radiació en funció de l'angle d'incidència. Aquest efecte fa que la radiació solar de primeres i darreres hores del dia sigui reflectida quasi totalment (no aprofitada).

La majoria dels processos de càlcul estableixen en un 6 % el valor mig de radiació no aprofitable pels captadors solars a causa d'aquest efecte. Per tant a la radiació solar se li ha de restar un 6%.

Càlcul dels panells:

Demanda: 1.500 Kcal/h per 24 h = 36.000 Kcal (1Kcal són 1,163 Wh), per tant:
42KWh aproximadament.

Recordar que aquesta energia és la necessària per cobrir inicialment el valor de la despesa energètica a causa de la normativa de la legionel·losi.

Radiació solar a 60° (tres valors: mínim, mig i màxim de radiació anual):

Valor mínim: 3.981 Wh/m² reduint el 6% de rendiment 3.742 Wh/m²

Valor mig: 55.439 : 12 = 4.620 Wh/m² reduint el 6% de rendiment 4.343 Wh/m²

Valor màxim: 5.084 Wh/m² reduint el 6% de rendiment 4.779 Wh/m²

També cal tenir present que els panells tenen un rendiment en el seu funcionament. A causa de la pròpia tecnologia. És una dada que l'ha de donar el constructor del panell. En aquest cas, les dades facilitades han estat de 50% a 65% de rendiment.

La fórmula a utilitzar, mirant la unitats, és prou intuïtiva:

$$m^2 = \frac{Qdemanda(Wh)}{Qútil(Wh / m^2)}$$

Superfície màxima (aplicant el rendiment mínim dels panells i el valor mínim de radiació solar):

$$m^2_{màx} = \frac{Qdemanda(Wh)}{Qútil_{mínima}(Wh / m^2)} = \frac{42000Wh}{0,5 \cdot 3742Wh / m^2} = 22,4m^2$$

Valor mig de superfície (aplicant el valor mig del rendiment dels panells i el valor mig de radiació solar):

$$m^2_{mig} = \frac{Qdemanda(Wh)}{Qútil_{mitja}(Wh / m^2)} = \frac{42000Wh}{(0,5 + 0,65) \cdot 0,5 \cdot 4343Wh / m^2} = 16,8m^2$$

Superfície mínima (aplicant el rendiment màxim dels panells i el valor màxim de radiació solar):

$$m^2_{mínim} = \frac{Qdemanda(Wh)}{Qútil_{màxima}(Wh / m^2)} = \frac{42000Wh}{0,65 \cdot 4779Wh / m^2} = 13,5m^2$$

Es tria l'opció del valor mig 16,8 m² de PANELLS SOLARS (seran 2 de 8).

A continuació s'exposa el pressupost.

NºPresupuesto: **LA CLOSA 2**

Oferta Energía solar térmica de altas prestaciones

							PVP
	Uds.	Ref.	Descripción	PVP	Material (€)	tiempo instal ud.	24,00 €
CAPTADORES SOLARES ESTRUCTURAS	8	15459	Triángulo telescópico para montaje horizontal o vertical Cala C-253	130,38 €	1.043,04 €	1,5	288,00 €
	1	CESOCO002	Sonda Temperatura Colector solar (Solvis Control II)	33,64 €	33,64 €	0,05	1,20 €
	1	CESOCO003	Protección contra relámpagos	22,87 €	22,87 €	0,1	2,40 €
	2	15543	Conexión serie acero-flex para Cala C-253-I (10mm)	25,51 €	51,02 €	0,25	12,00 €
	1	VESOPR002	Vaso expansor 24L según normativa 12976	100,56 €	100,56 €	2	48,00 €
	2	COSOPL004	Colector solar Fera Integral F802I (8m²)	3.374,51 €	6.749,03 €	3	144,00 €
					Suma	8.000,16 €	Suma
TUBOS BAJANTES	1	CNSOIN002	Tubo de montaje rápido 10mm 15m	376,74 €	376,74 €	4,5	108,00 €
	2	CASOTY001	Tyfocon 10L anticongelante	52,16 €	104,33 €	0,2	9,60 €
					Suma	481,07 €	Suma

Concepto	Base Imp.	IVA 16%	TOTAL
Materiales	8.481,23 €	1.357,00 €	9.838,22 €
Montaje	613,20 €	98,11 €	711,31 €
	9.094,43		
Totales	€ 9.094,43	1.455,11 €	10.549,54 €

Amortització:

Segons el pressupost que s'adjunta, el valor total d'aquesta proposta puja 9.094 €.

