

ÍNDICE ANEXOS

Índice anexos.....	1
Anexo 1: Energía solar Térmica	3
1.1. Datos de partida	3
1.2. Condiciones climáticas.....	3
1.3. Contribución solar mínima.....	4
1.4. Consumo de agua	4
1.5. Demanda energética	4
1.6. Pérdidas por orientación, inclinación y sombras	5
1.7. Inclinación de los captadores.....	5
1.8. Radiación solar incidente	6
1.9. Radiación efectiva diaria	8
1.10. Intensidad de radiación.....	8
1.11. Rendimiento de la instalación	9
1.12. Radiación de captación y del sistema	10
1.13. Superficie de captación	11
1.14. Conexión de los captadores	14
1.15. Estructura de soporte	14
1.16. Acumulador solar	14
1.17. Intercambiador de calor.....	15
1.18. Tuberías.....	16
1.19. Bomba hidráulica	21
1.20. Vaso de expansión	21
1.21. Purgadores de aire	22
1.22. Válvula de seguridad	23
1.23. El circuito hidráulico secundario	24
1.24. Circuito hidráulico de distribución de a.c.s.....	24
1.25. Sistema de energía convencional auxiliar	24
1.26. Sistema de control	25
1.27. Configuración con acumulación solar centralizada.....	26
1.28. Sistema de medida.....	26

Anexo 2: Pérdidas de carga en calefacción	27
2.1. Circuito de ida	27
2.1.1. Pérdidas de carga principales	27
2.1.2. Pérdidas de carga secundarias	29
2.2. Circuito de retorno	30
2.2.1. Pérdidas de carga principales	30
2.2.2. Pérdidas de carga secundarias	31
Anexo 3: Energía fotovoltaica	33
Anexo 4: Sistema ecoplay un aparato	37
Anexo 5: Especificaciones técnicas de componentes	39
5.1. Captador solar térmico escogido	39
5.2. Acumulador solar	43
5.3. Características circulador	45
5.4. Bomba de circulación para ACS	46
5.5. Centralita auroMATIC solar 560	47
5.6. Caldera de Biomasa	47
5.7. Vaso de expansión	49
5.8. Radiadores	49

ANEXO 1: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

1.1. Datos de partida

Nuestra vivienda se encuentra situada en la provincia de Barcelona, comarca del Garraf. Para ello, se tendrán en cuenta los datos de la estación de Barcelona para la radiación solar incidente.

Se tendrán en cuenta las especificaciones del CTE, PCT, RITE y la normativa de Vilanova i la Geltrú (Ordenanza reguladora de la incorporación de sistemas de captación de energía solar para la producción de agua caliente a edificios y construcciones, BOPB 142).

1.2. Condiciones climáticas

La vivienda pertenece a la provincia de Barcelona. Tendremos que mirar la tabla X con las zonas climáticas puesto que el mapa del CTE es confuso.

Como podemos comprobar en la tabla X de las zonas climáticas, nuestro hogar se encuentra en una zona climática III. Lo que implica que los valores de radiación solar global de dicha zona son:

$$15,1 \leq H < 16,6 \text{ en } \frac{MJ}{m^2} \quad (1)$$

$$4,2 \leq H < 4,6 \text{ en } \frac{kWh}{m^2} \quad (2)$$

1.3. Contribución solar mínima

La contribución solar mínima para una zona III, según el CTE, para una instalación general será del 50%. Para el caso del efecto Joule será del 70%.

En el proyecto a desarrollar no se tendrá en cuenta el efecto Joule ya que queremos que el sistema auxiliar sea una caldera de biomasa.

En nuestro caso, la orden municipal de Vilanova i la Geltrú tiene una especificación más restrictiva. Dicha normativa indica que para edificaciones en las que se vaya a cambiar el uso o instalar equipos de mejora, se debe asegurar como mínimo un 60% de la demanda anual para agua caliente sanitaria.

Por tanto, nuestro porcentaje de contribución solar mínima será del 60%.

1.4. Consumo de agua

Nuestra vivienda se trata de un hotel rural. Lo que implica que deberemos determinar cuál es su consumo mediante las tablas que facilita el CTE.

Se establece la temperatura de trabajo de 60 °C, ya que cumplimos con la normativa sobre legionela.

Determinamos el consumo para un Hotel ***, lo que equivale a 55 litros/cama. En total tenemos 12 camas. Lo que equivale a un total de 660 litros/día.

Tabla 1. Consumos diarios de agua caliente sanitaria.

	Número de camas	Demanda energética
	5 dobles	55 l/Cama
	2 individuales	
TOTAL	12 camas	660 litros/día

1.5. Demanda energética

Tenemos que determinar cuál es la cantidad de calor necesaria para trabajar con ella, de manera que podamos determinar la contribución solar que podemos obtener.

Tabla 2. Demanda energética útil diaria.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Temperatura de red °C	8	9	11	13	14
Temp. Acumulación °C	60	60	60	60	60

ΔT		52	51	49	47	46
Energía/día	MJ/día	143,63	140,87	135,34	129,82	127,06
	kWh/día	39,90	39,13	37,60	36,06	35,29

Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
15	16	15	14	13	11	8
60	60	60	60	60	60	60
45	44	45	46	47	49	52
124,29	121,53	124,29	127,06	129,82	135,34	143,63
34,53	33,76	34,53	35,29	36,06	37,60	39,90

Realizaremos el cálculo de la demanda energética mensual y anual para que nos hagamos una idea aproximada de energía necesaria.

Tabla 3. Demanda energética útil mensual y anual.

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Energía/mes	MJ/mes	4452,51	3944,28	4195,63	3894,56	3938,75
	kWh/mes	1236,81	1095,63	1165,45	1081,82	1094,10

Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
3728,84	3767,50	3853,13	3811,70	4024,38	4060,29	4452,51	48124,07
1035,79	1046,53	1070,31	1058,81	1117,88	1127,86	1236,81	13367,80

1.6. Pérdidas por orientación, inclinación y sombras

El CTE establece para una instalación general, como es nuestro caso, las pérdidas por orientación, inclinación y sombras de:

Tabla 4. Pérdidas para el caso a estudiar.

Orientación e inclinación	10 %
Sombras	10 %
Total	15 %

1.7. Inclinación de los captadores

Los captadores solares tendrán una inclinación de 50°. Para nuestro caso, la latitud 41° y demanda energética anual, tendríamos que tener una inclinación de captadores de 40°, pero el CTE y PCT permiten aumentar o disminuir un máximo 10°. Por tanto, nos aseguraremos que la instalación recibe suficiente radiación en los meses de invierno.

En la edificación a estudiar, colocaremos los captadores solares de ACS en la fachada orientada al Sur. Es decir, que tendremos un $\alpha = 0^\circ$ y una $\beta = 50^\circ$.

Debemos calcular los límites de inclinación aceptables de acuerdo con las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en la figura 1.

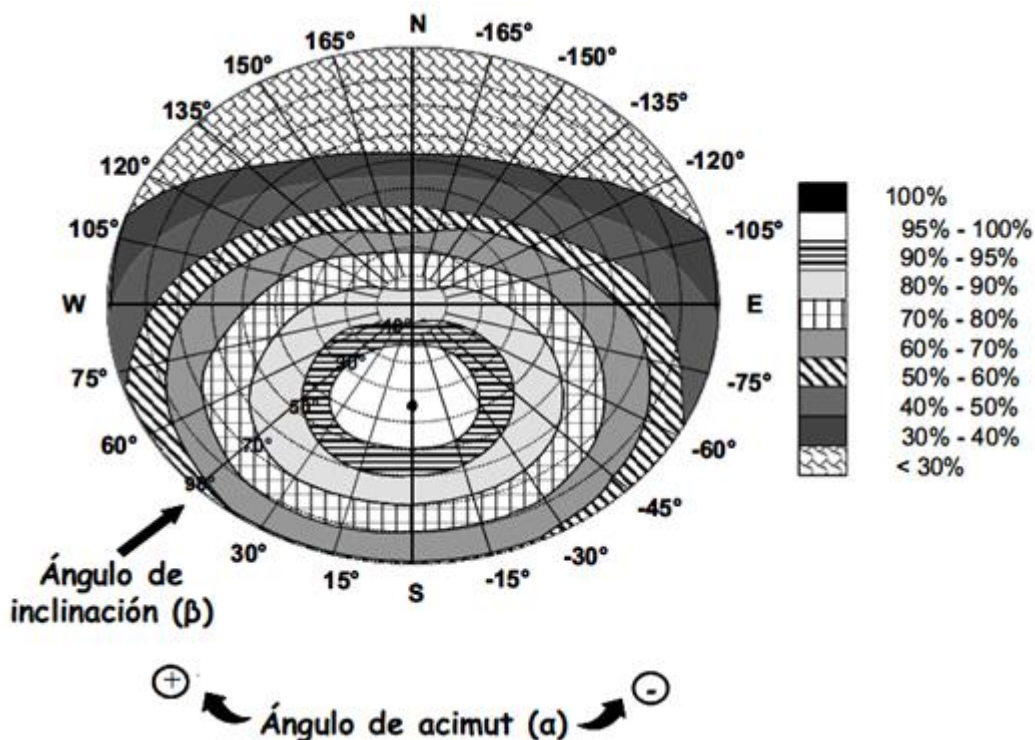


Figura 1. Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

Sabemos que la orientación es 0° y las pérdidas máximas para una instalación general son del 10%. Con estos datos nos sale un porcentaje de energía del 90-95%. Lo que equivale a ángulo de inclinación máximo de 60° y la mínima de 5° .

Por tanto, nuestra instalación que será diseñada para una inclinación de 50° , está dentro del rango aceptable. No haremos las correcciones porque están ya calculados para dicha latitud ($\varphi = 41^\circ$).

1.8. Radiación solar incidente

La radiación solar incidente en nuestra edificación será la misma que la de la estación de Barcelona, puesto que es la más cercana a la zona.

No debemos olvidar que la normativa municipal de Vilanova i la Geltrú establece que la radiación solar incidente será la misma que la de Barcelona.

Los datos han sido obtenidos del Institut Català de l'Energia.

Tabla 5. Radicación solar incidente diaria.

