

Annex

A. NECESSITATS TÈRMiques	3
A.1. Necessitats d'ACS	3
A.2. Consum de calefacció	4
A.2.1. Càrrega tèrmica per transmissió de calor	4
A.2.2. Càrrega tèrmica per ventilació	11
A.2.3. Estimació de la demanda energètica	12
A.2.4. Comparació consum teòric amb consum real	14
B. SISTEMA DE CAPTACIÓ	16
B.1. Col·lectors solars tèrmics	16
B.2. Dimensionament amb productes de mercat	17
B.2.1. Característiques captadors solars tèrmics estudiats	17
B.2.2. F-Charts per a calefacció	20
B.2.3. F-Chart per a ACS	26
C. INSTAL·LACIÓ SOLAR	28
C.1. Acumuladors	28
C.2. Circuit primari	28
C.2.1. Fluid caloportador	28
C.2.2. Xarxa de canonades	29
C.2.3. Volum canonades	33
C.2.4. Característiques vasos d'expansió Heatwave-Likitech	34
C.2.5. Singularitats xarxa canonades	34
C.2.6. Característiques bomba de circulació ALPHA1	35
C.2.7. Característiques Purgador Automàtic 250031	36
C.2.8. Característiques Vàlvules	36
C.2.9. Característiques controlador TDS 100-2 (Junkers)	36
D. MANTENIMENT	37
D.1. Pla de vigilància	37
D.2. Pla de manteniment	37
E. ESTUDI ECONÒMIC	40
E.1. Cost inicial	40
E.1.1. Instal·lació per a calefacció	40
E.1.2. Instal·lació per a ACS	42
E.1.3. Instal·lació calefacció + ACS	43
E.2. Valor Actual Net (VAN)	44

E.2.1.	VAN instal·lació calefacció	45
E.2.2.	VAN instal·lació ACS.....	45
E.2.3.	VAN instal·lació calefacció i ACS.....	46

A.Necessitats tèrmiques

A.1. Necessitats d'ACS

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel ****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Figura A.1 Taula de consums d'aigua en funció de la tipologia d'habitatge. Font: [11]

El consum mensual, doncs, es calcula multiplicant el consum d'un habitatge pel nombre d'ocupants del mateix, en aquest cas 3, pel nombre de dies del mes.

$$C_{mes} = n_p \cdot C_h \cdot d$$

Equació A.1 Consum mensual

on n_p és el nombre de persones, C_h el consum de l'habitatge per persona i d el nombre de dies que té el mes corresponent.

Seguidament, per a calcular la temperatura de l'aigua de la xarxa s'utilitza l'Equació 1.2.

$$T_{x_municipi} = T_{x_capital} - (0,00495 * \Delta h)$$

Equació A.2 Càlcul temperatura de l'aigua de la xarxa municipal

Així doncs, com a dades considerades constants es troben a la Taula 1.1.

Variable	Quantitat	Unitat
Altura Collsuspina	900	m
Habitacions	2	
Persones	3	pax
Consum/persona*dia	28	l/pax*d
Calor específic H2O	4,182	kJ/kg*°C
Densitat aigua	1	kg/l
T servei	60	°C

Taula A.1 Dades constants pel càlcul d'energia necessària per a l'ACS.

Finalment, a la Taula 1.2 es pot veure un resum del càlcul de les demandes mensuals.

Mes	Dies	Txarxa BCN (°C)	Txarxa Collsuspina (°C)	Salt tèrmic (°C)	Consum ACS (l)	Necessitats Energètiques (kJ)	kWh
Gener	31	10,27	5,815	54,185	2604	590070,749	163,91
Febrer	28	10,72	6,265	53,735	2352	528540,899	146,82
Març	31	12,39	7,935	52,065	2604	566984,101	157,50
Abril	30	14,15	9,695	50,305	2520	530146,285	147,26
Maig	31	16,63	12,175	47,825	2604	520810,807	144,67
Juny	30	19,39	14,935	45,065	2520	474923,812	131,92
Juliol	31	20,91	16,455	43,545	2604	474201,915	131,72
Agost	31	22,44	17,985	42,015	2604	457540,325	127,09
Setembre	30	21,53	17,075	42,925	2520	452371,122	125,66
Octubre	31	19,07	14,615	45,385	2604	494239,382	137,29
Novembre	30	14,95	10,495	49,505	2520	521715,373	144,92
Desembre	31	11,7	7,245	52,755	2604	574498,152	159,58

Taula A.2 Resum càlcul demandes mensuals per a l'ACS.

A.2. Consum de calefacció

A.2.1. Càrrega tèrmica per transmissió de calor

Per a calcular les pèrdues per transmissió es fa ús de l'Equació 1.3.

$$Q_t = \sum_{i=1}^{n_t} A \times U \times (T_{int} - T_{ext})$$

Equació A.3 Càlcul calor perduda a través d'un tancament

En aquesta es pot veure que és necessària conèixer, a part de les temperatures, la transmissió tèrmica i l'àrea dels tancaments.

La transmitància dels tancaments, al seu temps, es calcula a partir de l'Equació 1.4.

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{int}} + \sum_{i=1}^{n_l} \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{ext}}$$

Equació A.4 Càlcul coeficient de transmissió tèrmica d'un tancament.

Per a conèixer la resistència de convecció s'utilitza la Figura 1.2.

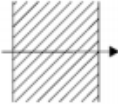
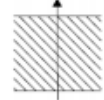
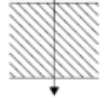
Posició del cerramiento y sentido del flujo de calor		R _{se}	R _{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

Figura A.2 Resistència convecció segons flux. Font: [13]

Pel que fa als coeficients de convecció, a la Taula 1.3 es troben les conductivitats d'aquells materials que conformen els tancaments de l'habitatge.

Material	λ (W/m · K)
Pedra natural	1,5
Guix	0,17
Rajola	1
Fusta de pi	0,12

Taula A.3 Conductivitats materials tancaments habitatge. Font: [3]

Per a calcular el coeficient de transmissió de la façana que separa l'interior de l'habitatge amb l'exterior, els valors utilitzats es poden trobar a la Taula 1.4.

Flux horitzontal	Paret interior-exterior	
Interior		
1/h_i	0,13	m ² ·°C/W
Exterior		
1/h_e	0,04	m ² ·°C/W

Mat.1	Pedra natural	
Cond.	1,5	W/m ^o C
Gruix	0,48	m
Resist.term	0,32	m ² · ^o C/W
Mat.2	Guix	
Cond.	0,17	W/m ^o C
Gruix	0,02	m
Resist.term	0,117647059	m ² · ^o C/W
TOTAL		
Resist.term	0,607647059	m ² · ^o C/W
U	1,645692159	W/m ² · ^o C

Taula A.4 Càlcul U façana exterior

Per a calcular els coeficients de transmissió de les parets que separen l'interior de l'habitatge amb l'escala que porta als pisos de dalt i de baix (ambdós no escalfats), els valors utilitzats es poden trobar a la Taula 1.5.

Flux horitzontal	Paret 35cm	Paret 10cm	
Interior			
1/hi	0,13	0,13	m ² · ^o C/W
Exterior			
1/he	0,13	0,13	m ² · ^o C/W
Mat.1	pedra	pedra	
Cond.	1,5	1,5	W/m ^o C
Gruix	0,33	0,08	m
Resist.term	0,22	0,0533333333	m ² · ^o C/W
Mat.2	guix	guix	
Cond.	0,17	0,17	W/m ^o C
Gruix	0,02	0,02	m
Resist.term	0,117647059	0,117647059	m ² · ^o C/W
TOTAL			
Resist.term	0,597647059	0,430980392	
Uf	1,673228346	2,320291174	

Taula A.5 Càlcul U parets escala

Finalment, els resultats corresponents al terra i al sostre es troben a la Taula 1.6. Aquestes transmittàncies, però, no tenen en compte el coeficient de reducció de temperatura. En aquest cas també cal tenir en compte la cambra d'aire que es crea degut a les bigues. Per a trobar a quina resistència equival aquesta cambra, s'ha utilitzat com a referència la Figura 1.3.

Situación de la cámara y dirección del flujo de calor	Espesor de la cámara, en mm				
	10	20	50	100	> 150
Cámara de aire vertical y flujo horizontal	0,16 (0,14)	0,19 (0,16)	0,21 (0,18)	0,20 (0,17)	0,19 (0,16)
Cámara de aire horizontal y flujo ascendente	0,16 (0,14)	0,17 (0,15)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)	0,19 (0,16)
Cámara de aire horizontal y flujo descendente	0,17 (0,15)	0,21 (0,18)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)	0,24 (0,21)

Resistencia térmica de la cámara R_c en $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C/kcal (m^2 \cdot ^\circ C/W)$

Figura A.3 Resistència tèrmica degut a cambres tèrmiques. Font: [6]

Flux vertical	Sostre	Terra	
Interior	Flux ascendent	Flux descendent	
1/hi	0,1	0,17	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Exterior			
1/he	0,1	0,17	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Mat.1	Rajola	Rajola	
Cond.	1	1	$W/m^\circ C$
Gruix	0,05	0,05	m
Resist.term	0,05	0,05	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Mat.2	Fusta de pi	Fusta de pi	
Cond.	0,12	0,12	$W/m^\circ C$
Gruix	0,03	0,03	m
Resist.term	0,25	0,25	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Cambra d'aire	Sí (bigues)	Sí (bigues)	
Gruix	150	150	mm
Resist.term	0,16	0,21	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Mat.3	guix	guix	
Cond.	0,17	0,17	$W/m^\circ C$
Gruix	0,02	0,02	m
Resist.term	0,117647059	0,117647059	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
TOTAL			
Resist.term	0,777647059	0,967647059	$m^2 \cdot ^\circ C/W$
Uf	1,285930408	1,03343465	$W/m^2 \cdot ^\circ C$

Taula A.6 Càlcul U sostre i terra.

Seguidament, doncs, cal introduir el coeficient de reducció de temperatura b per aquells tancaments que es troben entre un espai interior habitable i un espai interior no habitable, és a dir, entre un espai interior escalfat i un espai interior no escalfat.

Aquest coeficient depèn, primerament, de la relació que hi ha entre l'àrea que es troba entre l'espai interior escalfat i el no escalfat i l'àrea que es troba entre l'espai no escalfat i l'exterior. Seguidament, aquest també depèn de el possible aïllament d'aquests espais i de la ventilació que reben.

En el cas d'estudi ens trobem amb un espai molt ventilat, segons el DA-DB-HE-1, CAS 2, en el que cap dels dos espais es troba aïllat. Així doncs, mitjançant la Figura 1.4 ja es podrà trobar el coeficient de reducció de temperatura, b.

A_{h-nh}/A_{nh-e}	No aïllado _{nh-e} -Aïllado _{h-nh}		No aïllado _{nh-e} -No aïllado _{h-nh}		Aïllado _{nh-e} -No aïllado _{h-nh}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

Figura A.4 Coeficient de reducció de temperatura, b. Font: [13]

A la Taula 1.7 podem veure el coeficient de reducció en cada cas.

Cas	Paret escala 35cm	Paret escala 10cm	Sostre	Terra
Ah-nh	171,45	171,45	171,45	171,35
Anh-e	318,16	318,16	318,16	108,07
Ah-nh/Anh-e	0,538879809	0,538879809	0,538879809	1,585546405
b	0,77	0,77	0,77	0,56
U	1,288385827	1,786624204	0,990166415	0,578723404

Taula A.7 Coeficients de reducció i càlcul de U reduïda.

