



Anejo 4: Suministro de Agua.

1. CONSIDERACIONES GENERALES.....	34
2. RED DE AGUA FRÍA.....	35
2.1. <i>Elementos que componen la instalación.....</i>	<i>35</i>
2.2. <i>Necesidades y consumos.</i>	<i>36</i>
2.3. <i>Condiciones de suministro.....</i>	<i>36</i>
2.4. <i>Cálculo de los diámetros de las tuberías.</i>	<i>37</i>
2.5. <i>Comprobación de la presión.</i>	<i>37</i>
2.6. <i>Cálculos.</i>	<i>40</i>
2.7. <i>Comprobación de la presión en el punto más desfavorable.</i>	<i>45</i>
2.8. <i>Diámetros de las llaves de paso.</i>	<i>45</i>
3. RED DE AGUA CALIENTE.	46
3.1. <i>Esquema de principio.....</i>	<i>46</i>
3.2. <i>Demanda de ACS.</i>	<i>46</i>
3.3. <i>Zona climática. Contribución solar mínima.</i>	<i>47</i>
3.4. <i>Base de datos de cálculo.</i>	<i>47</i>
3.5. <i>Exigencias del sistema.</i>	<i>47</i>
3.6. <i>Resultados de cálculo.....</i>	<i>48</i>
3.7. <i>Cálculo de los diámetros de las tuberías.</i>	<i>49</i>
3.8. <i>Diámetros de las llaves de paso.</i>	<i>50</i>
3.9. <i>Energía Auxiliar.....</i>	<i>50</i>



Anejo 4: Suministro de Agua.

1. Consideraciones generales.

Al pertenecer nuestra planta a un complejo penitenciario, es decir, está dentro de una instalación ya existente, el abastecimiento correrá a cargo del propio centro desde los aljibes del centro a través de los grupos de presión por medio de un ramal independiente hasta nuestra planta, nuestra acometida. Con los grupos de presión nos aseguramos la presión necesaria en acometida de la planta. Esta presión será suficiente para poder vencer las pérdidas de carga que se producen en la instalación, pero teniendo además las presiones y caudales que nos exige normativa, en este caso el CTE DB HS4 “Suministro de Agua”.

Todas las tuberías utilizadas serán de cobre, situándose éstas a una distancia no menor de 30 cm de toda conducción o cuadro eléctrico.

Nuestra red de suministro de agua constará de una red de agua fría y otra de agua caliente que dará servicio a los aseos y vestuarios, cuarto de limpieza, fuentes y tomas de agua en la zona de producción. Sólo habrá Agua Caliente Sanitaria (ACS) en los vestuarios, tanto femeninos como masculinos.

Para el cálculo de la instalación de la red de fontanería se ha utilizado la normativa vigente:

- Libro de Luis Jesús Arizmendi Barnes para el Cálculo y Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificio.
- CTE DB HS4. “Suministro de Agua” y CTE DB HE4.”Contribución Solar Mínima”.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Aislamiento.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1.627/97 de 24 de Octubre de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras.



2. Red de Agua Fría.

2.1. Elementos que componen la instalación.

La instalación de agua fría de la planta la consideramos como una derivación particular dentro del centro penitenciario donde se encuentra, y es el mismo grupo de presión del centro el que nos suministra directamente a pie de planta. Por lo que vamos a considerar que la empresa suministradora es el propio centro.

Aunque sea realmente una derivación dentro de una instalación existente, la trataremos como una instalación independiente donde recibimos en acometida una presión y caudal suficiente para las necesidades. Instalaremos el correspondiente equipo de medida en armario homologado, para llevar control de consumo de la planta.

Los elementos que componen la instalación según CTE DB HS4 son los siguientes:

- *ACOMETIDA.*

- a) Collarín de toma en carga sobre la tubería de distribución que viene desde el grupo de presión del centro.
- b) Tubo de acometida que enlace el collarín de toma con la llave de corte general situada en arqueta de propio contador.

- *INSTALACIÓN GENERAL.*

Por este orden:

- c) Llave de corte general de la instalación alojada en arqueta del contador.
- d) Filtro de la instalación general alojado en arqueta a continuación de la llave de corte general de la instalación, para retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas.
- e) Contador general alojado en arqueta para controlar el consumo de la planta de reciclado. A continuación del filtro.
- f) A continuación grifo o racor de pruebas.
- g) Válvula de retención.



- h) Y por último una llave de salida. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general, filtro y válvula de retención.
- i) Tubo de distribución principal y derivaciones con llave de cortes al principio de cada una de ellas para no tener que cortar suministro en toda la planta en caso de avería.

2.2. Necesidades y consumos.

Los consumos estipulados por los aparatos que comprenden nuestra instalación son los siguientes según CTE DB HS4:

- Lavabo: 0.10 l/s.
- Inodoro con cisterna: 0.10 l/s.
- Urinario con grifo temporizado: 0.15 l/s.
- Ducha: 0.20 l/s.
- Fuente: 0.10 l/s.