ORIENTACIÓN 0° (MJ/m ² /día)													
Inc.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
0°	6,80	9,65	13,88	18,54	22,25	24,03	23,37	20,42	16,05	11,40	7,73	6,04	15,04
5°	7,70	10,56	14,72	19,15	22,58	24,21	23,63	20,93	16,85	12,32	8,66	6,94	15,71
10°	8,56	11,41	15,47	19,67	22,78	24,25	23,74	21,31	17,54	13,17	9,55	7,80	16,29
15°	9,37	12,19	16,14	20,07	22,84	24,13	23,70	21,59	18,13	13,95	10,38	8,61	16,78
20°	10,12	12,90	16,70	20,35	22,76	23,87	23,52	21,76	18,61	14,63	11,15	9,37	17,17
25°	10,81	13,52	17,17	20,51	22,60	23,48	23,24	21,80	18,98	15,23	11,85	10,07	17,46
30°	11,43	14,07	17,52	20,54	22,32	23,02	22,86	21,71	19,23	15,73	12,47	10,71	17,65
35°	11,97	14,52	17,77	20,45	21,90	22,43	22,34	21,48	19,36	16,13	13,01	11,28	17,73
40°	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77	17,71
45°	12,83	15,15	17,94	19,89	20,67	20,84	20,90	20,63	19,26	16,63	13,85	12,19	17,58
50°	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53	17,33
55°	13,36	15,40	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78	16,98
60°	13,49	15,37	17,36	18,16	17,92	17,60	17,84	18,44	18,22	16,59	14,42	12,95	16,53
65°	13,53	15,25	16,95	17,36	16,83	16,41	16,71	17,48	17,65	16,36	14,42	13,04	16,00
70°	13,49	15,03	16,44	16,46	15,70	15,14	15,48	16,43	16,97	16,03	14,33	13,03	15,38
75°	13,35	14,72	15,83	15,47	14,48	13,78	14,18	15,35	16,19	15,60	14,14	12,94	14,67
80°	13,13	14,31	15,12	14,41	13,18	12,36	12,80	14,17	15,31	15,08	13,86	12,77	13,87
85°	12,82	13,81	14,32	13,29	11,82	10,93	11,35	12,93	14,34	14,45	13,50	12,51	13,00
90°	12,43	13,23	13,44	12,11	10,41	9,57	9,99	11,62	13,30	13,74	13,04	12,16	12,08

Como ya hemos dicho, nuestros datos son para una inclinación de 50°, podemos verlos subrayados en la tabla 5.

Los cálculos los realizaremos en kWh/m²/día. De manera que nuestros datos son:

Tabla 6. Radiación solar incidente diaria para la edificación.

Inc.	Unidades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
50°	$\frac{MJ}{m^2 \cdot día}$	13,14	15,32	17,86	19,43	19,87	19,86
50°	$\frac{kWh}{m^2 \cdot día}$	3,65	4,26	4,96	5,40	5,52	5,52

Inc.	Unidades	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
50°	$\frac{MJ}{m^2 \cdot día}$	20,00	20,02	19,03	16,72	14,13	12,53
50°	$\frac{kWh}{m^2 \cdot día}$	5,56	5,56	5,29	4,64	3,93	3,48

1.9. Radiación efectiva diaria

Tabla 7. Radiación efectiva diaria para nuestro caso.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Radiación efectiva diaria (kWh/m ² /día)	3,43	4,00	4,66	5,07	5,19	5,19

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación efectiva diaria (kWh/m ² /día)	5,22	5,23	4,97	4,37	3,69	3,27

1.10. Intensidad de radiación

Para poder determinar la intensidad de radiación solar se deben conocer las horas de luz solar para la provincia a estudiar. De manera que, según datos extraídos del ICAEN, las horas de radiación solar para cada mes son:

Tabla 8. Horas de luz solar en Cataluña.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Horas de luz solar en Cataluña	7,5	8	9	9,5	9,5	9,5

JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
9,5	9,5	9	9	8	7	8,75

Una vez conocidas las horas solares podemos calcular la intensidad de radiación con la fórmula descrita en la Memoria del proyecto.

Tabla 9. Intensidad de radiación sobre la superficie de captación.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Intensidad de radiación (W/m ²)	457,47	500,03	518,16	534,04	546,13	545,86

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Intensidad de radiación (W/m ²)	549,71	550,26	552,10	485,09	461,19	467,39

1.11. Rendimiento de la instalación

Para conocer el rendimiento de la instalación, tal y como se ha descrito en la Memoria, es necesario conocer las características del captador.

Tabla 10. Datos del captador escogido.

Modelo	VT-20-HP	c ₀	0,795
c ₁	1,985	c ₂	0,0117

Para determinar el rendimiento del captador hay que determinar las temperaturas de entrada y salida del captador. Para ello, es necesario determinar si el circuito es abierto o cerrado.

El circuito es un sistema abierto, de manera que la temperatura de entrada del agua es la misma que el agua de la red y la temperatura de salida es la temperatura de trabajo.

La temperatura ambiente tenemos que conocerla puesto que está relacionada con el rendimiento del captador.

$$\Delta T = \frac{T_e + T_s}{2} - T_a \quad (3)$$

El rendimiento se define como:

$$\eta = 0,94 \cdot c_0 - (c_1 + c_2 \cdot \Delta T) \cdot \Delta T / I \quad (4)$$

Todos los datos podemos verlos en la tabla 11.

Tabla 11. Rendimiento del captador.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Temperatura de entrada (°C)	8	9	11	13	14	15
Temperatura de salida (°C)	60	60	60	60	60	60
Temperatura ambiente (°C)	11	12	14	17	20	24

Intensidad de radiación (W/m ²)	457,47	500,03	518,16	534,04	546,13	545,86
Rendimiento del captador	0,6340	0,6461	0,6545	0,6665	0,6793	0,6943

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura de entrada (°C)	16	15	14	13	11	8
Temperatura de salida (°C)	60	60	60	60	60	60
Temperatura ambiente (°C)	26	26	24	20	16	12
Intensidad de radiación (W/m ²)	549,71	550,26	552,10	485,09	461,19	467,39
Rendimiento del captador	0,7009	0,7030	0,6970	0,6732	0,6537	0,6418

1.12. Radiación de captación y del sistema

La radiación de captación es:

$$R_c = \eta \cdot R_e \quad (5)$$

Consideraremos las pérdidas térmicas del 15%, tal y como establece el CTE. De manera que la radiación que aprovecha el sistema es:

$$R_s = (1 - 0,15) \cdot R_c \quad (6)$$

Estos datos podemos verlos reflejados en la tabla 12.

Tabla 12. Radiación efectiva, rendimiento del captador, radiación de captación y radiación que aprovecha el sistema en nuestra instalación.

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Radiación	3,43	4,00	4,66	5,07	5,19	5,19

efectiva						
Rendimiento del captador	0,6340	0,6461	0,6545	0,6665	0,6793	0,6943
Radiación aprovecha captador	2,1752	2,5847	3,0522	3,3814	3,5245	3,6004
Radiación aprovecha sistema	1,8489	2,1970	2,5944	2,8742	2,9958	3,0604

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Radiación efectiva	5,22	5,23	4,97	4,37	3,69	3,27
Rendimiento del captador	0,7009	0,7030	0,6970	0,6732	0,6537	0,6418
Radiación aprovecha captador	3,6603	3,6749	3,4633	2,9391	2,4119	2,0996
Radiación aprovecha sistema	3,1112	3,1237	2,9438	2,4982	2,0501	1,7847

Estos datos tienen como objetivo establecer la superficie de captación para todos los meses.

1.13. Superficie de captación

La superficie de captación se define como la relación entre la energía necesaria y la radiación aprovechada por el sistema. De manera que, para cada mes, tendremos una superficie de captación distinta.

En la tabla 13, podemos ver la energía necesaria para cada mes, la radiación que aprovecha el sistema y la superficie de captación necesaria para cada mes.

Tabla 13. *Superficie de captación necesaria para cada mes.*

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Energía	39,90	39,13	37,60	36,06	35,29	34,53

Radiación aprovechada sistema	1,8489	2,1970	2,5944	2,8742	2,9958	3,0604
Superficie de captación	21,58	17,81	14,49	12,55	11,78	11,28

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Energía	33,76	34,53	35,29	36,06	37,60	39,90
Radiación aprovechada sistema	3,1112	3,1237	2,9438	2,4982	2,0501	1,7847
Superficie de captación	10,85	11,05	11,99	14,43	18,34	22,36

Como vemos, las superficies de captación varían entre los 22,36 m² a 10,85 m². Como no podemos variar la superficie de captación mes a mes, debemos realizar unas verificaciones para las distintas superficies cumpliendo con el CTE. Es decir, tiene que tener una cobertura solar promedia superior al 60%, no pueden pasar tres meses seguidos del 100% y no puede ningún mes sobrepasar el 110%.

Para el caso a estudiar, realizaremos el cálculo para 9 m². Es decir, que tendremos los siguientes valores:

Estudio con 9m² de superficie de captación (INCLINACIÓN 50º)

superficie escogida	m ²	9
---------------------	----------------	---

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Producción solar	MJ/día	59,90	71,18	84,06	93,12	97,06	99,16	100,80	101,21	95,38	80,94	66,42	57,82
	kWh/día	16,64	19,77	23,35	25,87	26,96	27,54	28,00	28,11	26,49	22,48	18,45	16,06

Cobertura solar		0,42	0,51	0,62	0,72	0,76	0,80	0,83	0,81	0,75	0,62	0,49	0,40
máx. 100%		0,42	0,51	0,62	0,72	0,76	0,80	0,83	0,81	0,75	0,62	0,49	0,40

Total energía producida	MJ/mes	1857,02	1993,10	2605,80	2793,68	3009,01	2974,66	3124,92	3137,42	2861,34	2509,23	1992,72	1792,54
	kWh/mes	515,84	553,64	723,83	776,02	835,84	826,30	868,03	871,50	794,82	697,01	553,53	497,93

Cobertura solar promedia		0,64
--------------------------	--	------

Coste energía	€/kWh	0,117759
---------------	-------	----------

													Total año	
Ahorro mensual	€/mes	60,74	65,20	85,24	91,38	98,43	97,30	102,22	102,63	93,60	82,08	65,18	58,64	1002,63

La superficie de absorción de nuestros captadores es de 1,603 m², lo que implica que tendremos un total de 6 captadores.

$$n^{\circ}\text{captadores} = \frac{\text{superficie total}}{\text{superficie absorción}} = \frac{9}{1,603} = 5,614 \text{ captadores} \approx 6 \text{ captadores} \quad (7)$$

Como vemos, no nos salimos de las especificaciones del CTE ya que no hemos superado el 110% de la demanda energética y tampoco superamos el 100% en más de tres meses. Así que no se producirán sobrecalentamientos en la instalación y no hará falta poner elementos disipadores de energía o de protección de la instalación.