Seguidament, doncs, cal calcular els coeficients de transmissió tèrmica de les portes i finestres. Per a trobar els coeficients de les portes s'utilitzarà la Figura 1.5 coneixent que tenim tres portes, les tres de fusta, i que la porta 1 i la porta 3 són de vidre doble mentre que la porta 2 és opaca. Per a trobar aquestes transmissibilitats s'entendrà que fan de separació amb l'exterior i posteriorment se'ls hi aplicarà el coeficient de reducció, b, en cas de ser necessari.

Tipo de puerta		Separación con:	
		Exterior	Local no calefactado
Madera	Opaca	3,0 (3,5)	1,7 (2,0)
	Acrilamiento simple en < 30%	3,4 (4,0)	
	Acrilamiento simple en 30 a 60%	3,9 (4,5)	
	Acrilamiento doble	2,8 (3,3)	
Metálica	Opaca	5,0 (5,8)	3,9 (4,5)
	Acrilamiento simple	5,0 (5,8)	
	Acrilamiento doble con cámara de 6 mm en < 30%	4,7 (5,5)	
	Acrilamiento doble con cámara de 6 mm en 30 a 70%	4,1 (4,8)	
Vidrio sin carpintería		5,0 (5,8)	3,9 (4,5)
Coeficiente de transmisión térmica K, en kcal/h m ² °C (W/m ² °C)			

Figura A.5 Coeficient de transmissió tèrmica segons tipus de porta. Font: [6]

Pel que fa a les finestres, totes elles són verticals, de vidre doble, amb una cambra d'aire d'uns 9 mm i marc de fusta. Per a trobar-ne la seva transmissió cal observar la Figura 1.6.

Tipo de acristalamiento	Espesor nominal de la cámara de aire, en mm	Tipo de carpintería	Inclinación del hueco con respecto a la horizontal	
			> 60°	< 60°
Sencillo		Madera	4,3 (5,0)	4,7 (5,5)
		Metálica	5,0 (5,8)	5,6 (6,5)
Doble	6	Madera	2,8 (3,3)	3,0 (3,5)
		Metálica	3,4 (4,0)	3,7 (4,3)
	9	Madera	2,7 (3,1)	2,8 (3,3)
		Metálica	3,4 (3,9)	3,6 (4,2)
	12	Madera	2,5 (2,9)	2,7 (3,1)
		Metálica	3,2 (3,7)	3,4 (4,0)
Doble ventana	> 30	Madera	2,2 (2,6)	2,3 (2,7)
		Metálica	2,6 (3,0)	2,8 (3,2)
Hormigón translúcido	—	—	3,0 (3,5)	3,2 (3,7)
Coeficiente de transmisión térmica K, en kcal/h m ² °C (W/m ² °C)				

Figura A.6 Coeficient de transmissió tèrmica segons tipus de finestra. Font: [6]

Els resultats definitius d'aquests tancaments queden representats a la Taula 1.8.

Tancament	U_f (W/m ² · K)	b	U (W/m ² · K)
Porta 1 (interior-pis baix)	3,3	0,56	1,85
Porta 2 (interior-pis dalt)	3,5	0,77	2,7
Porta 3 (interior-exterior)	3,3	1	3,3
Finestres (interior-exterior)	3,1	1	3,1

Taula A.8 Transmissió portes i finestres habitatge.

Finalment, amb les transmitàncies, els coeficients d'orientació i les temperatures interiors i exteriors es pot calcular la calor que es perd per cada tancament. Recordar que la temperatura interior és de 21°C i l'exterior de -6,3°C. Així doncs, a la Taula 1.9 s'hi pot apreciar l'energia que es perd per cada tancament.

Tancament	Àrea (m ²)	U_f (W/m ² K)	Coeficient corrector d'orientació	U (W/m ² K)	Pèrdues (W)
Façana Sud	30,27	1,65	1	1,65	1359,87
Finestres Sud	2,16	3,10	1	3,10	182,95
Façana Nord	29,11	1,65	1,2	1,97	1569,53
Finestres Nord	1,41	3,10	1,2	3,72	142,88
Porta Nord (Balcó)	1,91	3,30	1,2	3,96	206,56
Façana Est	27,73	1,65	1,1	1,81	1370,20
Finestres Est	0,71	3,10	1,1	3,41	66,05
Façana Oest	25,60	1,65	1,1	1,81	1265,26
Finestres Oest	2,83	3,10	1,1	3,41	263,72
Coeficient corrector de temperatura					
Paret 0,5 amb pis dalt	3,41	1,43	0,77	1,10	102,67
Paret 0,35 amb pis dalt	3,78	1,67	0,77	1,29	133,00
Paret 0,1 amb pis dalt	5,56	2,32	0,77	1,79	271,08
Porta amb pis dalt	1,78	3,50	0,77	2,70	130,69
Sostre amb pis dalt	166,98	1,29	0,77	0,99	4513,73
Paret 0,35 amb pis baix	3,37	1,67	0,56	0,94	86,26
Paret 0,1 amb pis baix	3,37	2,32	0,56	1,30	119,62
Porta amb pis baix	2,70	3,30	0,56	1,85	136,16
Terra amb pis baix	166,98	1,03	0,56	0,58	2638,14
TOTAL					14558,39

Taula A.9 Resum de les pèrdues per transmissió.

A.2.2. Càrrega tèrmica per ventilació

Per a calcular les pèrdues degudes a la ventilació s'utilitza l'Equació 1.5.

$$Q_{v_local} = n_r \cdot V \cdot \rho \cdot c_e \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

Equació A.5 Càlcul pèrdues màximes per renovació d'aire

El cabal de ventilació mínim exigít pel CTE es troba a la Figura 1.7.

		Caudal de ventilación mínimo exigido q _v en l/s		
		Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Locales	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2 ⁽¹⁾	50 por local ⁽²⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

⁽¹⁾ En las cocinas con sistema de cocción por combustión o dotadas de calderas no estancas este caudal se incrementa en 8 l/s.

⁽²⁾ Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Figura A.7 Cabal de ventilació mínim exigít. Font: [12]

Aquests locals es poden separar en locals d'admissió d'aire i locals d'extracció.

El procediment és calcular el cabal d'admissió i el d'extracció i igualar-ho al més gran, ja que el cabal d'entrada ha de ser el mateix que el de sortida. Tot el procediment està desenvolupat a l'apartat 6.2.2 del treball.

Per a calcular les renovacions per hora cal, un cop conegut el cabal d'admissió de cada sala, aplicar l'Equació 1.6.

$$n_r = \frac{q \left[\frac{l}{s} \right]}{V [m^3]} \cdot \frac{3600s}{1h} \cdot \frac{1m^3}{1000l}$$

Equació A.6 Càlcul renovacions per hora

Sent q el cabal de renovació en l/s i V el volum de la sala en m³.

Cal comentar que les renovacions per hora es calculen per a totes les sales però només generaran pèrdues les sales que tenen un cabal d'admissió, ja que les que tenen cabal d'extracció o de circulació rebran l'aire ja tractat i per tant a la temperatura desitjada.

En el cas d'estudi partim de les constants que es troben a la Taula 1.10.

Constant	Valor	Unitat
Alçada local (h)	2,35	m
Tint	21	°C
Text	-6,3	°C
ρ_{aire} (10°C)	1,29	kg/m ³
c_{eaire}	0,278	Wh/kg°C

Taula A.10 Constants pel càlcul de les pèrdues per ventilació

Finalment, les pèrdues les podem veure desenvolupades a la Taula 1.11.

LOCAL	ÀREA (m ²)	VOLUM (m ³)	CABAL (l/s)	RENOV/H	PÈRDUES (W)
Dorm 1	13,23	31,09	10,00	1,16	352,45
Dorm 2	11,845	27,84	5,00	0,65	176,23
Dorm 3	18,25	42,89	0,00	0,00	0,00
Despatx	15,01	35,27	9,00	0,92	317,21
Sala gran	34,08	80,09	9,72	0,44	342,58
Sala petita	17,22	40,47	9,00	0,80	317,21
Bany	14,88	34,97	15,00	1,54	0,00
Cuina	13,86	32,57	27,72	3,06	0,00
Passadissos	7,125	16,74	4,99	1,07	0,00
TOTAL					1505,67

Taula A.11 Pèrdues per ventilació.

A.2.3. Estimació de la demanda energètica

Primerament cal conèixer les pèrdues màximes totals. Coneixent que les pèrdues màximes de transmissió són de 14558,39 W i les pèrdues màximes de ventilació són de 1505,67 W, es troba que les pèrdues màximes totals són de 16064,06 W.

Un cop conegudes les pèrdues màximes totals cal conèixer com es distribuirà la demanda energètica mensual. Per a realitzar-ne un càlcul aproximat s'utilitzarà el mètode dels graus-dia per a calefacció (Heating Degree Day, HDD).

En aquest cas s'utilitzen els graus-dia amb una base de 15°C, ja que és la que s'utilitza per a sistemes de calefacció.

A través de la pàgina www.degreedays.net s'obtenen els graus-dia dels últims 3 anys al municipi de Moià, molt proper a Collsuspina. A la Taula 1.12 se'n poden veure les dades obtingudes i a la Taula 1.13, la mitjana calculada.

Month starting	HDD	Month starting	HDD	Month starting	HDD
1/5/14	78	1/5/15	49	1/5/16	82
1/6/14	12	1/6/15	8	1/6/16	22
1/7/14	5	1/7/15	0	1/7/16	3
1/8/14	1	1/8/15	3	1/8/16	2
1/9/14	5	1/9/15	27	1/9/16	20
1/10/14	31	1/10/15	86	1/10/16	63
1/11/14	124	1/11/15	180	1/11/16	194
1/12/14	363	1/12/15	232	1/12/16	265
1/1/15	336	1/1/16	275	1/1/17	358
1/2/15	304	1/2/16	242	1/2/17	206
1/3/15	191	1/3/16	245	1/3/17	176
1/4/15	123	1/4/16	144	1/4/17	139

Taula A.12. Dades obtingudes a través de www.degreedays.net

Mes	HDD
MAIG	70
JUNY	14
JULIOL	3
AGOST	2
SETEMBRE	17
OCTUBRE	60
NOVEMBRE	166
DESEMBRE	287
GENER	323
FEBRER	251
MARÇ	204
ABRIL	135

Taula A.13 HDD mensual

Seguidament cal establir les hores d'utilització de la calefacció. En aquest cas, es considera que la calefacció funcionarà entre les 06:00h i les 00:00h, és a dir, durant 18h.

Així ja es pot calcular el consum energètic mensual en kWh a partir de l'Equació 1.7.

$$DE_{cal} = \frac{Q_T \cdot HDD \cdot h_{cal}}{1000 \cdot (t_{base} - t_{min})} \cdot c_r$$

Equació A.7 Equació demanda energètica mensual en kWh. Mètode graus-dia.

Així doncs, partint de les dades que es recullen a la Taula 1.14 podrem calcular els consums mensuals.

Pèrdues màximes		
Transmissió	14558,38796	W
Ventilació	1505,67	W
Total	16064,06	W
Hores ús calefacció	18	h
Tbase (graus-día)	18	°C
Tmín	-6,3	°C
Coefficient reescalfament	1,1	

Taula A.14 Dades per a càlcul del consum mensual.