Nuestro caudal instalado, entendiendo por tal, a la suma de los caudales instantáneos mínimos correspondientes a todos los aparatos instalados en el local, sería el siguiente:

Tipo de Aparato	Ud.	Q _{AF} (l/s)	Q _{ACS} (l/s)	Q _{T,AF} (l/s)	Q _{T,ACS} (l/s)
Lavabos (L)	8,00	0,10	0,07	0,80	0,52
Urinario c/g.t. (U)	2,00	0,15	-	0,30	-
Inodoro c/cisterna (WC)	8,00	0,10	-	0,80	-
Ducha (D)	4,00	0,20	0,10	0,80	0,4
Fuente (F)	2,00	0,10	-	0,20	-
Grifo (G)	3,00	0,20	0,10	0,60	0,3
Total:				3,50	1,22

2.3. Condiciones de suministro.

Según CTE DB HS4 las condiciones de suministro deben ser las siguientes en los puntos de consumo:

- Presión mínima en los puntos de consumo de 100 kPa.
- Presión máxima en los puntos de consumo de 500 kPa.



- La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C.
- En nuestro caso al ser tubería de cobre las velocidades del agua deben de estar comprendida entre 0,5 y 2 m/s.

2.4. Cálculo de los diámetros de las tuberías.

Para el cálculo de los diámetros de las tuberías seguiremos el plano número 9, que corresponde con nuestra instalación de suministro de agua.

El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. del CTE DB HS4.
- b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.
- c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos 0,50 y 2,00 m/s, según condiciones de suministro.
- e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

2.5. Comprobación de la presión.

Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera con los valores mínimos indicados y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado, de acuerdo con lo siguiente:



- a) Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
- b) Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

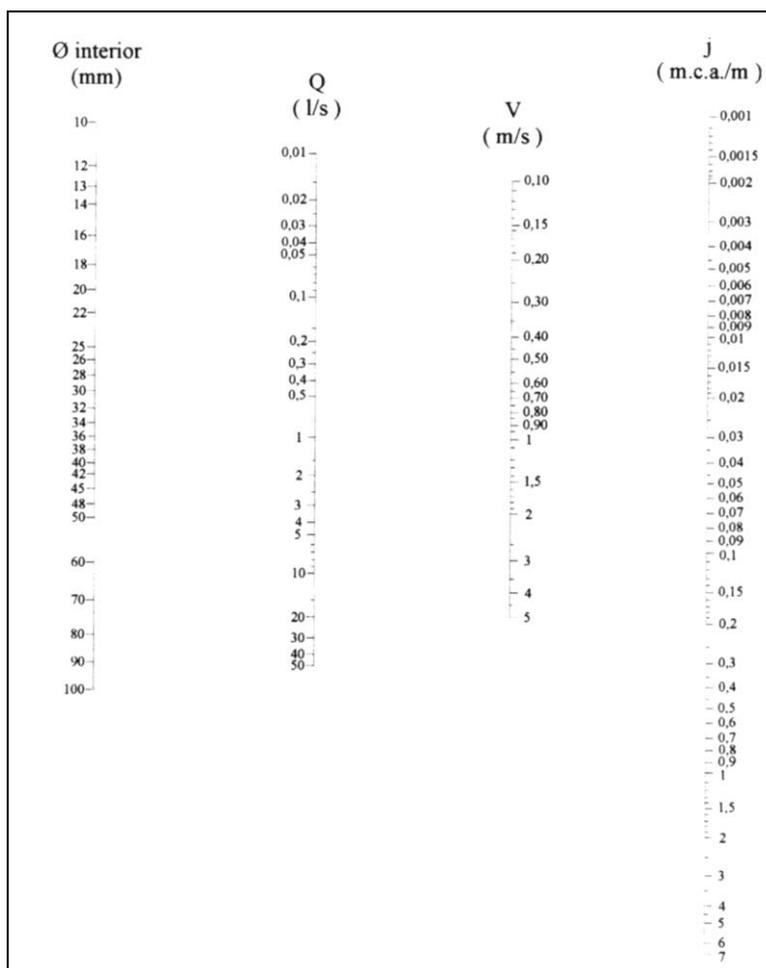


Figura 1. Ábaco para el cálculo de tuberías de cobre para agua fría.



Utilizaremos una tabla para el cálculo de la longitud equivalente de los accesorios de nuestra instalación aunque podríamos considerar las cargas localizadas del 20% al 30% de las pérdidas de cargas sobre la longitud real del tramo.