Además, los datos obtenidos tienen una cobertura solar promedia del 64%, lo que implica que estamos dentro de la normativa más restrictiva que es la Vilanova i la Geltrú.

La superficie de captación escogida cumple con la ITE 10.1.3.2 del RITE sobre los límites que debe tener dicha superficie:

$$1,25 \leq 100 \cdot A/M \leq 2 \quad (8)$$

Para una superficie de 9,618 m² y un consumo de 660 litros/día, esta normativa se cumple:

$$100 \cdot A/M = 1,46 \quad (9)$$

1.14. Conexión de los captadores

Los captadores solares se dispondrán por la superficie de la cubierta orientada al Sur, que tiene una superficie útil de 63 m². Para nuestro caso, únicamente serán necesarios 9,618 m², lo que implica que hay suficiente superficie.

Los captadores se dispondrán en la misma línea en dos baterías. Cada batería contendrá 3 captadores, conectados en paralelo entre ellos, y conectadas las baterías en paralelo. De manera que el caudal que circule por los captadores será la suma de todos los caudales de los captadores.

1.15. Estructura de soporte

Para poder llegar a los 50° de inclinación necesitamos un soporte para cada captador que lo sujete a la cubierta de la edificación y permita el aumento de dichos captadores 20° de la inclinación.

El modelo escogido de soporte será el mismo que en la instalación fotovoltaica. Por tanto, toda la información podrá ser consultada en la memoria en el apartado 7.2.5.

1.16. Acumulador solar

Nuestra instalación contará de dos depósitos acumuladores: depósito ACS solar y depósito ACS convencional. Se trata de que el agua calentada por

los captadores solares vaya a un depósito y se mantenga allí, de manera que el agua más caliente se encontrará en la parte superior de dicho depósito por donde será evacuada hacia el segundo depósito. En el segundo depósito, el agua será calentada por el sistema auxiliar hasta la temperatura operativa. Este tipo de instalación cumplirá las medidas de prevención de la legionela.

Primer acumulador

Para ACS, el depósito de acumulación deberá cumplir:

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad (10)$$

Donde:

A es la suma de las áreas de los captadores (m²).

V es el volumen del depósito de acumulación solar (litros).

Para el caso a estudiar, A equivale a 9,618m².

Cumpliendo lo especificado en el CTE tendremos:

$$\text{Volumen mínimo} = 50 \cdot 9,618 = 480,90 \text{ litros} \quad (11)$$

$$\text{Volumen máximo} = 180 \cdot 9,618 = 1731,24 \text{ litros} \quad (12)$$

El depósito a escoger deberá estar entre ambos valores.

El depósito escogido tiene una capacidad de 500 litros. Este primer depósito consta de un serpentín que permitirá el intercambio de energía. El modelo escogido es:

MODELO: CORAL VITRO acumulación LAPESA (CV-500-M1). Página 13 de acsecoral.

Segundo acumulador

El CTE prohíbe la conexión del sistema auxiliar al acumulador solar principal. Por tanto, utilizamos un acumulador secundario.

El segundo acumulador estará conectado a un sistema auxiliar. Dicho acumulador llevará un serpentín que cederá el calor producido por el sistema auxiliar al agua a utilizar.

El depósito escogido es de la casa LAPESA modelo CV-500-M1, igual que el primero con la finalidad de que tengamos un margen de 1000 litros en total. La información técnica de dicho acumulador la podemos encontrar en el anexo 5, apartado 5.2.

1.17. Intercambiador de calor

La elección del acumulador solar influye en el intercambiador solar, ya que según el tipo de acumulador o depósito escogido podemos tener un sistema de intercambio independiente al depósito o integrado a este.

En nuestro caso, el modelo del acumulador tiene un serpentín que permite actuar como intercambiador integrado al acumulador.

Por tanto, debemos realizar el diseño del intercambiador como:

$$S_{\text{útil intercambio}} \geq 0,15 \cdot S_c \quad (13)$$

En nuestro proyecto, la superficie de captación tiene un valor de 9,618 m² y un área útil de intercambio de 1,8 m². De manera que:

$$1,8 \text{ m}^2 \geq 1,443 \text{ m}^2 \quad (14)$$

Por tanto, estamos dentro del rango aceptable y el intercambiador es bueno para dicha instalación.

1.18. Tuberías

Para poder diseñar el circuito hidráulico es necesario conocer las pérdidas a lo largo de los distintos elementos que forman la instalación.

Para ello, necesitamos conocer los elementos que forman la instalación (mirar plano nº 9) y la disposición de los elementos en la cubierta.

Se intentará que las longitudes de tubería sean lo más pequeñas posibles para hacer que la pérdida de carga sea menor. Además, la disposición de accesorios hace que dicha pérdida de carga aumente.

Las tuberías serán de cobre y no se permitirá el uso de elementos de acero galvanizado.

Nuestra instalación cuenta con tres circuitos hidráulicos: el primario, secundario y de consumo.

El primario es el formado por los captadores y las tuberías. El secundario está formado por los equipos que recoge del circuito primario la energía y la distribuye por todo el hogar. El de consumo, como su nombre indica, es aquel por el que circula agua de consumo.

Para poder determinar la bomba de circulación es necesario conocer las pérdidas de carga de todos los elementos: de los captadores, del intercambiador, de las tuberías y de los accesorios de las tuberías.

Se tendrá en cuenta el caudal de cada captador, estos datos son del fabricante. En el caso de que el fabricante facilite un intervalo, tendremos que ponernos en la peor situación, la de mayor caudal.

Se diseña la instalación en función de las pérdidas del conjunto y las pérdidas de carga por batería. Con el caudal y modificando el diámetro tendremos una velocidad. Esta velocidad tendrá que estar entre los límites establecidos: 0,5 y 2 m/s.

Para diseñar el circuito hidráulico, hay que conocer el espesor que tendrán que tener las tuberías. El RITE, en el apéndice 03.01, indica que para tubos con diámetro exterior inferior a 35 mm y para una temperatura de 60 °C, tendrá que tener un espesor mínimo de 20 mm.

Por tanto, los datos de los diámetros normalizados para tuberías de cobre son los siguientes:

Tabla 14. Diámetros exteriores y espesores nominales (mm) de los tubos de cobre según UNE-EN 1057:1996.

D. EXT.	ESPESOR DE PARED NOMINAL												
	(mm)	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
6	5	4,8		4,4		4							
8	7	6,8		6,4		6							
10	9	8,8	8,6	8,4		8							
12	11	10,8	10,6	10,4		10							
14			12,6	12,4		12							
15	14		13,6	13,4		13		12,6	12				
16				14,4		14		13,6					
18		16,8		16,4		16		15,6	15				
22		20,8		20,4	20,2	20	19,8	19,6	19				
25						23		22,6	22				
28		26,8		26,4	26,2	26		25,6	25				
35			33,6	33,4		33	32,8	32,6	32	31			
40						38	37,8						
42				40,4		40		39,6	39	38			
54				52,4	52,2	52		51,6	51	50			
64									61	60	59		
66,7						64,7		64,3	63,7	62,7	61,7		
70										66	65		
76,1								73,7	73,1	72,1	71,1		
80						78				76			

88,9										84,9	83,9	82,9
108								105,6	105	104	103	102
133									130	129		127
159									156	155		153
219												213
267												261

El dimensionado de la instalación lo encontramos en la siguiente tabla.

Pérdida de carga en la batería

Batería de diseño	3 Captadores
Caudal captador útil	200 l/h
H _r total en batería	0,0030 m.c.a

Pérdida de carga en el intercambiador

Caudal	1200 l/h
Hr	0,02451467 m.c.a.
Potencia mínima de intercambio	4,8 kW

Pérdidas del circuito primario

TRAMO	Captadores	Longitud	Caudal	Caudal	D ext.	D ext	D int.	D int.	velocidad	Re	e/D	f	Hr/m	Hr
		m	l/h	m ³ /s	Mm	com	mm	m	m/s				m.c.a/m	m.c.a.
Todo el circuito	6	22	1200	0,000333	25,0	1 1/4"	22,0	0,0220	0,877	4950	6,81818E-05	0,0377	0,0699	1,53868004
Una batería de captadores	3	8,5	600	0,000167	16,0	3/4"	14,0	0,0140	1,083	3889	0,000107143	0,0401	0,1780	1,51266110
Dos baterías de captadores	6	16	1200	0,000333	22,0	1"	20,0	0,0200	1,061	5445	0,000075	0,0368	0,1100	1,75979013
													TOTAL	4,81113127

Pérdidas debidas a singularidades en el circuito primario

TRAMO	D	Válvula de corte	Válvula antirretorno	Válvula de seguridad	Válvula de vaciado	Curva 90º r grande	T 1/1	Ensancham.	Reducción	Hr	
										m.c.a	
Todo el circuito	25	4	2	1	1	5	2	1	0,0000	1,41088138	
Una batería de captadores	16	3	0	1	0	12	0	0	1	1,07542244	
Dos baterías de captadores	22	6	0	2	0	24	0	1	0,0000	1,88205619	
										TOTAL	4

Como vemos en las tablas anteriores, las pérdidas de carga en las tuberías en los elementos de la instalación son los siguientes:

$$Hr_{captador} = 0,0030 \text{ m.c.a} \quad (15)$$

$$Hr_{intercambiador} = 0,02451467 \text{ m.c.a} \quad (16)$$

$$Hr_{tuberías} = 4,81113127 \text{ m.c.a} \quad (17)$$

$$Hr_{accesorios} = 4 \text{ m.c.a} \quad (18)$$

Por tanto, el total de pérdidas serán:

$$Hr_{total} = 9,2070 \text{ m.c.a} \quad (19)$$

1.19. Bomba hidráulica

La bomba hidráulica debe de superar las pérdidas de carga, de manera que permita que el fluido llegue a todos los puntos.

Es por ello que se ha escogido una bomba hidráulica de la casa GRUNDFOS, modelo UPS 32-100 N.