Finalment, els consums mensuals de calefacció es troben a la Taula 1.15.

	HDD	Consum (Wh)	Consum (kJ)	Consum (kWh)
Gener	323	4227823,074	15220,16	4227,82
Febrer	251	3285398,117	11827,43	3285,40
Març	204	2670204,047	9612,73	2670,20
Abril	135	1767046,796	6361,37	1767,05
Maig	70	916246,4867	3298,49	916,25
Juny	14	183249,2973	659,70	183,25
Juliol	3	39267,70657	141,36	39,27
Agost	2	26178,47105	94,24	26,18
Setembre	17	222517,0039	801,06	222,52
Octubre	60	785354,1315	2827,27	785,35
Novembre	166	2172813,097	7822,13	2172,81
Desembre	287	3756610,595	13523,80	3756,61

Taula A.15 Consums mensuals de calefacció.

A.2.4. Comparació consum teòric amb consum real

➤ Consum real

Actualment, el sistema de calefacció de la casa és una caldera de pellets (biomassa). Els pellets tenen un PCI de 5,23 kWh/kg.

El PCI correspon al poder calorífic que no aprofita l'energia de condensació de l'aigua. D'altra banda, el PCS sí que aprofita aquesta energia i per tant amb la mateixa quantitat de combustible es genera més calor. Per a aprofitar el PCS es necessiten unes calderes específiques conegudes com a calderes de condensació. [17]

Coneixent el rendiment d'aquesta caldera i la massa de combustible comprada anualment ja es pot calcular l'energia útil destinada anualment a la calefacció de l'habitatge.

Finalment, coneixent els mesos que s'utilitza la calefacció i mitjançant els HDD es pot trobar com es distribueix aquesta energia mensualment. S'obté els resultats representats a la Figura 1.8.

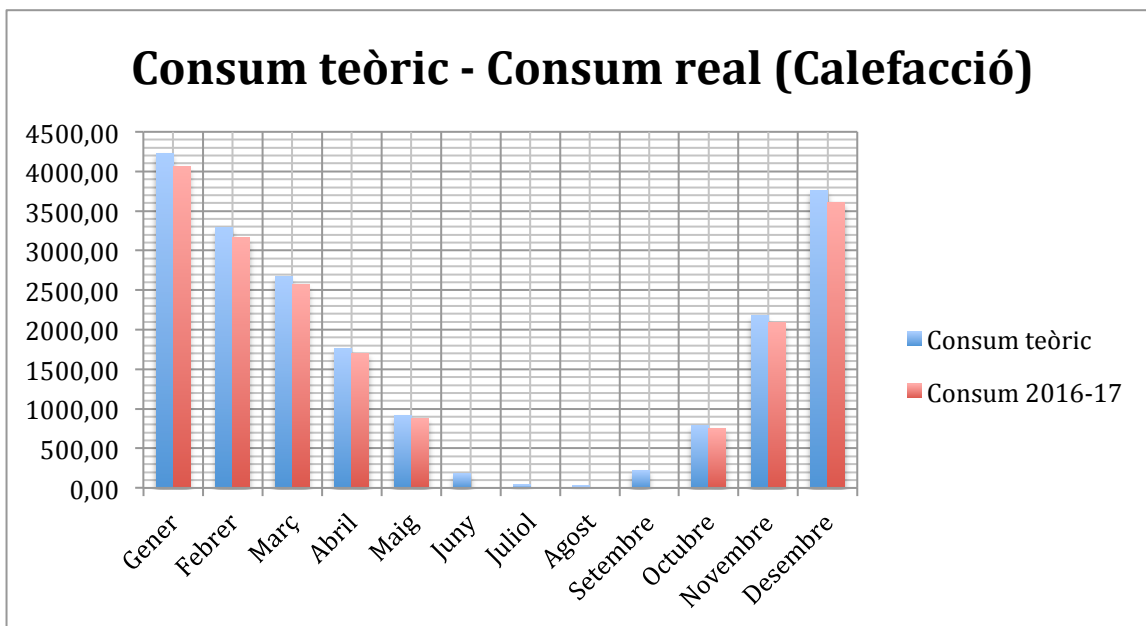


Figura A.8 Consum teòric contra consum real

Es pot apreciar com el consum de l'últim any és lleugerament inferior al consum teòric, aproximadament un 4%. Es considera bo el càlcul teòric ja que s'entén que cada any aquest consum pot variar depenent de les temperatures exteriors.

B. Sistema de captació

B.1. Col·lectors solars tèrmics

A la Taula 2.1 es poden veure les característiques facilitades pels fabricants i què signifiquen.

Característica	Significat	Unitat
Muntatge	En quin sentit es munta la placa.	Vertical / Horizontal
Mesures	Ample x Llarg x Gruix	mm
Àrea total	Ample x Llarg (carcassa)	m^2
Àrea d'obertura	Superfície visible del captador per a la radiació solar.	m^2
Àrea de l'absorbidor	Suma de les àrees de les aletes i canonades internes exposades a la radiació. Equival a l'àrea activa.	m^2
Volum de l'absorbidor	Volum total de les canonades internes.	l
Cabal nominal	Cabal òptim del captador.	l/h
Factor d'eficiència (η_0)	Percentatge dels rajos solars que penetren a l'àrea de l'absorbidor que és absorbit.	%
Coefficient pèrdues lineals (k_1)	Coefficient lineal de pèrdues (per a temperatures baixes)	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Coefficient pèrdues secundàries (k_2)	Coefficient quadràtic de pèrdues (per a temperatures baixes)	$\frac{W}{m^2 \cdot K^2}$

Taula B.1 Característiques panells solars tèrmics

B.2. Dimensionament amb productes de mercat

B.2.1. Característiques captadors solars tèrmics estudiats

➤ SKR500 (Sonnenkraft)

Característica	Valor	Unitat
Muntatge	Vertical	
Mesures	1240x2079x95	mm
Àrea total	2,57	m ²
Àrea d'obertura	2,36	m ²
Àrea de l'absorbidor	2,30	m ²
Volum de l'absorbidor	1,45	l
Cabal nominal	23-80,5	l/h
Factor d'eficiència (η_0)	80,6	%
Coefficient pèrdues lineals (k_1)	3,758	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Coefficient pèrdues secundàries (k_2)	0,0106	$\frac{W}{m^2 \cdot K^2}$
Nombre captadors utilitzats per calefacció	18	
Àrea total d'absorció	41,4	m ²
Preu unitari	620,6	€

Taula B.2 Característiques SKR500

➤ **FKT-2 S (Junkers-Bosch)**

Característica	Valor	Unitat
Muntatge	Vertical	
Mesures	1175x2170x87	mm
Àrea total	2,55	m ²
Àrea d'obertura	2,426	m ²
Àrea de l'absorbidor	2,23	m ²
Volum de l'absorbidor	1,6	l
Cabal nominal	111,5	l/h
Factor d'eficiència (η_0)	79,4	%
Coefficient pèrdues lineals (k_1)	3,863	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Coefficient pèrdues secundàries (k_2)	0,013	$\frac{W}{m^2 \cdot K^2}$
Nombre captadors utilitzats per calefacció	18	
Àrea total d'absorció	40,14	m ²
Preu unitari	579,7	€

Taula B.3 Característiques FKT-2 S

➤ QR-D (Chromagen)

Característica	Valor	Unitat
Muntatge	Vertical	
Mesures	1090x1900x90	mm
Àrea total	2,071	m ²
Àrea d'obertura	1,87	m ²
Àrea de l'absorbidor	1,77	m ²
Volum de l'absorbidor	1,2	l
Cabal nominal	79,65	l/h
Factor d'eficiència (η_0)	69,6	%
Coefficient pèrdues lineals (k_1)	4,821	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$
Coefficient pèrdues secundàries (k_2)	0,015	$\frac{W}{m^2 \cdot K^2}$
Nombre captadors utilitzats per calefacció	23	
Àrea total d'absorció	40,71	m ²
Preu unitari	503,3	€

Taula B.4 Característiques QR-D

B.2.2. F-Charts per a calefacció

➤ SKR500

Mètode F-Chart - SKR500 Calefacció												
	N	t	Ts (ambient)	DE	Irradiació	Ea	D1	K1	Ep	D2	f	Energia útil
	dies	hores	°C	kWh	$\frac{kWh}{m^2 \cdot dia}$	kWh			kWh			kWh
Gener	31	744	4,5	4227,82	4,20	3962,24	0,94	0,82	8574,55	2,03	0,64	2716,16
Febrer	28	672	5,3	3285,40	4,96	4226,39	1,29	0,82	7679,88	2,34	0,82	2700,41
Març	31	744	6,8	2670,20	5,80	5471,67	2,05	0,82	8368,04	3,13	1,08	2670,20
Abril	30	720	8,8	1767,05	5,19	4738,26	2,68	0,82	7924,33	4,48	1,16	1767,05
Maig	31	744	12,6	916,25	5,36	5056,58	5,52	0,82	7847,29	8,56	1,41	916,25
Juny	30	720	16,7	183,25	5,58	5094,31	27,80	0,82	7237,90	39,50	301,41	183,25
Juliol	30	720	19,7	39,27	5,80	5295,16	134,84	0,82	6977,23	177,67	48437,87	39,27
Agost	31	744	19,5	26,18	5,91	5575,44	212,94	0,82	7227,76	276,05	196824,66	26,18
Setembre	30	720	17,0	222,52	5,54	5057,80	22,73	0,82	7211,83	32,41	149,08	222,52
Octubre	31	744	12,4	785,35	5,01	4726,39	6,02	0,82	7865,24	10,01	1,54	785,35
Novembre	30	720	7,9	2172,81	4,16	3797,91	1,75	0,82	8002,53	3,68	0,95	2063,99
Desembre	31	744	5,1	3756,61	3,94	3716,96	0,99	0,82	8520,68	2,27	0,66	2482,89