Per calcular l'estalvi es busca l'energia útil generada i se li aplica el preu del gas-oil:

MES	Wh/m2/dia	dies mes	Wh/m2 mes
GENER	3981	31	123411
FEBRER	4321	28	120988
MARÇ	4729	31	146599
ABRIL	4839	30	145170
MAIG	4756	31	147436
JUNY	4673	30	140190
JULIOL	4787	31	148397
AGOST	5030	31	155930
SETEMBRE	5084	30	152520
OCTUBRE	4868	31	150908
NOVEMBRE	4354	30	130620
DESEMBRE	4017	31	124527
	55439		1686696
			Wh/m ² per any
	Wh/m ² per dia		

S'ha de tenir en compte:

Restar el 6% explicat en el punt anterior.

Aplicar el 50% de rendiment dels panells (el mínim per ser conservadors en el càlcul).

Per tant, la radiació solar anual queda = (168669 - 6%)·50% = 792.747 Wh/m²

Rescatant el valor del poder calorífic del gas-oil, la seva densitat i el seu preu i fent factor de conversió, l'estalvia anual teòric és de:

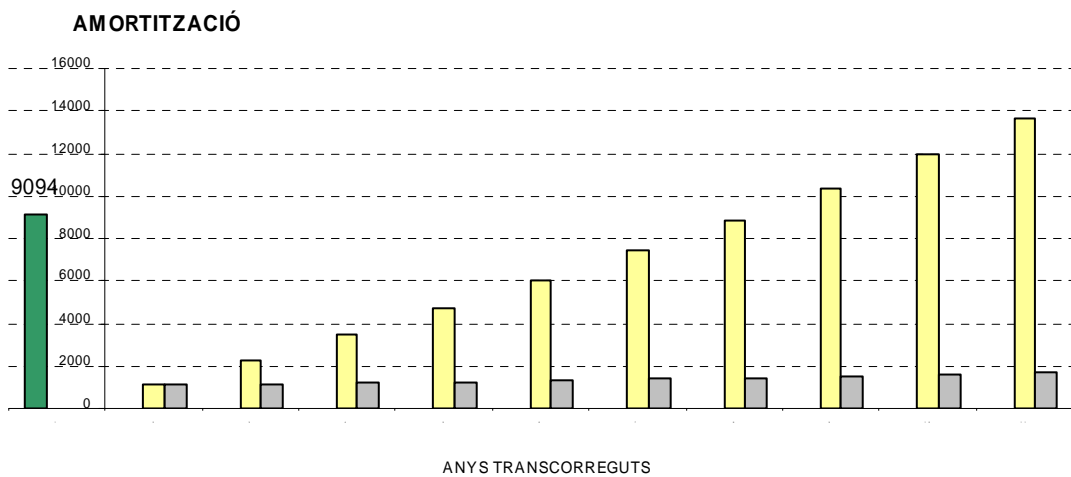
$$16m^2 \cdot 792747 \frac{Wh}{m^2} \cdot \frac{1Kcal}{1,163Wh} \cdot \frac{1Kg}{10000Kcal} \cdot \frac{1l}{0,845Kg} \cdot 0,81\text{€/l} = 1045\text{€}$$

Per tant en l'amortització es comptarà un estalvi de 1.045 €.

A continuació s'exposa l'estudi econòmic:

C₀:	Cost inversió:	9094
C_t:	Estalvi any inici:	1045
	Tipus d'interès	
i:	(mig):	5%
n:	anys estudiats:	10
	Augment del preu del gas-oil:	10%

Anys posteriors	1er	2on	3er	4rt	5è	6è	7è	8è	9è	10è	TOTAL
Estalvi net anual (Ct+%augment)	1150	1264	1391	1530	1683	1851	2036	2240	2464	2710	18320
Estalvi actualitzat al preu del diner (Ct+%augment)/(1+i) ^t	1095	1147	1202	1259	1319	1381	1447	1516	1588	1664	
Estalvi acumulat	1095	2242	3443	4702	6021	7402	8849	10365	11954	13618	
VAN per anys	-7999	-6852	-5651	-4392	-3073	-1692	-245	1271	2860	4524	
BENEFICI als 10 anys	4.524 €										



Segons aquest estudi d'amortització, es recupera la inversió entre l'any setè i vuitè. Al cap de deu anys el benefici és de 4.524 €. I si no es té present la inversió, en deu anys l'estalvi en gas-oil és de 18.320 €.

B.- CÀLCUL DELS PANELLS SOLARS PER A LA PISCINA CLIMATITZADA

Segons el RITE (“Reglament de les Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis”), la temperatura de l'aigua d'una piscina climatitzada ha d'estar entre 24 i 30°C (IT1.4.3.2). I la temperatura ambient operativa ha de ser 1 ò 2 °C per sobre de l'aigua. Es considera l'aigua a 24°C, per tant la temperatura ambient de la sala serà de 26°C. La instal·lació es farà en una àrea de 115 m².