Los datos de la bomba son los siguientes:

Fabricante	Grundfos España, S.A.
Modelo	Grundfos UPS 32-100 N
Conexión	G 2
Intensidad nominal	1,3
Temperatura operacional	110 °C
Longitud	180 mm
Potencia	280 W
Voltaje	1 x 230 V
Caudal de diseño	1200 l/h
Pérdidas de carga	9,2070 m.c.a

1.20. Vaso de expansión

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario y del coeficiente de dilatación en función del fluido caloportador.

La determinación del vaso de expansión abierto, su uso está limitado a sistemas de potencia térmica inferior a 70 kW, se realiza de la siguiente manera:

$$V_{vaso} = V \cdot n \quad (20)$$

Donde:

V es el volumen del fluido caloportador del circuito primario, en litros.

n es el coeficiente de dilatación.

En nuestro caso, el volumen total de nuestra instalación que contiene fluido caloportador, será la suma del contenido en las tuberías, los captadores, intercambiadores de calor y los elementos que contengan dicho fluido.

Por tanto, nuestro volumen será de:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L = \frac{\pi}{4} \cdot 0,025^2 \cdot 22 = 0,0108 \text{ m}^3 = 10,8 \text{ l.} \quad (21)$$

El coeficiente de dilatación, n, varía en función del fluido que transporte el circuito. En nuestro caso, contiene etilenglicol. Este variará en función de su concentración. Así, para un fluido caloportador de agua y etilenglicol (en una concentración del 40%), n es:

$$n = 0,000654 \cdot \Delta T \quad (22)$$

Si hay otra concentración utilizaremos la siguiente expresión:

$$n = 0,00033642 \cdot \Delta T \quad (23)$$

En el caso a estudiar, se trata de agua + 40% etilenglicol. El salto térmico que se produce es de 52 °C para el peor de los casos. Por tanto:

$$n = 0,034008 \quad (24)$$

Hay que tener en cuenta que el vaso de expansión contiene lo que se llama el volumen de reserva, que sirve para compensar la concentración del fluido a bajas temperaturas y las pérdidas del fluido. El volumen de reserva será como mínimo de tres litros en cualquier sistema.

$$V_r = V_t \cdot n = 10,8 \cdot 0,034008 = 0,3672 \text{ l.} \quad (25)$$

Se utilizará un vaso de expansión Hydro-pro 2. Contiene dos litros de reserva.

1.21. Purgadores de aire

Los purgadores de aire estarán situados en los puntos altos de la salida de baterías de los captadores y los puntos donde pueda quedar aire acumulado. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³.

La situación de estos elementos podemos verlo en el esquema de la instalación.

En total, hay tres purgadores en el circuito primario.

Los purgadores tendrán las siguientes características:

Se escogerá el 1/2" M.

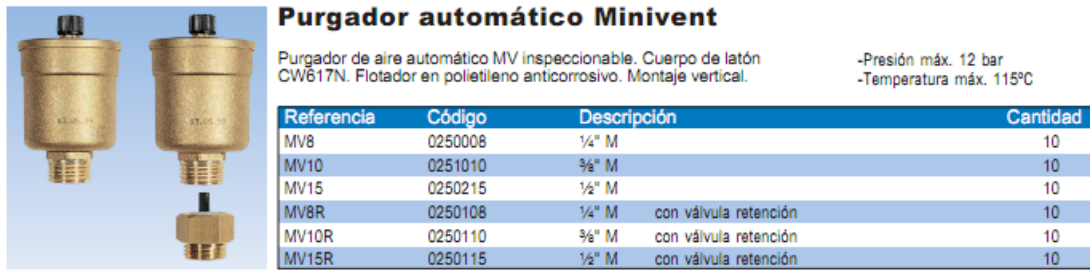


Figura 2. Purgador automático Minivent.

1.22. Válvula de seguridad

Es el dispositivo que protege los componentes de la instalación de las variaciones de presión y de temperatura.

Según el RITE, todos los circuitos cerrados, deben disponer de mínimo una válvula de seguridad.

Nuestro circuito es un circuito abierto que contiene, en el circuito primario, una válvula de seguridad.

La válvula de seguridad escogida es:

- Válvulas de seguridad de asiento plano y muelle directo
- La presión de disparo se regula a través del tornillo de regulación, quedando fijada mediante la contratuerca de apriete

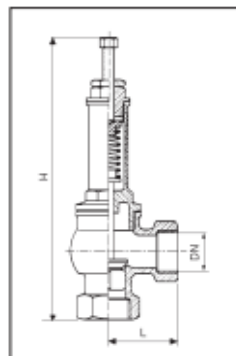
CONSTRUCCIÓN

- Cuerpo: latón OT-58 - UNI 2012
- Campana: latón OT-58 - UNI 2012
- Obturador: PTFE (teflón)
- Muelle: acero tratado.
- Tornillo de regulación y contratuerca: latón.

CONDICIONES DE TRABAJO

- Presión nominal: 16 bar
- Campo de regulación: 2 a 8 bar
- Temperatura máxima: 150° C

DIMENSIONES EN mm



Código	Rosca (DN)	H	L	Ø Orificio
AA 11 121	3/8"	116	45	10
AA 11 122	1/2"	126	45	13
AA 11 123	3/4"	145	56	19
AA 11 124	1"	157	63	25
AA 11 125	1 1/4"	189	78	31,5
AA 11 126	1 1/2"	210	87	38
AA 11 127	2"	224	92	48,3



Figura 3. Válvulas de seguridad regulables.

1.23. El circuito hidráulico secundario

Según el CTE, el circuito secundario es obligatorio para evitar la mezcla entre los distintos fluidos que hay en la instalación.

El circuito secundario es aquel que va del intercambiador externo al acumulador o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar.

Este circuito tiene unas condiciones menos exigentes que el circuito primario ya que la temperatura es más baja.

En nuestro caso, la instalación cuenta con un intercambiador incorporado al acumulador, lo que implica que el circuito secundario es el circuito del primer acumulador al sistema de apoyo.

1.24. Circuito hidráulico de distribución de a.c.s.

Existen diversas configuraciones para el caso del circuito de consumo. Nosotros, hemos detallado esta configuración en el plano 9.

La normativa que hace frente a este circuito es el DB HS, del Código Técnico de la Edificación. Esta normativa indica que el dimensionado de cada tramo se realizará para la situación más desfavorable.

Para realizar el procedimiento se tendrán que tener en cuenta las siguientes condiciones:

- a) El caudal máximo será la suma de todos los caudales de los puntos de consumo.
- b) Los coeficientes de simultaneidad se aplicarán bajo un criterio adecuado.
- c) El caudal de cálculo de cada tramo será el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) La velocidad de cálculo estará comprendida entre 0,5-2 m/s para tuberías metálicas y entre 0,5-3,5 m/s para las termoplásticas.
- e) Obtención del diámetro correspondiente de cada tramo en función de la velocidad y del caudal.

1.25. Sistema de energía convencional auxiliar

En las instalaciones de energía solar térmica es necesaria la instalación de un sistema de energía convencional auxiliar para asegurar la continuidad del abastecimiento de agua caliente sanitaria.

Queda prohibida su instalación en el circuito primario. Este sistema únicamente entrará en funcionamiento cuando la temperatura de trabajo sea inferior a la especificada (60 °C para nuestro caso). Lo que intenta es sacar el máximo provecho a la energía solar térmica.

En nuestro caso, este sistema auxiliar se detallará en el capítulo de biomasa, ya que queremos aprovechar la caldera de biomasa para calentar el agua caliente sanitaria que no esté a la temperatura de referencia.

En nuestro caso, al ser energía para ACS, debemos asegurarnos que este sistema auxiliar cumplirá con el Real Decreto 865/2003 sobre legionela.

La energía auxiliar por mes que necesitaremos la podemos ver en la tabla 15.

Tabla 15. *Porcentaje de energía auxiliar mes a mes.*

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
%energía	0,58	0,49	0,38	0,28	0,14	0,20

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
%energía	0,17	0,19	0,25	0,38	0,51	0,60

1.26. Sistema de control

En una instalación solar térmica es necesaria la instalación de un sistema de control ya que si no sería imposible el correcto funcionamiento de ésta. El sistema regula los flujos de energía entre los captadores, los acumuladores y el consumo.

Por un lado se realizará un control del proceso de carga y, por otro lado, el control del proceso de descarga.

El sistema de control debe cumplir:

- a) Asegurará el correcto funcionamiento de la instalación procurando obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar y se asegurará de que funciona correctamente el sistema auxiliar.
- b) En circulación forzada, controlará el funcionamiento de las bombas. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C.
- c) Las sondas de temperatura irán colocadas en la parte superior de los captadores y en la inferior del acumulador.
- d) El sistema de control asegurará que no se produzcan temperaturas superiores a las que pueden soportar los materiales, componentes y elementos de la instalación.
- e) Asegurará que la temperatura del fluido de trabajo esté por debajo de una temperatura superior de 3 °C a la temperatura de congelación.

Se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia. Medirá y comparará los niveles de temperatura en los colectores y el acumulador.

Para ello son necesarias dos sondas de temperatura y una centralita de control, controlará la puesta en marcha-paro de la bomba de circulación. Esto podemos verlo en la distribución de los elementos de la instalación (plano 9).

1.27. Configuración con acumulación solar centralizada

La regulación de una instalación consiste en poner en marcha o parar la bomba de circulación dependiendo de las condiciones que se dan en la instalación en cada momento.

Para realizar esto, se utilizan dos sondas de temperatura. De manera que:

$$\text{si } \left\{ \begin{array}{l} T_1 - T_2 > 6 \text{ o } 7 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \text{la bomba se pone en marcha} \\ T_1 - T_2 < 2 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \text{la bomba se detiene} \end{array} \right.$$

La T_1 corresponde al sensor colocado en la salida de uno de los grupos de captadores y la T_2 corresponde al sensor colocado en la parte inferior del acumulador.

1.28. Sistema de medida

Las instalaciones solares térmicas suelen incluir los elementos de medida, que nos ayudan a evaluar el comportamiento de la instalación.

Según el volumen de la instalación pueden ser obligatorios o no. Como hemos visto anteriormente, son necesarios varios termómetros. Además, hay que añadirle los manómetros. Serán necesarios dos manómetros: uno para conocer la presión del circuito primario y otro en el sistema de acumulación.

En nuestro caso, al tratarse de un sistema con intercambiador incorporado al acumulador únicamente contaremos con el manómetro que mide la presión de la bomba hidráulica.