Taula B.5 F-Chart calefacció SKR500

Eu (anual) = 16573,52 kWh

CA (%) = 82,65%

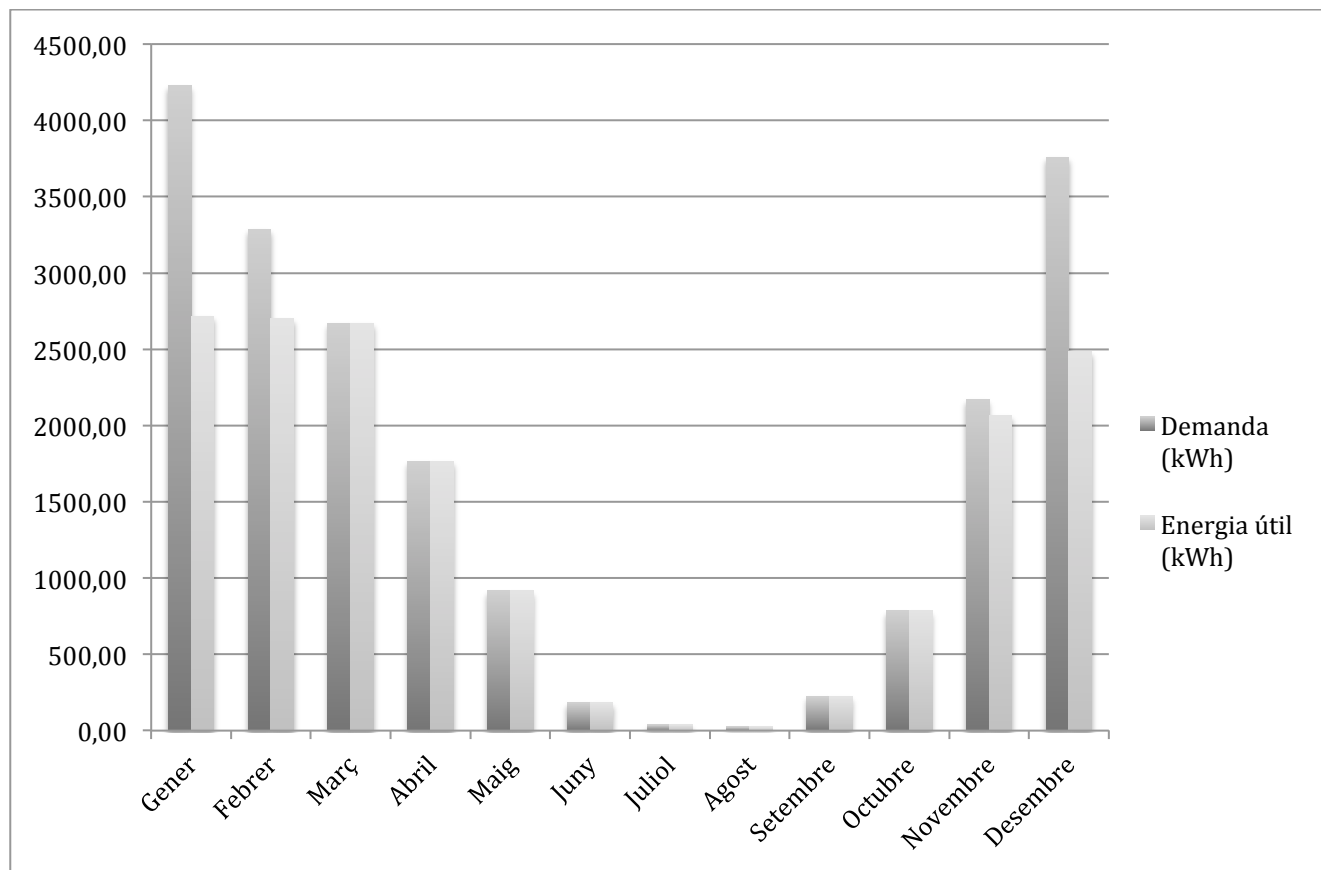


Figura B.1 Demanda i energia útil produïda pels captadors (SKR500)

➤ **FKT-2 S**

Mètode F-Chart – FKT-2 S												
	N	t	Ts (ambient)	DE	Irradiació	Ea	D1	K1	Ep	D2	f	Energia útil
	dies	hores	°C	kWh	$\frac{kWh}{m^2 \cdot dia}$	kWh			kWh			kWh
Gener	31	744	4,5	4227,82	4,20	3784,46	0,90	0,82	8545,87	2,02	0,62	2605,06
Febrer	28	672	5,3	3285,40	4,96	4036,76	1,23	0,82	7654,19	2,33	0,79	2604,24
Març	31	744	6,8	2670,20	5,80	5226,16	1,96	0,82	8340,05	3,12	1,05	2670,20
Abril	30	720	8,8	1767,05	5,19	4525,65	2,56	0,82	7897,82	4,47	1,13	1767,05
Maig	31	744	12,6	916,25	5,36	4829,69	5,27	0,82	7821,04	8,54	1,34	916,25
Juny	30	720	16,7	183,25	5,58	4865,73	26,55	0,82	7213,69	39,36	257,29	183,25
Juliol	30	720	19,7	39,27	5,80	5057,57	128,79	0,82	6953,89	177,08	42040,60	39,27
Agost	31	744	19,5	26,18	5,91	5325,27	203,39	0,82	7203,59	275,12	171079,22	26,18
Setembre	30	720	17,0	222,52	5,54	4830,85	21,71	0,82	7187,71	32,30	126,64	222,52
Octubre	31	744	12,4	785,35	5,01	4514,32	5,75	0,82	7838,94	9,98	1,43	785,35
Novembre	30	720	7,9	2172,81	4,16	3627,50	1,67	0,82	7975,76	3,67	0,92	2000,61
Desembre	31	744	5,1	3756,61	3,94	3550,18	0,95	0,82	8492,18	2,26	0,63	2381,87

Taula B.6 F-Chart calefacció FKT-2 S

Eu (anual) = 16201,84 kWh

CA (%) = 80,8%



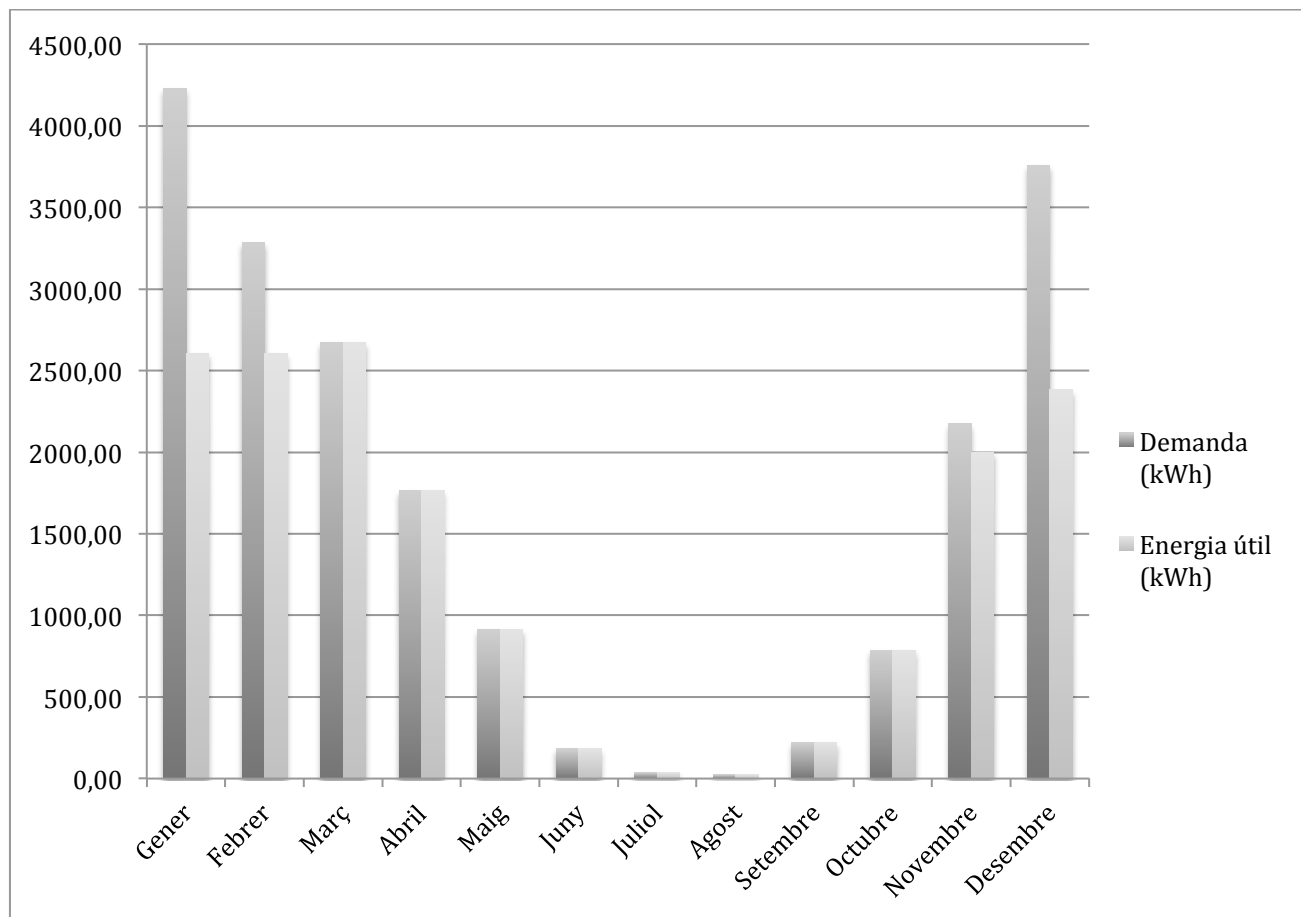


Figura B.2 Demanda i energia útil produïda pels captadors (FKT-2 S)

➤ QR-D

Mètode F-Chart – QR-D												
	N	t	Ts (ambient)	DE	Irradiació	Ea	D1	K1	Ep	D2	f	Energia útil
	dies	hores	°C	kWh	$\frac{kWh}{m^2 \cdot dia}$	kWh			kWh			kWh
Gener	31	744	4,5	4227,82	4,20	3364,47	0,80	0,82	10816,64	2,56	0,52	2198,61
Febrer	28	672	5,3	3285,40	4,96	3588,76	1,09	0,82	9688,03	2,95	0,68	2277,35
Març	31	744	6,8	2670,20	5,80	4646,17	1,74	0,82	10556,14	3,95	0,93	2565,03
Abril	30	720	8,8	1767,05	5,19	4023,41	2,28	0,82	9996,40	5,66	1,02	1894,63
Maig	31	744	12,6	916,25	5,36	4293,70	4,69	0,82	9899,21	10,80	1,16	1195,66
Juny	30	720	16,7	183,25	5,58	4325,74	23,61	0,82	9130,48	49,83	171,81	7307,55
Juliol	30	720	19,7	39,27	5,80	4496,29	114,50	0,82	8801,65	224,13	29253,33	42746,43
Agost	31	744	19,5	26,18	5,91	4734,28	180,84	0,82	9117,69	348,27	119512,91	66539,71
Setembre	30	720	17,0	222,52	5,54	4294,73	19,30	0,82	9097,60	40,88	83,52	5326,01
Octubre	31	744	12,4	785,35	5,01	4013,33	5,11	0,82	9921,86	12,63	1,20	1032,44
Novembre	30	720	7,9	2172,81	4,16	3224,93	1,48	0,82	10095,05	4,65	0,79	1776,29
Desembre	31	744	5,1	3756,61	3,94	3156,19	0,84	0,82	10748,69	2,86	0,53	2023,03