Per tant, caldrà fer els càlculs teòrics d'energia calorífica necessària per el manteniment de la temperatura de l'aigua de la piscina.

La posta règim (pujar la temperatura de l'aigua) es fa amb la caldera. Els panells solars són pel manteniment de la temperatura, un cop l'aigua ja ha assolit la temperatura.

Segons les fonts consultades es calcula 1m² de panell solar per 10m³ d'aigua. Per les dimensions de la piscina, s'obté un volum total de 80 m³. Per tant, caldrà 8 m² de panells solars.

La normativa vigent per a la instal·lació d'una piscina climatitzada, preveu valors específics de la humitat relativa, de la ventilació, etc., La qual cosa vol dir que cal instal·lar aparells que controlin perfectament aquests paràmetres. Per tant, en realitat, la inversió més important de la piscina climatitzada no és el cost dels panells solars, sinó el cost de la resta de la instal·lació, que seria objecte d'un altre projecte.

S'adjunta el pressupost de la instal·lació dels panells solar calculats:

NºPresupuesto: LA CLOSA 3

Oferta Energía solar térmica de altas prestaciones

							PVP
	Uds.	Ref.	Descripción	PVP	Material (€)	tiempo instal ud.	24,00 €
CAPTADORES SOLARES ESTRUCTURAS	1	15459	Triángulo telescópico para montaje horizontal o vertical Cala C-253	130,38 €	130,38 €	1,5	36,00 €
	2	15543	Conexión serie acero-flex para Cala C-253-I (10mm)	25,51 €	51,02 €	0,25	12,00 €
	1	COSOPL004	Colector solar Fera Integral F802I (8m²)	3.374,51 €	3.374,51 €	3	72,00 €
				Suma	3.555,91 €	Suma	120,00 €
TUBOS BAJANTES	1	CNSOIN002	Tubo de montaje rápido 10mm 15m	376,74 €	376,74 €	4,5	108,00 €
					Suma	376,74 €	Suma

Concepto	Base Imp.	IVA 16%	TOTAL
Materiales	3.932,65 €	629,22 €	4.561,88 €
Montaje	228,00 €	36,48 €	264,48 €
	4.160,65		
Totales	€	665,70 €	4.826,36 €

En aquest cas l'amortització no és un valor fàcilment calculable. Aquesta inversió és una estratègia comercial de millora en l'oferta d'activitats de la casa, la qual cosa comporta un augment en els ingressos. Però en aquest moment aquest augment d'ingressos no se sap.

9. Conclusions finals

Les propostes de millora d'aquest projecte estan exposades cronològicament segons la recomanació en la seva execució.

L'objectiu principal del projecte és l'eficiència energètica de la casa de colònies; per tant quan més estalvi es faci, més eficient resultarà la instal·lació.

En l'apartat 6.3 (en l'anàlisi global del rendiment) s'indica que les pèrdues energètiques representen un 55% sobre el total de la factura.

La proposta 2 (acumulador) representa un estalvi de 1.325 € sobre 5.680€, és a dir un 23%.

La proposta 3 (vàlvules termostàtiques) representa un estalvi de 667 € sobre 5.680€, és a dir un 12%.

Per tant, sense arribar a la instal·lació de panells solars i actuant segons les propostes 2 i 3, s'aconsegueix un estalvi energètic del 35% sobre el global. La factura energètica passa de 5.680 € a 3.692 €.

Si s'executa la proposta dels panells solars, l'estalvi és de 1.045 € que representa sobre 5.680€ un 18% i que sumat al 35% anterior surt un 53% d'estalvi energètic.