ANEXO 2:

PÉRDIDAS DE CARGA EN CALEFACCIÓN

2.1. Circuito de ida

2.1.1. Pérdidas de carga principales

Tabla 16. Resultados obtenidos para las cargas principales del circuito de ida de la planta baja.

Nudos	Tramo de ida Nº	Datos de los planos de tuberías			Cálculos hidráulicos			
		Capacidad del ramal Q	Caudal másico de agua m	Longitud del tramo L	Diámetro de los tramos de tubería Di	Velocidad del fluido C	Pérdida de carga unitaria Hf/L	Pérdida de carga del tramo Hf
		W	Kg/h	m	Mm	m/s	mmca/m	mmca
AB	1	11432,04	491,47	1,20	22,00	0,37	8,06	9,67
BC	2	5812,98	249,90	2,70	18,00	0,28	6,40	17,29
CD	3	4445,22	191,10	0,05	18,00	0,22	4,00	0,20
DE	4	3077,46	132,30	0,65	15,00	0,22	5,00	3,25
EF	5	2051,64	88,20	0,80	12,00	0,22	7,10	5,68

BG	6	5619,06	241,56	0,30	14,00	0,45	19,91	5,97
GH	7	3909,36	182,76	0,70	14,00	0,34	12,22	8,55
HI	8	2541,60	109,26	3,65	12,00	0,28	10,33	37,70
IJ	9	1173,84	50,46	1,30	8,00	0,29	18,34	23,84
F1	26	970,42	44,10	5,80	8,00	0,25	14,49	84,02
J7	27	239,15	21,06	3,55	6,00	0,21	15,59	55,34
Pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería de ida (sin accesorios)								251,53

Tabla 17. Resultados obtenidos para las cargas principales del circuito de ida de la primera planta.

Nodos	Tramo de ida Nº	Datos de los planos de tuberías			Cálculos hidráulicos			
		Capacidad del ramal Q	Caudal másico de agua m	Longitud del tramo L	Diámetro de los tramos de tubería Di	Velocidad del fluido C	Pérdida de carga unitaria Hf/L	Pérdida de carga del tramo Hf
		W	Kg/h	m	mm	m/s	mmca/m	mmca
AK	10	9168,45	523,28	12,70	22,00	0,40	9,00	114,27
KL	11	4615,01	282,71	0,86	18,00	0,32	7,95	6,83
LM	12	4606,94	261,64	0,25	15,00	0,43	16,50	4,12
MN	13	4598,87	240,58	0,50	15,00	0,39	14,24	7,12
NÑ	14	3425,34	189,13	0,64	14,00	0,35	12,97	8,30
ÑO	15	3200,03	168,06	1,45	14,00	0,31	10,55	15,30
OP	16	2281,73	123,96	0,80	12,00	0,32	12,88	10,31
PQ	17	1813,18	101,91	0,70	12,00	0,26	9,14	6,40
QR	18	772,40	50,46	0,35	10,00	0,18	6,35	2,22
KS	19	4553,44	240,58	1,60	15,00	0,39	14,24	22,79
ST	20	3651,68	196,48	1,60	14,00	0,37	13,87	22,19
TU	21	2740,24	152,38	1,10	14,00	0,28	8,89	9,78
UV	22	1566,71	100,93	1,43	12,00	0,26	8,99	12,86
VW	23	1558,59	79,86	1,00	10,00	0,29	14,19	14,19
R11	24	225,55	21,06	3,25	6,00	0,21	15,59	50,66
W25	25	239,69	21,06	2,72	6,00	0,21	15,59	42,40
Pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería de ida (sin accesorios)								349,75

2.1.2. Pérdidas de carga secundarias

Tabla 18. Resultados obtenidos de las pérdidas de carga debida a los accesorios en el circuito de ida de la planta baja.

Nudos	TRAMO	Velocidad	ΣK	Hf
	Nº	m/s	-	mm.c.a
AB	1	0,37	1,50	10,58
BC	2	0,28	2,00	8,14
CD	3	0,22	1,50	3,57
DE	4	0,22	2,00	4,73
EF	5	0,22	2,50	6,42
BG	6	0,45	4,00	41,57
GH	7	0,34	0,50	2,97
HI	8	0,28	2,00	7,88
IJ	9	0,29	2,00	8,51
F1	26	0,25	4,00	12,99
J7	27	0,21	2,50	5,86
Pérdidas de carga secundarias				113,23

Tabla 19. Resultados obtenidos de las pérdidas de carga debida a los accesorios en el circuito de ida de la primera planta.

Nudos	TRAMO	Velocidad	ΣK	hf
	Nº	m/s	-	mm.c.a
AK	10	0,40	6,00	0,05
KL	11	0,32	3,50	18,23
LM	12	0,43	1,50	13,88
MN	13	0,39	2,00	15,64
NÑ	14	0,35	2,00	12,74
ÑO	15	0,31	1,50	7,55
OP	16	0,32	0,50	2,54
PQ	17	0,26	1,50	5,14
QR	18	0,18	2,00	3,48
KS	19	0,39	0,50	3,91
ST	20	0,37	2,00	13,75
TU	21	0,28	1,50	6,20
UV	22	0,26	2,00	6,72
VW	23	0,29	2,00	8,73
R11	24	0,21	5,00	11,71
W25	25	0,21	7,50	17,57

Pérdidas de carga secundarias	118,57
-------------------------------	--------

2.2. Circuito de retorno

2.2.1. Pérdidas de carga principales

Tabla 20. Resultados obtenidos para las cargas principales del circuito de retorno de la planta baja.

Nudos	Tramos de vuelta	Datos de los planos de tuberías			Cálculos hidráulicos			
		Capacidad del ramal	Caudal másico de agua	Longitud del tramo	Diámetro de los tramos de tubería	Velocidad del fluido	Pérdida de carga unitaria	Pérdida de carga del tramo
		Q	m	L	Di	c	Hf/L	Hf
Nº	W	Kg/h	m	mm	m/s	mmca/m	mmca	
AB	1'	10749,38	491,47	1,70	22,00	0,37	8,06	13,71
BC	2'	9390,52	432,67	3,95	22,00	0,33	6,45	25,48
CD	3'	8031,66	373,87	5,28	22,00	0,28	5,00	26,38
DE	4'	7792,52	352,80	5,92	22,00	0,27	4,51	26,72
EF	5'	7257,30	323,40	4,95	22,00	0,24	3,88	19,19
FG	6'	5586,93	249,90	3,85	18,00	0,28	6,40	24,65
GH	7'	4270,11	191,10	0,90	18,00	0,22	4,00	3,60
HI	8'	3299,69	147,00	5,83	15,00	0,24	6,01	35,07
IJ	9'	2329,27	102,90	4,16	14,00	0,19	4,47	18,60
J8	25'	970,42	44,10	2,70	10,00	0,16	5,02	13,55
Pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería de ida (sin accesorios)								206,95

Tabla 21. Resultados obtenidos para las cargas principales del circuito de retorno de la primera planta.

Nudos	Tramo de vuelta	Datos de los planos de tuberías			Cálculos hidráulicos			
		Capacidad del ramal	Caudal másico de agua	Longitud del tramo	Diámetro de los tramos de tubería	Velocidad del fluido	Pérdida de carga unitaria	Pérdida de carga del tramo
		Q	m	L	Di	c	Hf/L	Hf
Nº	W	Kg/h	m	mm	m/s	mmca/m	mmca	
AK	10'	9168,45	523,28	3,12	22,00	0,40	9,00	28,07
KL	11'	7994,92	471,83	2,82	22,00	0,36	7,51	21,17
LM	12'	7769,60	450,77	2,30	22,00	0,34	6,93	15,94
MN	13'	7301,06	428,72	2,05	22,00	0,32	6,35	13,01

NÑ	14'	6754,22	399,32	6,70	22,00	0,30	5,61	37,56
ÑO	15'	6528,66	378,26	8,34	22,00	0,29	5,10	42,52
OP	16'	5487,88	326,81	0,20	22,00	0,25	3,95	0,79
PQ	17'	4569,58	282,71	3,10	18,00	0,32	7,95	24,63
QR	18'	4561,51	261,64	0,45	18,00	0,30	6,94	3,12
RS	19'	4553,44	240,58	3,06	18,00	0,27	5,99	18,33
ST	20'	3651,68	196,48	0,21	15,00	0,32	9,99	2,10
TU	21'	2740,24	152,38	1,19	14,00	0,28	8,89	10,58
UV	22'	1566,71	100,93	2,00	12,00	0,26	8,99	17,98
VW	23'	1558,59	79,86	0,35	10,00	0,29	14,19	4,97
W25	24'	239,69	21,06	8,97	6,00	0,21	15,59	139,83
Pérdidas de carga debidas a la longitud de la tubería de ida (sin accesorios)								380,62

2.2.2. Pérdidas de carga secundarias

Tabla 22. Resultados obtenidos de las pérdidas de carga debida a los accesorios en el circuito de retorno de la planta baja.

Nudos	TRAMO	Velocidad	ΣK	hf
	Nº	m/s	-	mm.c.a
AB	1'	0,37	3,50	24,69
BC	2'	0,33	1,50	8,20
CD	3'	0,28	2,00	8,17
DE	4'	0,27	3,50	12,72
EF	5'	0,24	1,00	3,05
FG	6'	0,28	1,50	6,11
GH	7'	0,22	1,50	3,57
HI	8'	0,24	2,50	7,30
IJ	9'	0,19	4,00	7,54
J8	26'	0,22	2,00	4,73
Pérdidas de carga secundarias				86,09

Tabla 23. Resultados obtenidos de las pérdidas de carga debida a los accesorios en el circuito de retorno de la primera planta.

Nudos	TRAMO	Velocidad	ΣK	hf
	Nº	m/s	-	mm.c.a
AK	10	0,40	3,50	0,03
KL	11	0,36	3,50	22,76
LM	12	0,34	3,50	20,77
MN	13	0,32	1,50	8,05

NÑ	14	0,30	3,50	16,30
ÑO	15	0,29	3,50	14,63
OP	16	0,25	1,50	4,68
PQ	17	0,32	2,00	10,42
QR	18	0,30	1,50	6,69
RS	19	0,27	1,50	5,66
ST	20	0,32	4,00	20,87
TU	21	0,28	2,00	8,27
UV	22	0,26	2,00	6,72
VW	23	0,29	0,50	2,18
W25	25	0,21	2,50	5,86
Pérdidas de carga secundarias				148,03

ANEXO 3: ENERGÍA FOTOVOLTAICA

En la tabla que se muestra a continuación, se realiza un análisis detallado de toda la instalación de energía solar fotovoltaica para cada uno de los meses del año. A través de la cual, podremos realizar un dimensionado lo más eficiente posible a nuestras necesidades según los niveles favorables de captación dependiendo de los diferentes meses del año. De manera que podamos realizar un dimensionado lo más ajustado a nuestras necesidades pero sin sobredimensionar la instalación ya que los costes económicos son elevados.