Taula B.7 F-Chart calefacció QR-D

Eu (anual) = 14605,67 kWh

CA (%) = 72,84%

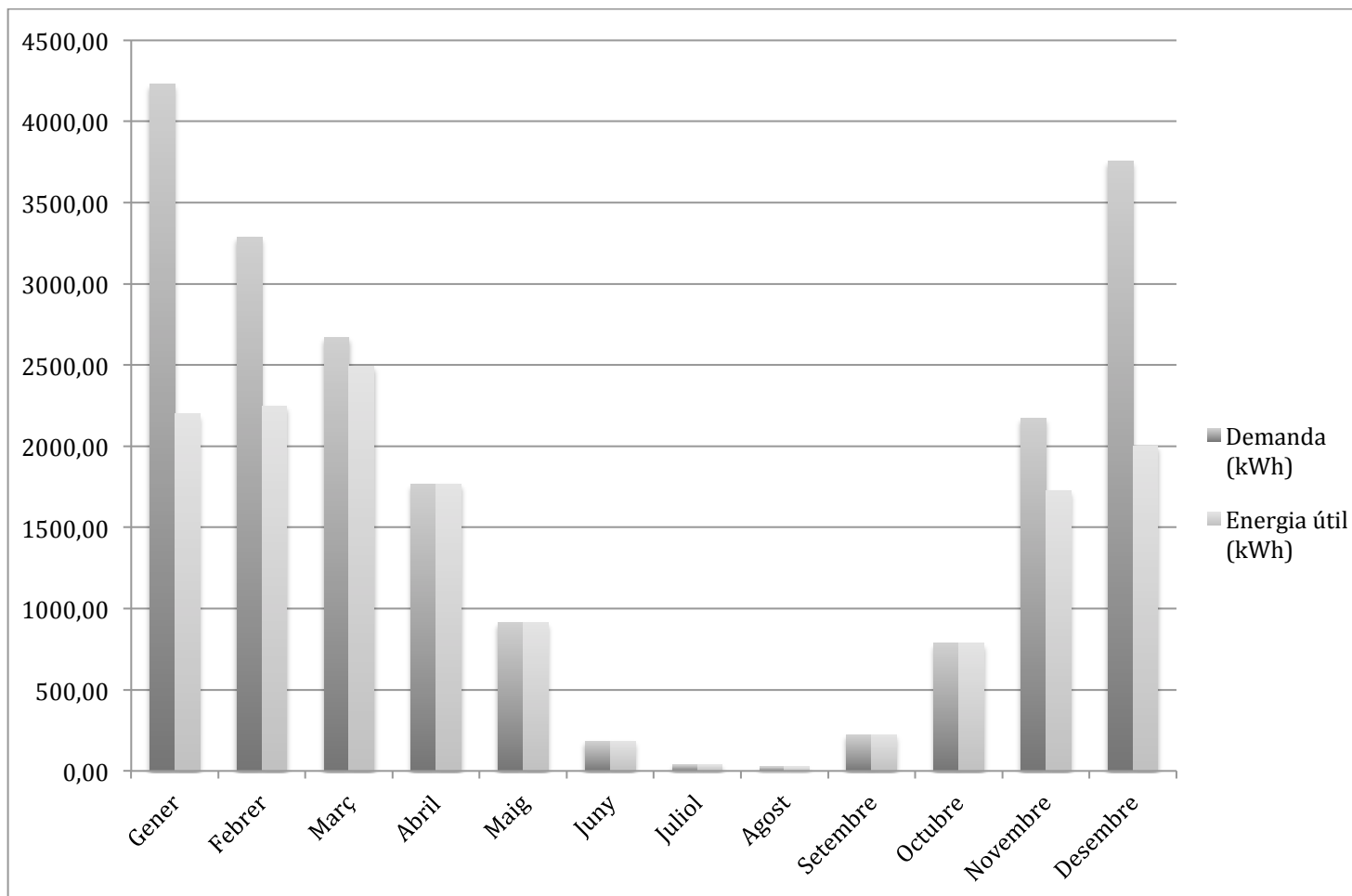


Figura B.3 Demanda i energia útil produïda pels captadors (QR-D)



B.2.3. F-Chart per a ACS

➤ FKT-2 S (1 captador)

Mètode F-Chart – FKT-2 S (ACS)															
	N	t	Ts	Tx	Tacs-Tx	DE	Irradiació	Ea	D1	K1	K2	Ep	D2	f	Energia útil
	dies	hores	°C	°C	°C	kWh/mes	$\frac{kWh}{m^2 \cdot dia}$	kWh				kWh			kWh
Gener	31	744	4,5	5,815	54,19	163,91	4,2	210,25	1,28	0,82	0,99	469,33	2,86	0,79	129,62
Febrer	28	672	5,3	6,265	53,74	146,82	4,96	224,26	1,53	0,82	1,00	423,38	2,88	0,90	132,77
Març	31	744	6,8	7,935	52,07	157,50	5,8	290,34	1,84	0,82	1,04	483,49	3,07	1,02	157,50
Abril	30	720	8,8	9,695	50,31	147,26	5,19	251,43	1,71	0,82	1,09	478,25	3,25	0,96	141,01
Maig	31	744	12,6	12,175	47,83	144,67	5,36	268,32	1,85	0,82	1,15	497,95	3,44	1,00	144,67
Juny	30	720	16,7	14,935	45,07	131,92	5,58	270,32	2,05	0,82	1,22	487,38	3,69	1,05	131,92
Juliol	30	720	19,7	16,455	43,55	131,72	5,8	280,98	2,13	0,82	1,25	482,13	3,66	1,08	131,72
Agost	31	744	19,5	17,985	42,02	127,09	5,91	295,85	2,33	0,82	1,32	529,86	4,17	1,10	127,09
Setembre	30	720	17	17,075	42,93	125,66	5,54	268,38	2,14	0,82	1,31	523,78	4,17	1,05	125,66
Octubre	31	744	12,4	14,615	45,39	137,29	5,01	250,80	1,83	0,82	1,26	547,08	3,98	0,96	132,18
Novembre	30	720	7,9	10,495	49,51	144,92	4,16	201,53	1,39	0,82	1,14	503,15	3,47	0,81	117,53
Desembre	31	744	5,1	7,245	52,76	159,58	3,94	197,23	1,24	0,82	1,04	489,85	3,07	0,76	120,57

Taula B.8 F-Chart ACS FKT-2 S

Eu (anual) = 1592,25 kWh

CA (%) = 92,66%

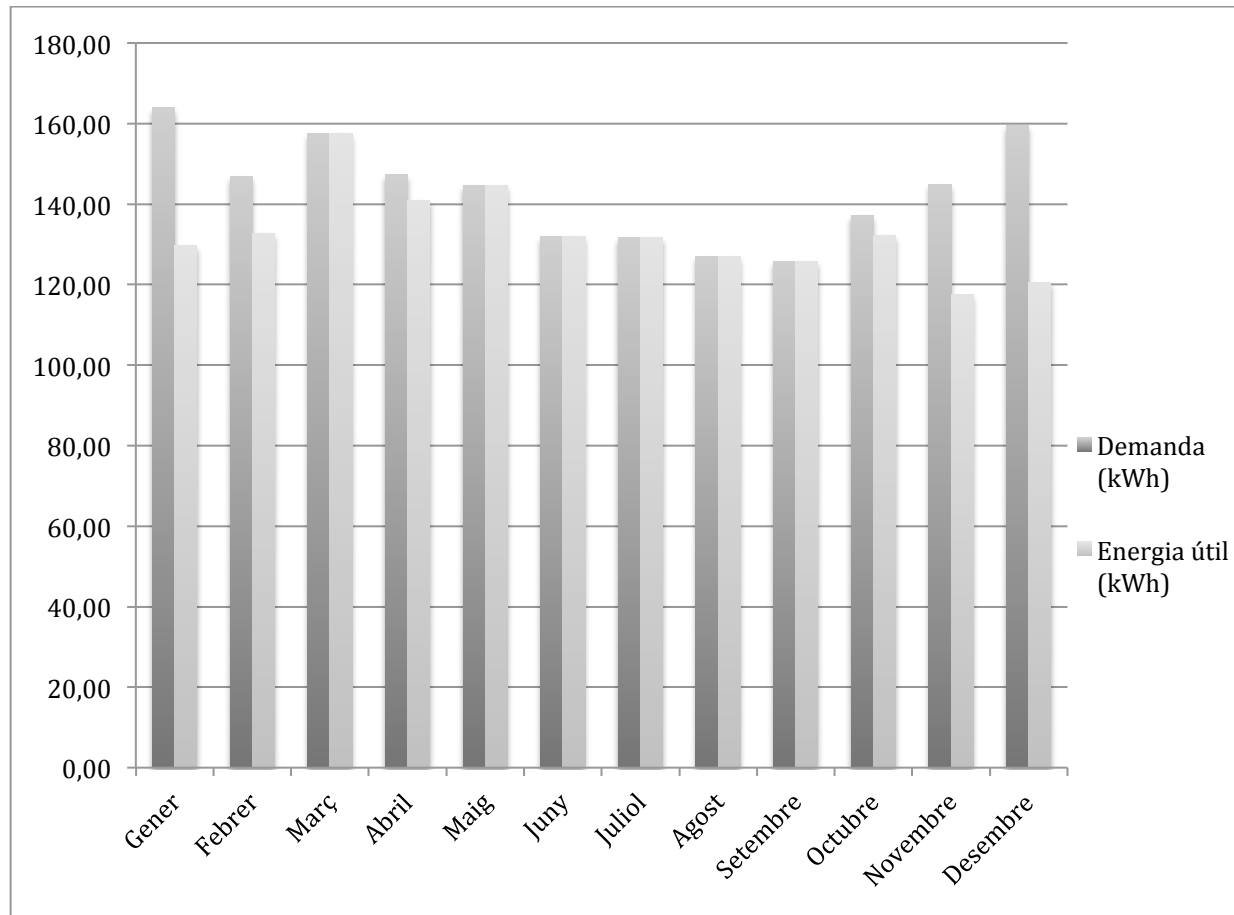


Figura B.4 Demanda i energia útil ACS produïda amb un captador FKT-2 S

C.Instal·lació solar

C.1. Acumuladors

Model	S-ZB Solar 160	MVV 300 SB	Unitats
Capacitat	160	3000	m ³
Tipus acumulador	Acer vitrificat	Acer vitrificat	
Altura	1172	2305	mm
Diàmetre	540	1660	mm
Intercanviador	Serpentí	Serpentí	
Volum serpentí	4,86	23,8	l
Superfície d'intercanvi	0,69	5	m ²
Potència màxima d'intercanvi	19,3	143,6	kW
Preu	496,81	6838,95	€

Taula C.1 Característiques acumuladors

C.2. Circuit primari

C.2.1. Fluid caloportador

Instal·lació	Volum fluid (l)	% Etilenglicol	Volum Etilenglicol (l)	Volum Aigua (l)
ACS	85,76	35	30,016	55,744
Calefacció	7,43	35	2,6	4,83

Taula C.2 Fluid caloportador de cada instal·lació

C.2.2. Xarxa de canonades

➤ Mètode per al dimensionat

Primerament cal imposar una pèrdua de càrrega unitària inicial (h_{fl}) de $20\text{mmca}/\text{m}$, ja que aquest s'ha de trobar entre 10 i $40\text{mmca}/\text{m}$. Partint de la pèrdua de càrrega unitària, el cabal (Q), la viscositat cinemàtica (ν), i la rugositat interior del conducte (ε) es podrà trobar el diàmetre de conducció, és a dir, el diàmetre interior de les canonades (D_i). Els càlculs es realitzen per a una $L=1\text{m}$. Es segueixen els següents passos:

- Es dona un valor al coeficient de fregament (f) de la canonada.
- Es calcula el diàmetre a partir de l'equació de Darcy (Equació 3.1):

$$D_i = \sqrt[5]{\frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{h_{fl} \cdot g \cdot \pi^2 \cdot f}}$$

Equació C.1 Equació de Darcy

- Es calcula el nombre de Reynolds a partir de l'Equació 3.2:

$$Re = \frac{v \cdot D_i}{\nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_i \cdot \nu}$$

Equació C.2 Equació per al càlcul del nombre de Reynolds

- Es troba la rugositat relativa amb l'Equació 3.3:

$$e = \frac{\varepsilon}{D_i}$$

Equació C.3 Equació per al càlcul de la rugositat relativa

- Amb el Reynolds i la rugositat relativa, a partir de l'àbac de Moody (Figura 3.1) es troba un nou valor per al coeficient de fregament (f_{nou}).
- Es repeteix el càlcul fent servir el nou coeficient, iterativament.
- Un cop els dos coeficients siguin molt propers es donarà el càlcul per finalitzat.