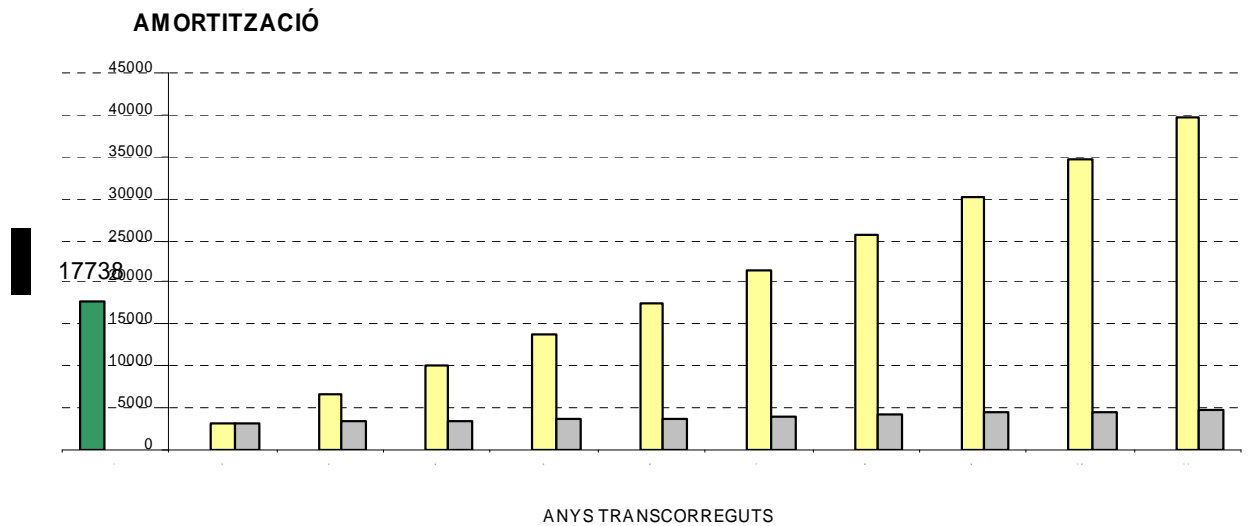
Si s'aplica el tant per cent de l'estalvi energètic dels panells (1.045 €) sobre el total que queda quan ja s'ha actuat segons les propostes 2 i 3 (3.692 €), el valor és d'un estalvi del 28%. Per experiència se sap que l'estalvi que genera la instal·lació de panells solars va entre un 30% i un 40%. Per tant surt un estalvi per la banda baixa, però en la línia del previst.

Queda clar que a més actuació, més estalvi. I per reforçar aquesta idea, es presenta una amortització a 10 anys del total de les propostes. Així també facilitarà al gestor una planificació d'inversions , si li cal.

En aquest estudi d'amortització es té present la instal·lació de l'acumulador, de les vàlvules termostàtiques i dels panells solars (els calculats per la piscina no).

C_0 :	Cost inversió:	17738
C_t :	Estalvi any inici:	3037
	Tipus d'interés	
i:	(mig):	5%
n:	anys estudiats:	10
	Augment del preu del gas-oil:	10%

Anys posteriors	1er	2on	3er	4rt	5è	6è	7è	8è	9è	10è	TOTAL
Estalvi net anual (Ct+%augment)	3341	3675	4042	4446	4891	5380	5918	6510	7161	7877	53242
Estalvi actualitzat al preu del diner (Ct+%augment)/(1+i)t	3182	3333	3492	3658	3832	4015	4206	4406	4616	4836	
Estalvi acumulat	3182	6515	10007	13665	17497	21512	25718	30124	34740	39576	
VAN per anys	14556	11223	-7731	-4073	-241	3774	7980	12386	17002	21838	
BENEFICI als 10 anys	21.838 €										



Entre l'any cinquè i sisè després de la inversió, aquesta ja esta amortitzada, i als 10 anys el benefici (21.838 €) ha superat la inversió inicial.

Sense tenir present la inversió, l'estalvi en compra de gas-oil és de 53.242 €.

Aquesta inversió, essent la de major inversió, és de les més ràpides en amortització: a més actuació, més estalvi.

És a dir, i ja purament com exercici de càlcul, si s'augmenta en un 50% els panells solars pressupostats (cost total 21.898 €) i es suposa que l'estalvi també és lineal, el benefici als 10 anys és de 24.454 € i l'estalvi en gas-oil (sense tenir present la inversió) es de 62.354 €. Fins i tot l'amortització es produeix abans (uns mesos).

Per acabar:

És necessària una actuació.

Bibliografia

- *Energía Solar Térmica*
Autor: Tomás Perales Benito
Editorial: Creaciones Copyright

- *Quadern Pràctic per Instal·ladors*
Generalitat de Catalunya. Institut Català d'Energia (ICAEN)

- *ATLAS SOLAR DE CATALUNYA*
Institut Català d'Energia (Departament d'Indústria i d'Energia)
Institut Cartogràfic de Catalunya (Departament de Política Territorial i Obres Públiques)
Amb la col·laboració de la U.P.C. (Universitat Politècnica de Catalunya)

- *Climatización de piscinas cubiertas*
Agustín Mailló
Director de Calidad de CIATESA

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio.
Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
BOE núm. 207

- Documentació Tècnica de varis fabricants i distribuïdors que s'adjunta en format digital amb el projecte.

- [Ecoinnova Group Solvis Jolly Mec](http://www.ecoinnova.com) (empresa col·laboradora del projecte)
www.ecoinnova.com

- <http://www.luzverde.org/main3.html>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Energía_térmica

- <http://www.monografias.com/trabajos14/energia-termica/energia-termica.shtml>

- etc.,