Tabla 24. Análisis del dimensionado de la instalación fotovoltaica.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
2	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348	12348
3	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5	514,5
4	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95	565,95
5	13,36	15,4	17,67	18,85	18,95	18,77	18,97	19,29	18,68	16,71	14,32	12,78
6	3,71	4,28	4,91	5,24	5,26	5,21	5,27	5,36	5,19	4,64	3,98	3,55
7	30,51	35,16	40,35	43,04	43,27	42,86	43,31	44,05	42,65	38,15	32,70	29,18
8	18,55	16,09	14,03	13,15	13,08	13,21	13,07	12,85	13,27	14,83	17,31	19,39
9	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
10	457,58	527,45	605,20	645,61	649,04	642,87	649,72	660,68	639,79	572,32	490,46	437,72
11	-108,37	-38,50	39,25	79,66	83,09	76,92	83,77	94,73	73,84	6,37	-75,49	-128,24
12	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
14	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75	2829,75

1	Tensión	8	Nº de módulos necesarios
2	W/h día consumo	9	Nº de módulos instalados
3	A/h día	10	A/h día proporcionados
4	Previsión de pérdidas	11	Déficit/superávit
5	Radiación MJ/m2	12	Días autonomía
6	Horas sol pico (HSP)	13	Profundidad descarga
7	A/h día y módulo	14	Capacidad batería

ANEXO 4:

SISTEMA ECOPLAY UN

APARATO

Ya se ha comprobado que el proyecto de instalación del sistema Ecoplay a toda la casa no es viable, ya que la inversión es muy elevada y el tiempo de recuperación también. Como el proyecto a desarrollar está relacionado con el ahorro energético y dar la categoría de vivienda pasiva.

El diseño del sistema Ecohoe doble se realizará del mismo modo que el general, el de la memoria.

Los datos obtenidos están realizados en base a dos baños. Es decir, un total de 4 personas. Los resultados podemos visualizarlos en la Tabla 25.

Tabla 25. *Consumo ACS disponible.*

Consumo (l/persona/día)	Nº total de personas	Consumo total ACS/día		Consumo mes	Consumo anual
		l/día	m ³ /día	m ³ /mes	m ³ /año
55	4	220	0,22	6,82	80,3

Nº total de personas	Consumo ducha	Consumo ducha total/día		Consumo mes	Consumo anual
	l/pers/día	l/día	m ³ /día	m ³ /mes	m ³ /año
4	40	160	0,16	4,96	58,4

Nº Uso/día/pers de la cisterna	Consumo váter	Consumo váter total/día		Consumo mes	Consumo anual
	l/uso	l/día	m³/día	m³/mes	m³/año
5	9	180	0,18	5,58	65,7

	Ducha anual	Váter anual	Consumo anual	
	m³/año	m³/año	m³/año	l/año
Sin sistema Ecoplay	58,4	65,7	124,1	124100
Con sistema Ecoplay	58,4	65,7	-7,3 ⁽¹⁾	-7300

⁽¹⁾ Aquel consumo con número negativo significa que ha sido necesario coger agua de la red.

Con sistema ECOPLAY		
Consumo agua anual (ACS+red)	m³/año	87,6
Precio/m³	€/m³	1,3657
Total	€/año	119,64

Sin sistema ECOPLAY		
Consumo agua anual (ACS+red)	m³/año	146
Precio/m³	€/m³	1,3657
Total	€/año	199,39

Ahorro	€/año	79,76
--------	-------	-------

Inversión	€	4050,00
-----------	---	---------

Tiempo de recuperación del capital	años	50,78
---------------------------------------	------	-------

ANEXO 5: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE COMPONENTES

En esta sección de los anexos se detallan todas las características técnicas de los aparatos utilizados en el proyecto.

5.1. Captador solar térmico escogido

El captador escogido es un captador de tubos de vacío. El captador escogido es el modelo TMS103203 de la empresa TAMESOL.

Las características principales de este captador son:

- Tubos de vacío formados por dos tubos de vidrio concéntricos entre los cuales se ha realizado el vacío, constituyendo un aislamiento térmico perfecto, siendo resistente a temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Alta resistencia, vidrio al boro silicato, resistente al granizo.
- Pérdidas térmicas mínimas gracias a los tubos de vacío y al aislamiento de la caja de conexiones.
- Buen funcionamiento y elevado rendimiento, caliente en agua incluso en días nublados, condiciones adversas y con bajas temperaturas en invierno.

- Gran durabilidad, más de 15 años de vida útil.
- Sin problemas de erosión o corrosión, ya que los tubos no están en contacto con el agua.
- Funcionamiento continuo, si se daña algún tubo puede ser sustituido sin necesidad de parar el sistema.
- Los tubos no se calientan exteriormente, no existe riesgo de quemadas por contacto como en el caso de los colectores planos cuando trabajan a elevadas temperaturas.
- Indicador visual que permite saber que el tubo mantiene el vacío.

Tabla 26. *Características técnicas del captador Heat Pipe.*

Características técnicas del captador TMS103203			
Tubos de vacío	Dimensiones (long./Φ ext.)	mm	1800 / Φ 58
	Material		Cristal al boro silicato, espesor 1,5 mm.
	Presión de vacío	Pa	< 0,005
Heat Pipe (tubo de calor)	Material del tubo de calor		Cobre TU1
	Material de las aletas		Aluminio
Colector (caja de conexiones)	Diámetro conexiones		Φ 22
	Material carcasa		Aluminio
	Material aislamiento		Lana de roca, espuma de poliuretano
	Espesor aislamiento	mm	35
Captador	Altura x anchura x grosor	mm	1975 x 1571 x 135
	Área total	m ²	3,103
	Área de apertura	m ²	1,876
	Número de tubos	u	20
	Peso	kg	64,4

	Presión máx. de trabajo	bar	12
	Caudal recomendado	l/h	75 – 200
	Ángulo de inclinación mín.	°	10
Curva de rendimiento (certificado EN 12975)	Coeficiente óptico (c ₀)		0,795
	Coeficiente pérdidas (c ₁)		1,985
	Coeficiente pérdidas (c ₂)		0,0117
	Área de absorción (A)	m ²	1,603



Figura 4. Captador escogido en el dimensionado de la instalación.

El captador escogido presenta una ecuación del rendimiento de:

$$\eta = 0,795 - 1,985 \cdot \left(\frac{t_m - t_a}{G}\right) - 0,0117 \cdot G \cdot \left(\frac{t_m - t_a}{G}\right)^2 \quad (26)$$

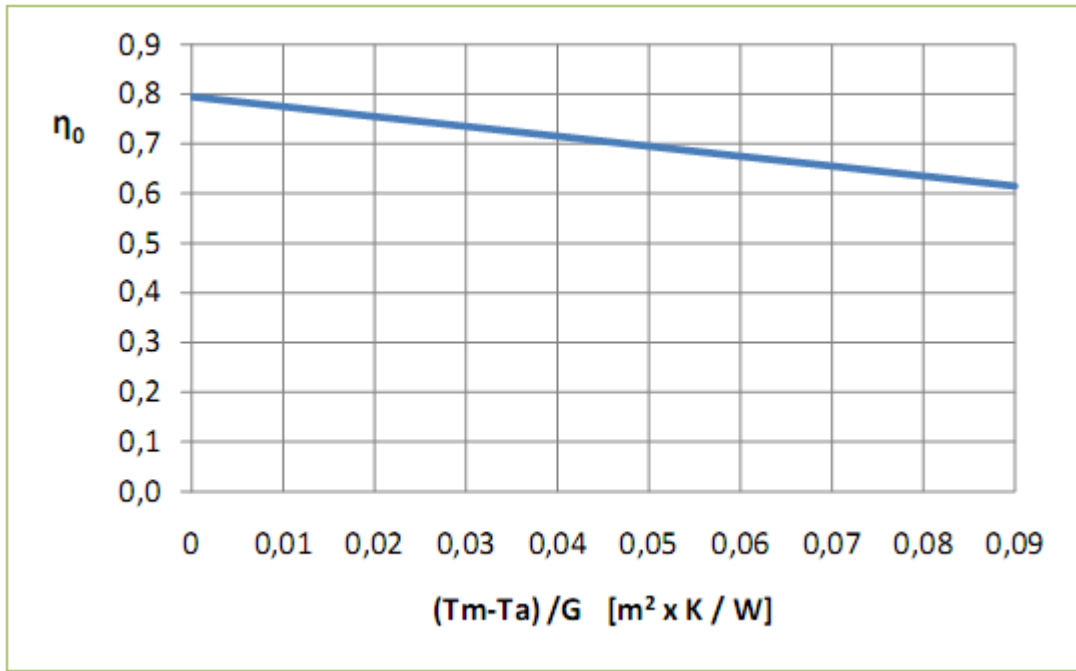


Figura 5. Curva de rendimiento del captador escogido. Dicha curva está certificada por FRAUNHOFER INSTITUT, según EN 12975-1,2.

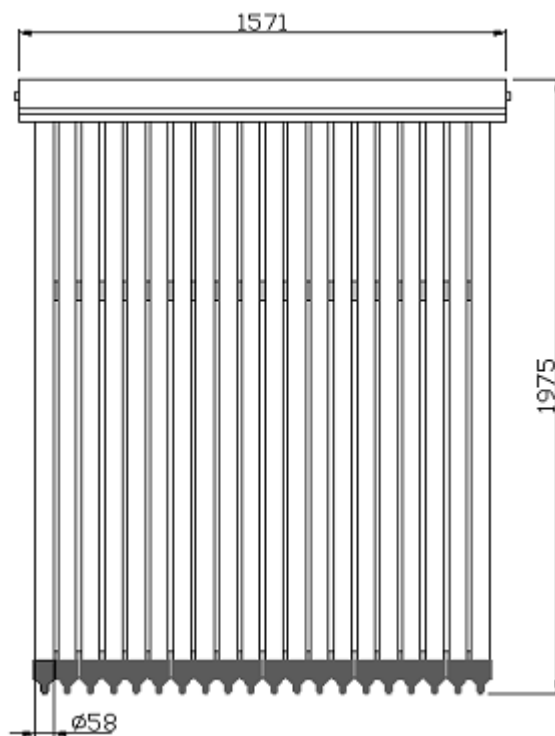


Figura 6. Dimensiones del modelo VT20HP (20 tubos).