A la Taula 3.3 es poden trobar les dades constants referents al fluid caloportador i el material de les canonades necessàries per a realitzar els càlculs, i a la Taula 3.4 es pot veure el càlcul iteratiu i els diàmetres òptims en cada canonada.

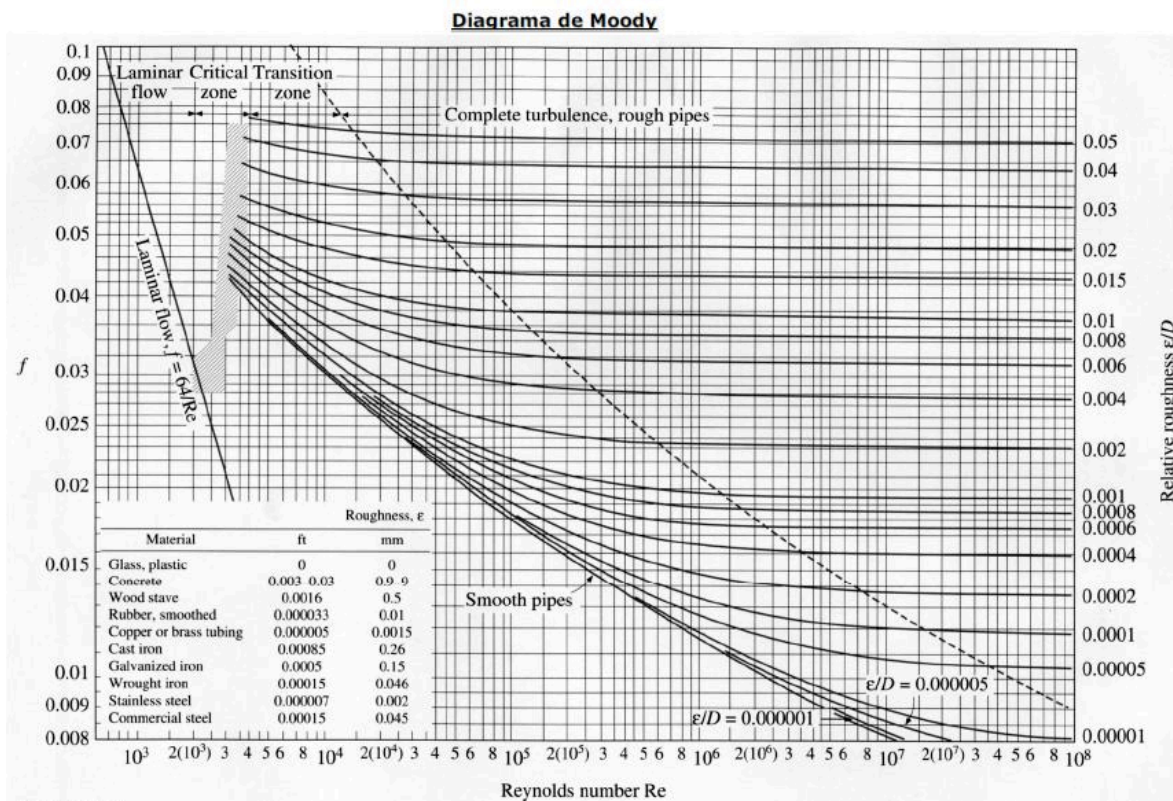


Figura C.1 Àbac de Moody.

Dada	Valor	Unitat
Viscositat cinemàtica (fluid caloportador)	$1,3 \cdot 10^{-6}$	m^2/s
Rugositat interior del conducte	$1,5 \cdot 10^{-6}$	m

Taula C.3 Característiques constants pel dimensionat de les canonades

➤ **Predimensionat canonades**

q [L/h]	2007	1003,5	892	780,5	669	557,5	446	334,5	223	111,5
q [L/s]	5,58E-01	2,79E-01	2,48E-01	2,17E-01	1,86E-01	1,55E-01	1,24E-01	9,29E-02	6,19E-02	3,10E-02
q [m3/s]	5,58E-04	2,79E-04	2,48E-04	2,17E-04	1,86E-04	1,55E-04	1,24E-04	9,29E-05	6,19E-05	3,10E-05
hfl [mca/m]	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
f inicial	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Di	0,0303	0,0230	0,0219	0,0208	0,0195	0,0182	0,0166	0,0148	0,0126	0,0095
Re	1,80E+04	1,19E+04	1,11E+04	1,02E+04	9,31E+03	8,35E+03	7,30E+03	6,14E+03	4,82E+03	3,18E+03
e (rug rel)	4,95E-05	6,53E-05	6,84E-05	7,22E-05	7,67E-05	8,25E-05	9,03E-05	1,01E-04	1,19E-04	1,57E-04
f 2	0,0264	0,029	0,0294	0,03	0,0306	0,0314	0,0326	0,0342	0,0364	0,0420
Di 2	0,0321	0,0248	0,0237	0,0225	0,0213	0,0199	0,0183	0,0165	0,0142	0,0111
Re 2	1,70E+04	1,10E+04	1,02E+04	9,42E+03	8,55E+03	7,63E+03	6,62E+03	5,52E+03	4,27E+03	2,74E+03
e 2	4,68E-05	6,06E-05	6,33E-05	6,65E-05	7,05E-05	7,54E-05	8,18E-05	9,10E-05	1,06E-04	1,35E-04
f 3	0,0268	0,0294	0,03	0,0304	0,0312	0,0322	0,0338	0,0358	0,0382	0,0420
Di def	0,0322	0,0248	0,0238	0,0226	0,0214	0,0200	0,0185	0,0166	0,0143	0,0111
Re def	1,70E+04	1,10E+04	1,02E+04	9,39E+03	8,52E+03	7,59E+03	6,57E+03	5,47E+03	4,23E+03	2,74E+03
e def	4,66E-05	6,04E-05	6,31E-05	6,64E-05	7,02E-05	7,50E-05	8,13E-05	9,01E-05	1,05E-04	1,35E-04
f def	0,0268	0,0294	0,03	0,0304	0,0312	0,0322	0,0338	0,0358	0,0382	0,0420

Taula C.4 Càlcul iteratiu dimensionat canonades

➤ **Dimensionat canonades**

Seguidament cal trobar quin diàmetre dels que es comercialitza és l'adequat per a cada canonada. Un cop escollit el diàmetre definitiu caldrà calcular la velocitat del fluid, el coeficient de fregament i la pèrdua de càrrega unitària. És a dir, un cop seleccionat el diàmetre adequat, es seguiran els següents passos:

- Determinació de la velocitat amb l'Equació 3.4:

$$v = Q/D_i$$

Equació C.4 Equació per al càlcul de la velocitat del fluid

- Càlcul del nou Re mitjançant l'Equació 3.2.
- Càlcul del nou valor de la rugositat relativa e amb l'Equació 3.3.
- Determinació del nou valor del coeficient de fregament f a partir del nombre de Reynold i la rugositat relativa amb el diagrama de Moody.
- Determinació del nou valor de pèrdua de càrrega lineal unitària, $hfl \left[\frac{mca}{m}\right]$, a partir de l'Equació de Darcy (Equació 3.5):

$$hfl = \frac{f \cdot v^2}{D_i \cdot 2 \cdot g}$$

Equació C.5 Equació de Darcy per a calcular la pèrdua de càrrega lineal unitària

A la Taula 3.5 es troben les canonades escollides per a cada tram i les característiques que comportaran.

Q [L/h]	Di [mm]	Dext [mm]	v [m/s]	Re	e	f	hfl [mmca/m]
2007	33	35	0,65	16546	4,55E-05	0,027	17,72
1003,5	26	28	0,53	10500	5,77E-05	0,03	16,21
892	26	28	0,47	9334	5,77E-05	0,0306	13,06
780,5	20	22	0,69	10617	7,50E-05	0,03	36,41
669	20	22	0,59	9100	7,50E-05	0,0308	27,46
557,5	20	22	0,49	7584	7,50E-05	0,0322	19,94

446	20	22	0,39	6067	7,50E-05	0,0342	13,55
334,5	16	18	0,46	5688	9,38E-05	0,0356	24,22
223	14	16	0,40	4334	1,07E-04	0,038	22,40
111,5	12	14	0,27	2528	1,25E-04	0,042	13,38

Taula C.5 Característiques xarxa canonades

C.2.3. Volum canonades

Per a entendre les longituds de les canonades cal tenir en compte les mesures dels captadors FKT-2 S i que s'utilitzen 4m de canonada per a connectar la xarxa del sostre amb els dipòsits acumuladors. D'altra banda, per acabar de trobar unes mesures properes a les que serien en un cas real, s'ha confeccionat la Figura 3.2.

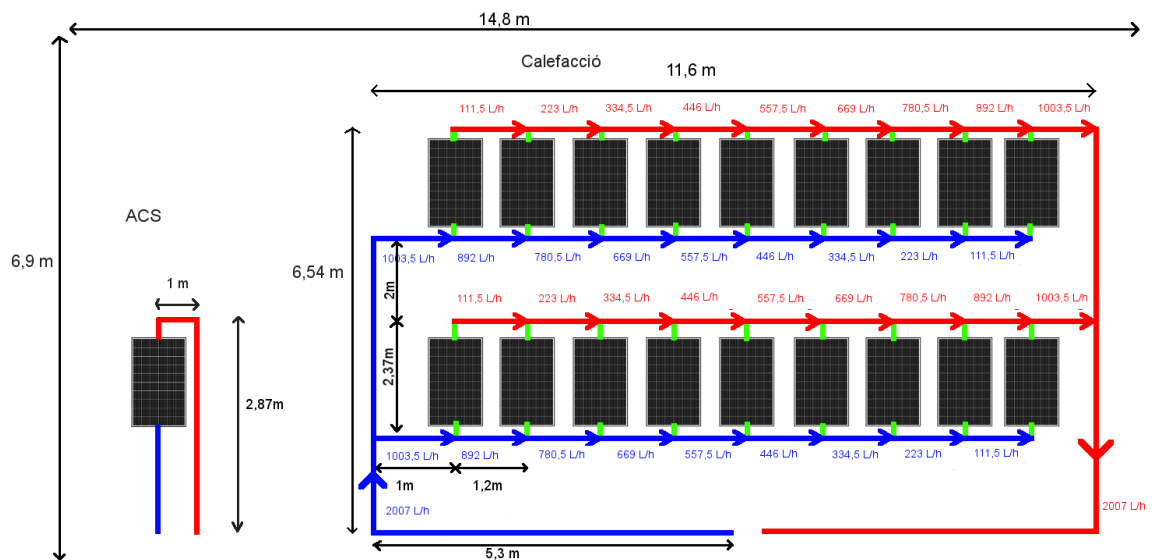


Figura C.2 Esquema del sostre amb mesures de la xarxa hidràulica

Instal·lació ACS a la Taula 3.6:

Cabal [L/h]	Di[mm]	Longitud [m]	Volum [l]
111,50	12,00	8,57	0,97

Taula C.6 Volum canonades instal·lació ACS

Instal·lació calefacció a la Taula 3.7:

Cabal [L/h]	Di[mm]	Longitud [m]	Volum [l]
2007	33	17,97	15,37
1003,5	26	12,34	6,55
892	26	4,8	2,55
780,5	20	4,8	1,51

669	20	4,8	1,51
557,5	20	4,8	1,51
446	20	4,8	1,51
334,5	16	4,8	0,97
223	14	4,8	0,74
111,5	12	8,4	0,95
TOTAL			33,16

Taula C.7 Volum canonades instal·lació calefacció

C.2.4. Característiques vasos d'expansió Heatwave-Likitech

Característica	ACS	Calefacció	Unitats
Volum	2	12	Litres
Material membrana	Butil	Butil	
Temperatura màxima	100	100	°C
Pressió màxima	10	10	Bar
Preu	30,54	46,2	€

Taula C.8 Característiques vasos d'expansió

C.2.5. Singularitats xarxa canonades

➤ Instal·lació ACS

Cabal	Di [mm]	Singularitat	Quantitat	Lequiv [m]	Lsing [m]
111,5	14	Colze 90º	2	0,5	1
111,5	14	Corba 90º	2	0,3	0,6
					1,6

Taula C.9 Singularitats xarxa canonades ACS

➤ Instal·lació calefacció

Cabal	Di [mm]	Singularitat	Quantitat	Lequiv [m]	Lsing [m]
2007	33	Colze 90º	2	1	2
2007	33	Corba 90º	2	0,8	1,6
2007	33	Desviació	1	1,5	1,5
2007	33	Unió	1	0,5	0,5
				Total	5,6
1003,5	26	Colze 90º	2	0,8	1,6

1003,5	26	Desviació	2	1,5	3
1003,5	26	Unió	2	0,5	1
Total					5,6
892	26	Desviació	2	1,5	3
892	26	Unió	2	0,5	1
Total					4
780,5	20	Desviació	2	1,5	3
780,5	20	Unió	2	0,5	1
Total					4
669	20	Desviació	2	1,5	3
669	20	Unió	2	0,5	1
Total					4
557,5	20	Desviació	2	1,5	3
557,5	20	Unió	2	0,5	1
Total					4
446	20	Desviació	2	1,5	3
446	20	Unió	2	0,5	1
Total					4
334,5	16	Desviació	2	1,5	3
334,5	16	Unió	2	0,5	1
Total					4
223	14	Desviació	2	1,5	3
223	14	Unió	2	0,5	1
Total					4
111,5	12	Colze 90º	4	0,5	2
Total					2

Taula C.10 Singularitats xarxa canonades calefacció

C.2.6. Característiques bomba de circulació ALPHA1

Característica	ALPHA1 25-40 Grunfos	Unitats
Pressió màxima	10	bars
Temperatura màxima	110	°C
Preu	194,2	€

Taula C.11 Característiques bomba de circulació.

C.2.7. Característiques Purgador Automàtic 250031

Característica	Purgador Automàtic 250031 Caleffi	Unitats
Pressió màxima	10	bar
Temperatura màxima	180	°C
Màxim etilenglicol	50	%
Preu	25,4	€

*Taula C.12 Característiques purgador automàtic***C.2.8. Característiques Vàlvules**

Característica	Vàlvula seguretat 3127	Vàlvula esfera MH Solar	Unitats
Marca	Caleffi	Genebre	
Pressió màxima	7	25	bar
Temperatura màxima	110	160	°C
Preu	9,5	6,95	€

*Taula C.13 Característiques vàlvules***C.2.9. Característiques controlador TDS 100-2 (Junkers)**

Característica	TDS 100-2
Sondes temperatura	3 entrades NTC
Sortides	1 sortida per triac
Antigelades	Sí
Muntatge	Sobre la paret
Preu	284,35 €

Taula C.14 Característiques vàlvules

D. Manteniment

D.1. Pla de vigilància

Elemento de la instal·lació	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín

Figura D.1 Pla de vigilància instal·lació solar. IV: Inspecció visual. Font: [11]

D.2. Pla de manteniment

➤ Sistema captació

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original
Cristales	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

Figura D.2 Pla de manteniment. Sistema de captació. Font: [11]

*Operacions opcionals a realitzar en cas de no utilització durant l'estiu.

➤ **Sistema d'acumulació**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

Figura D.3 Pla de manteniment. Sistema d'acumulació. Font: [11]

➤ **Sistema d'intercanvi**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

Figura D.4 Pla de manteniment. Sistema d'intercanvi. CF: Control funcionament. Font: [11]

➤ **Sistema de captació**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

Figura D.5 Pla de manteniment. Sistema de captació. Font: [11]

➤ **Sistema elèctric i de control**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

Figura D.6 Pla de manteniment. Sistema elèctric i de control. Font: [11]

➤ **Sistema d'energia auxiliar**

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

Figura D.7 Pla de manteniment. Sistema d'energia auxiliar. Font: [11]

E. Estudi econòmic

E.1. Cost inicial

E.1.1. Instal·lació per a calefacció

➤ Cost instal·lació

Component	Producte	Marca	Característiques	[u]	[€/u]	Preu total [€]
Captador	FKT-2	Junkers-Bosch	Model S (Vertical). Accessoris inclosos.	18	579,7	10434,60
Estructura suport	FV 9 - 2	Junkers-Bosch	Per 9 captadors verticals	1	1155	1155,00
Dipòsit acumulador	MVV 3000 SB	Junkers-Bosch	3000 litres. Intercanviador serpentí inclòs.	1	6838,95	6838,95
Fluid Caloportador	Etilenglicol 99%	PureChem	Volum: 5 litres	6	13,96	83,76
Canonada	Coure 33-35	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	17,97*	12,9	231,81
	Coure 26-28	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	17,14*	9,08	155,63
	Coure 20-22	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	19,2*	6,9	132,48
	Coure 16-18	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	4,8*	5,76	27,65
	Coure 14-16	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	4,8*	5,96	28,61
	Coure 12-14	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	8,4*	4,72	39,65
Singularitat	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 33-35	2	9,18	18,36
	Corba 90º	Comercial Bastos	Coure 33-35	2	7,61	15,22
	Desviació	Comercial Bastos	Coure 33-35	1	23,7	23,70
	Unió	Comercial Bastos	Coure 33-35	1	23,7	23,70
	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 26-28	2	2,57	5,14
	Desviació	Comercial Bastos	Coure 26-28	4	10,1	40,40
	Unió	Comercial Bastos	Coure 26-28	4	10,1	40,40
	Desviació	Comercial Bastos	Coure 20-22	8	8,42	67,36

	Unió	Comercial Bastos	Coure 20-22	8	8,42	67,36
	Desviació	Comercial Bastos	Coure 16-18	2	4,16	8,32
	Unió	Comercial Bastos	Coure 16-18	2	4,16	8,32
	Desviació	Comercial Bastos	Coure 14-16	2	2,28	4,56
	Unió	Comercial Bastos	Coure 14-16	2	2,28	4,56
	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 12-14	4	0,65	2,60
Vas Expansió	HW 12L	Heatwave-Likitech	12 litres. Tmax: 100ºC. Pmax: 10bar.	1	46,2	46,20
Bomba de circulació	Alpha1 25-40	Grundfos	Tmax: 110ºC. Pmax: 10 bar. 180mm	1	194,2	194,20
Purgador	Purgador automàtic	Caleffi	Tmax: 180ºC. Pmax: 10 bar. Max glicol: 50%.	2	25,4	50,80
Vàlvula seguretat	M-H 7 bar	Caleffi	Tmax: 110ºC.	1	9,5	9,50
Vàlvula esfera	M-H PN 25	Genebre	Tmax: 160ºC	2	6,95	13,90
Controlador	TDS 100-2	Junkers-Bosch	3 entrades per a sondes de temperatura.	1	284,35	284,35
Disipador	Disip Eco1	Salvador Escoda	Vàlvula termostàtica, bateria de dissipació i accessoris.	1	399	399,00
Conductes	Per concretar	Per concretar	Acoblament amb circuit secundari. Preu aprox.	1	500	500,00
TOTAL						20956,09

Taula E.1 Cost instal·lació calefacció. * Les unitats són metres lineals

➤ Cost honoraris projectista

	Feines	Hores	Preu hora [€/h]	Total [€]
Enginyer Junior	Càlcul necessitats tèrmiques + Instal·lació solar	150	36,3**	5445,00

Taula E.2 Cost honoraris instal·lació calefacció. ** El preu té inclòs l'IVA del 21%.

PREU TOTAL=26375,66€

E.1.2. Instal·lació per a ACS

➤ Cost instal·lació

Component	Producte	Marca	Característiques	[u]	[€/u]	Preu total [€]
Captador	FKT-2	Junkers-Bosch	Model S (Vertical). Accessoris inclosos.	1	579,7	579,70
Estructura suport	FV 1 - 2	Junkers-Bosch	Per 1 captador vertical	1	195	195,00
Dipòsit acumulador	S-ZB	Junkers-Bosch	160 litres. Intercanviador serpentiní inclòs. Resist. Elèctrica	1	496,81	496,81
Fluid Caloportador	Etilenglicol 99%	PureChem	Volum: 5 litres	1	13,96	13,96
Canonades	Coure 12-14	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	8,57*	4,72	40,45
Singularitats	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 12-14	2	0,65	1,30
	Corba 90º	Comercial Bastos	Coure 12-14	2	0,8	1,60
Vas Expansió	HW 2L	Heatwave-Likitech	2 litres. Tmax: 100ºC. Pmax: 10bar.	1	30,54	30,54
Bomba de circulació	Alpha1 25-40	Grundfos	Tmax: 110ºC. Pmax: 10 bar. 180mm	1	194,2	194,20
Purgador	Purgador automàtic	Caleffi	Tmax: 180ºC. Pmax: 10 bar. Max glicol: 50%.	1	25,4	25,40
Vàlvula seguretat	M-H 7 bar	Caleffi	Tmax: 110ºC.	1	9,5	9,50
Vàlvula esfera	M-H PN 25	Genebre	Tmax: 160ºC	2	6,95	13,90
Controlador	TDS 100-2	Junkers-Bosch	3 entrades per a sondes de temperatura.	1	284,35	284,35
Conductes	Per concretar	Per concretar	Acoblament amb circuit secundari. Preu aprox.	1	200	200,00
TOTAL						2086,71

Taula E.3 Cost instal·lació ACS. *Les unitats són metres lineals

➤ Cost honoraris projectista

Feines	Hores	Preu hora [€/h]	Total [€]
Enginyer Junior Càlcul necessitats tèrmiques + Instal·lació solar	80	36,3**	2904,00

Taula E.4 Cost honoraris instal·lació ACS. ** El preu té inclòs l'IVA del 21%.