5.2. Acumulador solar

El acumulador solar escogido es el modelo CV-500-M1 de LAPESA.

Es un depósito para producción y acumulación de ACS, en instalación vertical sobre el suelo, como depósito individual, instalación en serie o instalación en paralelo, fabricado en acero vitrificado, s/DIN 4753.

La capacidad del acumulador es de 500 litros. Cuenta con un serpentín interno para la producción de ACS.

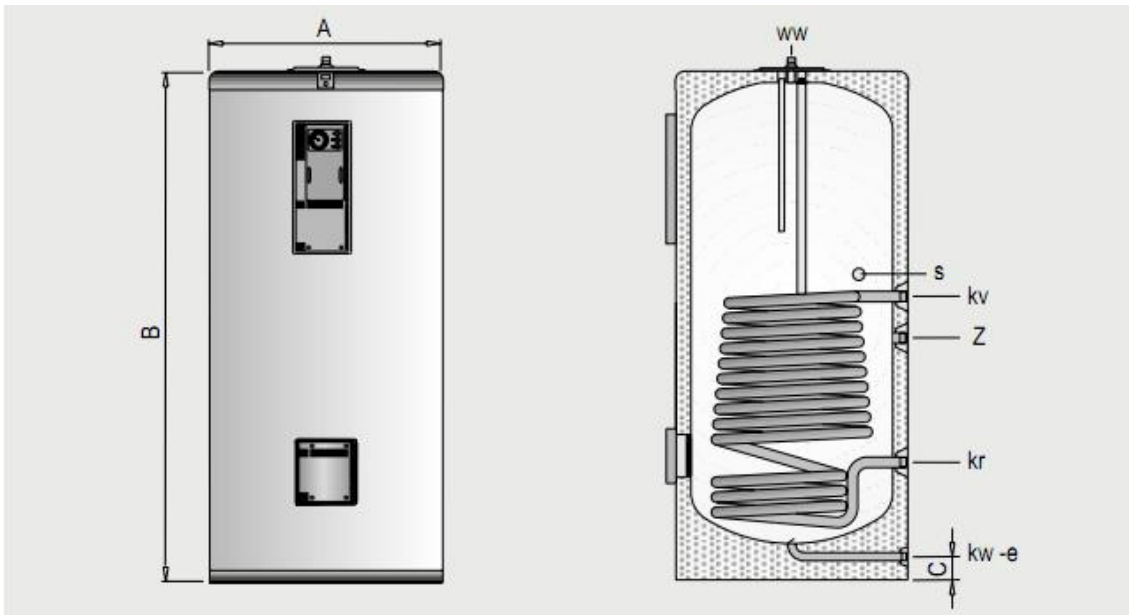


Figura 7. Esquema externo e interno del acumulador solar CV-500-M1.

Este acumulador incorpora de serie, panel de control con termómetro y ánodo de magnesio con medidor de carga para la protección catódica del depósito.

Permiten la incorporación de un equipo eléctrico completo y panel de control con termómetro.

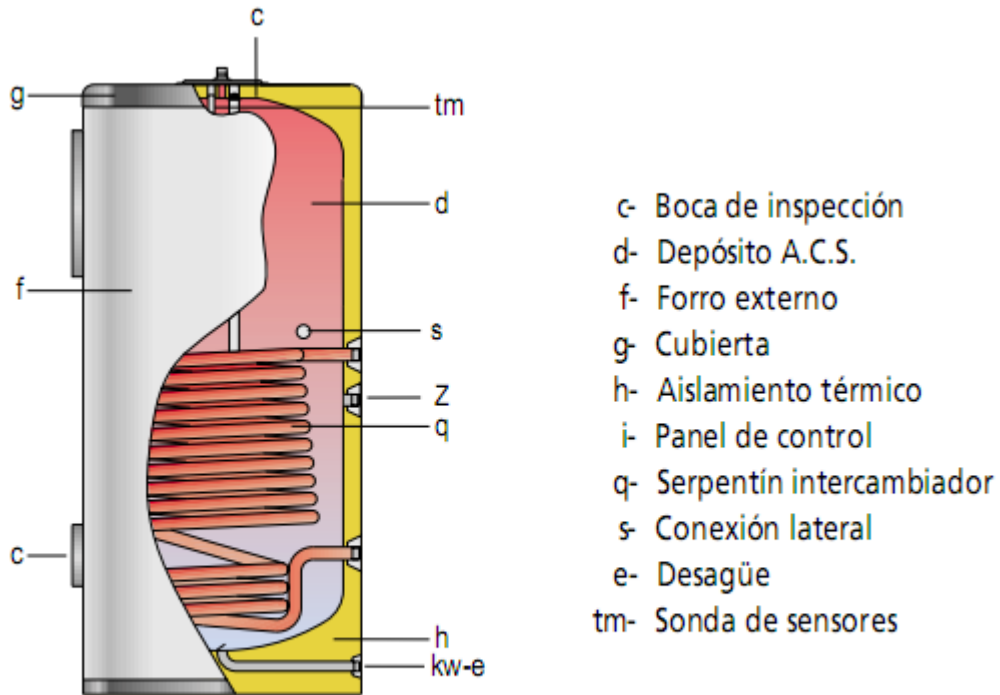
Este tipo de acumuladores están aislados térmicamente con espuma rígida poliuretano inyectado en molde, libre de CFC y acabado exterior, con forro de polipropileno acolchado desmontable y cubiertas.

El modelo CORAL VITRO consta de boca lateral de inspección.

Tabla 27. Características del acumulador LAPESA.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACUMULADOR CV-500-M1		
Temperatura máxima ACS	°C	90
Presión máxima depósito ACS	bar	10
Temperatura máxima circuito de calentamiento	°C	200
Presión máxima del circuito de calentamiento	bar	25
Capacidad ACS	l.	500
Superficie de intercambio serpentín	m ²	1,8
Peso en vacío (aprox.)	kg	160
Datos de los diámetros de los tubos del acumulador		
Kw	"GAS/M	1
ww	"GAS/M	1-1/4
kv	"GAS/M	1
kr	"GAS/M	1
e	"GAS/M	1
S	"GAS/M	1-1/2
z	"GAS/M	1
Dimensiones del acumulador		
Diámetro exterior	mm	770
Longitud total	mm	1690
Potencias del sistema		
Potencia resistencia eléctrica (opcional)	kW (230 V)	2,5 / 5
Potencia serpentín – Caudal primario (90 °C)	kW – m ³ /h	81 – 5
Potencia serpentín – caudal	kW – m ³ /h	95 – 8

primario		
----------	--	--



- c- Boca de inspección
- d- Depósito A.C.S.
- f- Forro externo
- g- Cubierta
- h- Aislamiento térmico
- i- Panel de control
- q- Serpentín intercambiador
- s- Conexión lateral
- e- Desagüe
- tm- Sonda de sensores

Mod. CV-...-M1:
Depósitos con un serpentín de calentamiento.

Figura 8. Partes que contienen los modelos CV-...-M1.

5.3. Características circulador

Tabla 28. Características técnicas del circulador.

MODELO	Dimensiones en mm							Peso
	A	B	C	D	E	F	G∅	Kg
QUANTUM-50	207	50	240	120	182	54,8	2"	24,80
QUANTUM-65	256	61	280	140	207	65,5	2 1/2"	38,40
PC MASTER 1025	-	-	-	-	-	-	1" ó 1 1/4"	2,9
PC 1025	180	132	93	230	98	77	1" ó 1 1/4"	2,6
PC 1035	180	132	93	230	98	77	1 1/4"	2,6
PC 1045	180	189	110	230	150	90	1 1/4"	3,8
PC 1055	180	204	116	230	158	90	1 1/4"	4,2
PC 1065	180	204	116	230	158	90	1 1/4"	4,2

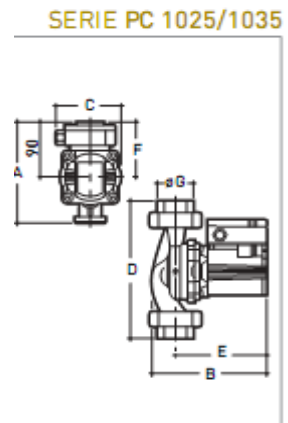


Figura 9. Dimensiones del circulador.

Tabla 29. Datos eléctricos del circulador.

MODELO	Motor (datos eléctricos)					Nº posiciones selector velocidad	Condensador (incluido) µF(*)
	Tensión	Velocidad	Potencia absorbida	Intensidad nominal A(*)			
	V	r.p.m. (*)	máx. W(*)	220-230 V	380-400 V		
QUANTUM-50	monof. 220-230	1.800-4.800	18-310	0,17-1,37	-	-	-
QUANTUM-65	monof. 220-230	1.800-4.600	21-620	0,16-2,70	-	-	-
PC MASTER 1025	monof. 220-230	950-1.850	99	0,40	-	-	2,6 x 400
PC 1025	monof. 230	1.050-1.450-1.950	35-35-35	0,38	-	3	2,6 x 400
PC 1035	monof. 230	1.150-1.650-2.250	47-47-47	0,42	-	3	3 x 400
PC 1045	monof. 230	1.350-1.950-2.420	115-165-205	1,0	-	3	5 x 400
PC 1055	monof. 230	1.710-2.340-2.660	110-150-180	0,85	-	3	5 x 400

5.4. Bomba de circulación para ACS

PEQUEÑA EDIFICACIÓN

Las bombas circuladoras sencillas UPS están diseñadas para la circulación de líquidos en sistemas de calefacción y sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

El modelo UPS es una bomba monofásica de 3 velocidades.

Los líquidos bombeados deben ser poco densos, limpios, no agresivos ni explosivos, que no contengan partículas sólidas, fibras o aceites minerales.

Si la bomba está instalada en un sistema de calefacción, el agua debe cumplir con las homologaciones aceptadas respecto a la calidad del agua.