PREU TOTAL=4990,71€

E.1.3. Instal·lació calefacció + ACS

Component	Producte	Marca	Característiques	[u]	[€/u]	Preu total [€]
Captador	FKT-2	Junkers-Bosch	Model S (Vertical). Accessoris inclosos.	18	579,7	10434,60
Estructura suport	FV 9 - 2	Junkers-Bosch	Per 9 captadors verticals	1	1155	1155,00
Dipòsit acumulador calefacció	MVV 3000 SB	Junkers-Bosch	3000 litres. Intercanviador serpentiní inclòs.	1	6838,95	6838,95
Dipòsit acumulador ACS	S-ZB	Junkers-Bosch	160 litres. Intercanviador serpentiní inclòs. Resist. Elèctrica	1	496,81	496,81
Fluid Caloportador	Etilenglicol 99%	PureChem	Volum: 5 litres	7	13,96	97,72
Canonada	Coure 33-35	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	17,97*	12,9	231,81
	Coure 26-28	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	17,14*	9,08	155,63
	Coure 20-22	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	19,2*	6,9	132,48
	Coure 16-18	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	4,8*	5,76	27,65
	Coure 14-16	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	4,8*	5,96	28,61
	Coure 12-14	Comercial Bastos	Coure inox. Gruix 1 mm	8,4*	4,72	39,65
	Singularitat	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 33-35	2	9,18
Corba 90º		Comercial Bastos	Coure 33-35	2	7,61	15,22
Desviació		Comercial Bastos	Coure 33-35	1	23,7	23,70
Unió		Comercial Bastos	Coure 33-35	1	23,7	23,70
Colze 90º		Comercial Bastos	Coure 26-28	2	2,57	5,14
Desviació		Comercial Bastos	Coure 26-28	4	10,1	40,40
Unió		Comercial Bastos	Coure 26-28	4	10,1	40,40
Desviació		Comercial Bastos	Coure 20-22	8	8,42	67,36
Unió		Comercial Bastos	Coure 20-22	8	8,42	67,36
Desviació		Comercial Bastos	Coure 16-18	2	4,16	8,32
Unió		Comercial Bastos	Coure 16-18	2	4,16	8,32

	Desviació	Comercial Bastos	Coure 14-16	2	2,28	4,56
	Unió	Comercial Bastos	Coure 14-16	2	2,28	4,56
	Colze 90º	Comercial Bastos	Coure 12-14	4	0,65	2,60
Vas Expansió	HW 12L	Heatwave-Likitech	12 litres. Tmax: 100ºC. Pmax: 10bar.	1	46,2	46,20
Bomba de circulació	Alpha1 25-40	Grundfos	Tmax: 110ºC. Pmax: 10 bar. 180mm	1	194,2	194,20
Purgador	Purgador automàtic	Caleffi	Tmax: 180ºC. Pmax: 10 bar. Max glicol: 50%.	2	25,4	50,80
Vàlvula seguretat	M-H 7 bar	Caleffi	Tmax: 110ºC.	1	9,5	9,50
Vàlvula esfera	M-H PN 25	Genebre	Tmax: 160ºC	2	6,95	13,90
Controlador	TDS 100-2	Junkers-Bosch	3 entrades per a sondes de temperatura.	1	284,35	284,35
Disipador	Disip Eco1	Salvador Escoda	Vàlvula termostàtica, bateria de dissipació i accessoris.	1	399	399,00
Conductes	Per concretar	Per concretar	Acoblament amb circuit secundari. Preu aprox.	1	700	700,00
Total						21666,86

Taula E.5 Cost instal·lació calefacció i ACS. *Les unitats són metres lineals

➤ **Cost honoraris projectista**

	Feines	Hores	Preu hora [€/h]	Total [€]
Enginyer Junior	Càlcul necessitats tèrmiques + Instal·lació solar	200	36,3**	7260,00

Taula E.6 Cost honoraris instal·lació ACS i calefacció. ** El preu té inclòs l'IVA del 21%.

PREU TOTAL=28901,43€

E.2. Valor Actual Net (VAN)

Per a calcular el VAN s'utilitzarà l'Equació 5.1.

$$VAN = \sum_{\tau=0}^n \frac{Q_{\tau}}{(1+k)^{\tau}} = -Q_0 + Q_1 \cdot (1+k)^{-1} + Q_2 \cdot (1+k)^{-2} + \dots + Q_n \cdot (1+k)^{-n}$$

Equació E.1 Càlcul del VAN

E.2.1. VAN instal·lació calefacció

Any	0	1	2	...	25	26	...	30
Inversió	26401,09							
Estalvi energia anual	0,00	1065,05	1097,00	...	2165,03	2229,98	...	2509,86
Cost energia auxiliar	0,00	-204,53	-210,67	...	-415,77	-428,24	...	-481,99
Cost manteniment	0,00	-50,00	-50,00	...	-50,00	-50,00	...	-50,00
Flux tresoreria	-26401,09	810,52	836,34	...	1699,26	1751,74	...	1977,87
VAN	-26401,09	802,50	819,86	...	1325,03	1352,43	...	1467,43
VAN Acumulat	-26401,09	-25598,59	-24778,74	...	-281,33	1071,09	...	6765,54

Taula E.7 VAN instal·lació calefacció

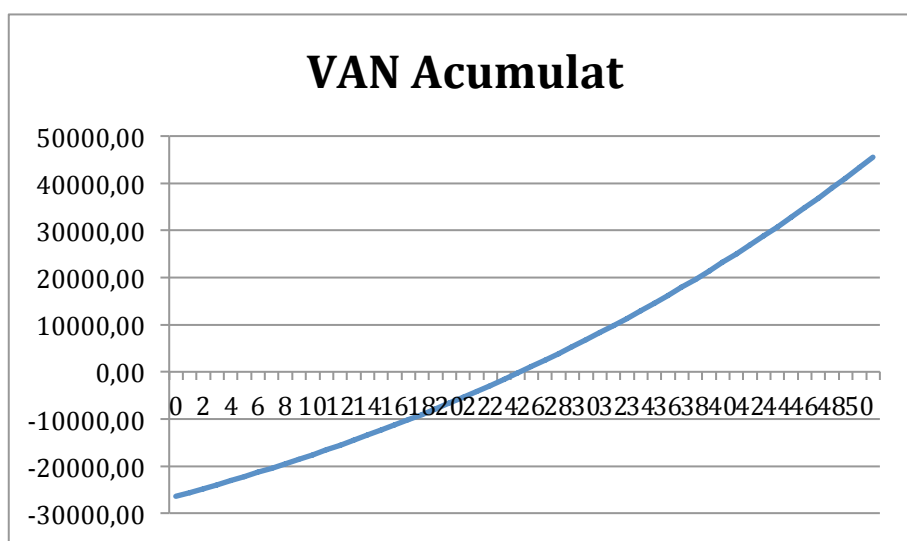


Figura E.1 VAN Acumulat instal·lació calefacció

E.2.2. VAN instal·lació ACS

Any	0	1	2	...	22	23	...	30
Inversió	4990,71							
Estalvi energia anual	0,00	235,14	239,84	...	356,39	363,52	...	417,57
Cost energia auxiliar	0,00	-17,25	-17,25	...	-26,15	-26,67	...	-30,63
Cost manteniment	0,00	-25,00	-25,00	...	-25,00	-25,00	...	-25,00
Flux tresoreria	-4990,71	192,89	197,59	...	305,25	311,85	...	361,94
VAN	-4990,71	190,98	193,70	...	245,24	248,06	...	268,53
VAN Acumulat	-4990,71	-4799,73	-4606,03	...	-208,54	39,52	...	1857,13

Taula E.8 VAN instal·lació ACS

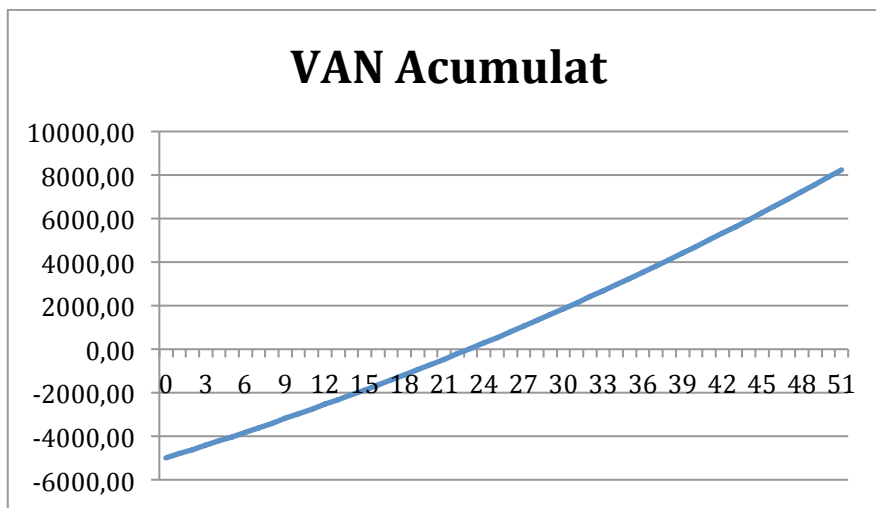


Figura E.2 VAN Acumulat instal·lació ACS

E.2.3. VAN instal·lació calefacció i ACS

Any	0	1	2	...	22	23	...	30
Inversió	28926,86							
Estalvi energia anual	0,00	1300,19	1336,84	...	2337,70	2404,27	...	2927,43
Cost energia auxiliar	0,00	-209,92	-216,22	...	-390,51	-402,23	...	-494,69
Cost manteniment	0,00	-50,00	-50,00	...	-50,00	-50,00	...	-50,00
Flux tresoreria	-28926,86	1040,27	1070,63	...	1897,19	1952,04	...	2382,74
VAN	-28926,86	1029,97	1049,53	...	1524,19	1552,73	...	1767,81
VAN Acumulat	-28926,86	-27896,89	-26847,36	...	-1156,25	396,49	...	12110,19

Taula E.9 VAN instal·lació calefacció i ACS

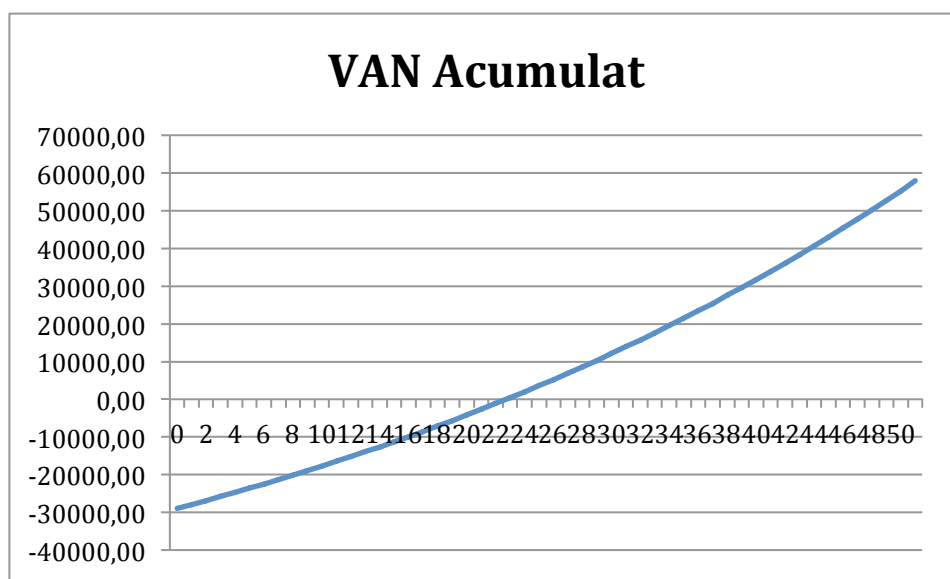


Figura E.3 VAN Acumulat instal·lació calefacció i ACS