La bomba incorpora en el estator un interruptor térmico de sobrecarga y, además de un módulo de alarma incorporable a la caja de conexiones como opción.

Disponible en 14 modelos diferentes.



Modelo	Código	Conexión bomba	Longitud (mm)	Tensión	P _i (W) Velocidad			I _a (A) Velocidad			Clase Energética
					1	2	3	1	2	3	
UPS 25-25	95906400	G 1 1/2	180	1x230 V	25	40	50	0.12	0.18	0.22	C
UPS 32-25	95906401	G 2	180	1x230 V	25	40	50	0.12	0.18	0.22	C
UPS 25-55	95906404	G 1 1/2	180	1x230 V	65	80	85	0.3	0.36	0.38	C
UPS 32-55	95906409	G 2	180	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C
UPS 25-80	95906429	G 1 1/2	180	1x230 V	110	155	165	0.5	0.7	0.7	C
UPS 32-80	95906442	G 2	180	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C
UPS 25-100	95906480	G 1 1/2	180	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.52	C
UPS 32-100	95906500	G 2	180	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.52	C
UPS 32-50 F	95906415	DN 32	220	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C
UPS 32-80 F	95906458	DN 32	220	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C
UPS 32-100 F	95906483	DN 32	220	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.52	C
UPS 40-50 F	95906420	DN 40	250	1x230 V	75	100	105	0.32	0.44	0.46	C
UPS 40-80 F	95906462	DN 40	250	1x230 V	135	200	220	0.6	0.9	0.98	C
UPS 40-100 F	95906486	DN 40	250	1x230 V	280	340	345	1.3	1.5	1.5	C

CARACTERÍSTICAS / CONSTRUCCIONES

Las bombas circuladoras UPS son de tipo rotor encapsulado, es decir, la bomba y el motor forman un conjunto compacto sin cierre del eje y con sólo dos juntas para el sellado. Los cojinetes están lubricados por el líquido bombeado. Estas bombas se caracterizan por:

- Eje y cojinetes radiales en cerámica.
- Cojinete de empuje en carbono.
- Carcasa del rotor y soporte del cojinete en acero inoxidable.
- Impulsor en material resistente a la corrosión.
- Carcasa de la bomba en fundición.
- Temperatura del líquido de -25°C a +110°C.
- Presión del sistema máx. 10 bar.
- Clase de aislamiento F
- Grado de protección IP42
- Bajo nivel de ruido.

En los modelos UPS no se requiere protección adicional del motor.

Presión de entrada
Para evitar ruidos de cavitación y daños a los cojinetes de la bomba, las siguientes presiones mínimas son necesarias en la aspiración de la bomba:

Temp. líquido	85°C	90°C	110°C
Pres. entrada	0,5 m altura 0,049 bar	2,8 m altura 0,27 bar	11,0 m altura 1,08 bar

Figura 10. Bomba de circulación para ACS.

5.5. Centralita auroMATIC solar 560

Para hacer más fácil y eficiente el ajuste de la instalación solar, Vaillant dispone de los modelos auroMATIC 560, de modo que se puede gestionar la combinación de calefacción, producción de agua caliente sanitaria y la instalación solar.

Tabla 30. Características básicas de la centralita de ACS y calefacción.

auroMATIC solar control		auroMATIC 560
Dimensions (W x H x D)	mm	272 x 175 x 55
Operating voltage	V	230
Power consumption	W	Max 10
Minimum sensor wire diameter	mm ²	0.75
Minimum power cable wire diameter	mm ²	1.5
Level of protection		IP 20

5.6. Caldera de Biomasa



Figura 11. Caldera de Biomasa.

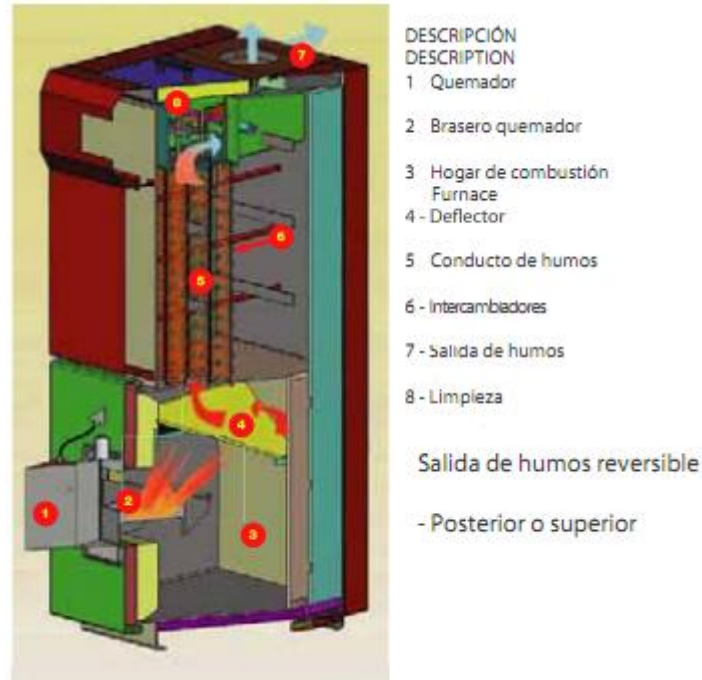


Figura 12. Análisis detallado de sus componentes.

Tabla 31. Características técnicas de la caldera de biomasa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS TECHNICAL DATA	U.M.	PB28 CB28	PB35 CB35	PB50 CB50
Potencia térmica Thermal power	kW	28	34	50
Rendimiento útil medio Boiler meddle efficiency	%	90,4	90,2	90,1
Depresión necesaria en chimenea* Underpressure needed in the chimney *	Pa	15	20	20
Diámetro salida humos Smoke outlet diam	mm	150	180	180
Volumen calentado Furnace volume	litros	120	170	170
Contenido de agua en la caldera Boiler's water side pressure loss	litros	150	200	200
Pérdida de carga del agua Water side pressure loss	mm H ₂ O	18	20	20
Presión máxima de trabajo Maximum working pressure	Bar	2,5	2,5	2,5
Potencia eléctrica en el encendido Maximum electric ignition power	kW	1,3	1,3	1,3
Potencia eléctrica en funcionamiento Working electriring power	kW	0,3	0,3	0,3
Temperatura de trabajo del agua Boiler's water working temperature	°C	60-90	60-90	60-90
Temperatura mínima de retorno Minimum boiler's return temperature	°C	55	55	55
Potencia intercambiador Exchanger power	kW	32	-	-
Producción de agua caliente sanitaria* Sanitary water production*	litros / h	900	-	-
Peso en vacío Weight	kg	358	450	455

* Producción horaria con $\Delta-T$ 30°C de temperatura media en la caldera de 80°C. Solo modelo PB28/CB28
Hot sanitary water production per hour with $\Delta-T$ 30°C and boiler's average temperature 80°C. Only Mod. PB28/CB28

Medido con la salida de humos a temperatura ambiente | Measured with cold chimney

5.7. Vaso de expansión

GERCE



Declaración de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad, según previsto en la normativa 97/23/CE (PED).

- Temperatura de trabajo: -10° a 110°C.
- Presión de precarga: 1,5 bar.

Modelo	Código	Rosca	Diámetro	Altura	Dim. Embal	P.V.P
GER-5	A102L11	3/4"	205	225	210x210x250	27 ¢
GERCE-8	A102L16			300	210x210x320	28 ¢
GERCE-12	A102L20		270	280x280x310	35 ¢	
GERCE-18	A102L24		410	280x280x450	40 ¢	
GERCE-24	A102L27		320	330x330x375	42 ¢	

Figura 13. Vaso de expansión cerrado para calefacción GERCE-5.

5.8. Radiadores

RADIADORES DE ALUMINIO



DUBAL 60 CI

RADIADOR DE ALUMINIO REVERSIBLE DE DOS ESTÉTICAS, PERMITE SU INSTALACIÓN CON FRONTAL PLANO O CON ABERTURAS.

INCORPORA PURGADOR AUTOMÁTICO, TAPAS, EMBELLECEDORES LATERALES Y LLAVE INTEGRADA, TOTALMENTE LISTO PARA SU INSTALACIÓN.

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS



Figura 14. Radiadores de aluminio.

Tabla 32. Características técnicas de los radiadores.

Modelos	Cotas en mm		Capacidad agua	Peso aproximado	Emisión calorífica en Kcal/h				Exponente "n" de la curva característica	
	A	L			Frontal aberturas		Frontal plano		Frontal aberturas	Frontal plano
			(1)	(2)	(1)	(2)				
DUBAL 60-CI 3	342	1,08	4,29	443,1	311,7	427,8	297,3	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 4	423	1,44	5,72	590,8	415,6	570,4	396,4	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 5	504	1,80	7,15	738,5	519,5	713	495,5	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 6	585	2,16	8,58	886,2	623,4	855,6	594,6	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 7	666	2,52	10,01	1033,9	727,3	998,2	693,7	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 8	747	2,88	11,44	1181,6	831,2	1140,8	792,8	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 9	828	3,24	12,87	1329,3	935,1	1283,4	891,9	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 10	909	3,60	14,30	1477	1039	1426	991	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 11	990	3,96	15,73	1624,7	1142,9	1568,6	1090,1	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 12	1071	4,32	17,16	1772,4	1246,8	1711,2	1189,2	1,35	1,34	
DUBAL 60-CI 14	1233	5,04	20,02	2067,8	1454,6	1996,4	1387,4	1,35	1,34	

(1) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE 9-015-96 para $\Delta t=60^{\circ}\text{C}$ (A título informativo)

(2) = Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442 para $\Delta t=50^{\circ}\text{C}$

$\Delta t = (T_{\text{media radiador}} - T_{\text{ambiente}})$ en $^{\circ}\text{C}$

Exponente "n" de la curva características según UNE EN-442

Los orificios de los elementos van roscados a 1" derecha a un lado e izquierda al otro.

Al realizar el pedido, prestar especial atención en la acertada elección del sentido de rosca de las reducciones y tapones.

Grifería

El radiador de Aluminio DUBAL 60 CI incorpora una llave NT cuyo volante puede ser sustituido por un cabezal termostático.

El avanzado diseño de su llave integrada permite su conexión en una instalación monotubo o bitubo.

Forma de suministro

Los Radiadores de Aluminio DUBAL 60 CI se presentan embalados en bloques de 3 a 12 y 14, completamente montados, retractilado y dentro de una caja de cartón.