Clase de resistencia aislada	Diámetros de las tuberías (") (mm)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
		10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	manguito de unión	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,15	0,20	0,25
	cono de reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30	3,00	4,00	5,00
	codo o curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18	1,25	1,45	1,63
	curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54	1,97	2,61	3,43
	codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01	2,21	2,94	3,99
	"te" de 45°	1,02	0,84	0,90	0,96	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
	"te" arqueada o de curvas ("pantalones")	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
	"te" confluencia de ramal (paso recto)	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
	"te" derivación a ramal	1,80	2,50	3,00	3,60	4,10	4,60	5,00	5,50	6,20	6,90	7,70	8,90
	válvula retención de batiente de pistón	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40	4,85	6,60	8,30
	válvula retención paso de escuadra	5,10	5,40	6,50	8,50	11,50	13,0	16,5	21,0	25,0	36,0	42,0	51,0
	válvula de compuerta abierta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81	1,09	1,44	1,70
	válvula de paso recto y asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69	8,80	10,8	13,1
	válvula de globo	4,05	4,95	6,25	8,25	10,8	13,0	17,0	21,0	25,0	33,0	39,0	47,5
	válvula de escuadra o ángulo (abierta)	1,90	2,55	3,35	4,30	5,60	6,85	8,60	11,1	13,7	17,1	21,2	25,5
	válvula de asiento de paso recto	—	3,40	3,60	4,50	5,65	8,10	9,00	—	—	—	—	—
	intercambiador	—	—	—	2,1	5	12,5	13,2	14,2	25	—	—	—
	radiador	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	radiador con valvulería	3,75	4,40	5,25	6,00	6,75	7,50	8,80	10,10	11,40	12,70	14,00	15,00
	caldera	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,75	6,50	7,00	7,50	8,00	10,00
	caldera con valvulería	3,00	4,20	4,90	5,60	6,30	7,00	8,00	8,75	9,50	10,00	11,00	12,00
	contador	general individual o divisionario		4,5 m.c.d.a.		10 m.c.d.a.							

Figura 2. Longitudes equivalentes (m) de las pérdidas de carga correspondiente a distintos elementos singulares de las redes hidráulicas.



2.6. Cálculos.

A continuación procederemos al cálculo como ejemplo de uno de los tramos de nuestra instalación; los tramos siguientes se realizarán de igual forma y quedarán recogidos en una tabla resumen.

TRAMO D2.

a) Caudal real “ Q_{D2} ”

Por este tramo el caudal instalado es el correspondiente a 1 lavabo y 1 inodoro, lo que supone un caudal de:

$$Q_{D2} = 0,10 \text{ l/s} + 0,10 \text{ l/s} = 0,20 \text{ l/s.}$$

b) Coeficiente de simultaneidad “ K_{D2} ”

Es lógico suponer que no todos los elementos van a estar funcionando a la vez, por tanto el caudal total de la instalación se verá afectado por un coeficiente de simultaneidad. Este coeficiente se calcula por la expresión:

$$K_{D2} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad n = \text{número de aparato}$$

Luego para este tramo tendremos:

$$K_{D2} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

c) Caudal total “ $Q_{T,D2}$ ”

El caudal total será el caudal anteriormente obtenido multiplicado por el coeficiente de simultaneidad:

$$Q_{T,D2} = K_{D2} \cdot Q_{D2} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} \cdot 0,20 = 0,20 \text{ l/s}$$

d) Velocidad.

En el CTE DB HS4 la velocidad en tuberías metálicas como es nuestro caso la velocidad debe estar entre 0,50 y 2 m/s, consideramos por ejemplo un valor de 1 m/s, que a posteriori recalcularemos ya que dependerá de los



diámetros comerciales de tuberías de cobre y coste del cobre, pero siempre entre el rango de velocidades permitidas.

TUBERÍAS COMERCIALES DE COBRE		
Diámetro Exterior Nominal (mm)	Diámetro Interior Nominal (mm)	Espesor Nominal (mm)
10	8	1
12	10	1
14	12	1
15	13	1
16	14	1
18	16	1
22	20	1
28	26	1
35	33	1
42	40	1
54	52	1

e) Diámetro interior y pérdida de carga unitaria.

Con los valores de velocidad y caudal anteriormente obtenido, nos vamos a la Figura 1 y obtenemos el valor del diámetro interior y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería, saliendo:

$$D_{INT,D2} = 16 \text{ mm.}$$

$$j_{D2} = 0,098 \frac{\text{m.c.a.}}{\text{m}}$$

f) Longitud del tramo.

$$L_{D2} = 0,7 \text{ m.}$$

g) Longitud equivalente de los accesorios que componen la línea D2.

Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse de un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación según la tabla de la figura 2.



En el tramo D2 tenemos una válvula de asiento de paso recto, con un una tubería de paso de 16 mm. Con lo que tenemos una longitud equivalente debido a la pérdida de carga en la válvula de 3,40 metros.

$$L_{LOC,D2} = 3,40 m.$$

h) Longitud equivalente del tramo D2.

$$L_{EQ,D2} = L_{D2} + L_{LOC,D2} = 0,7 + 3,40 = 4,10 m.$$

i) Pérdida de carga total tramo D2.

Será el resultado de multiplicar la pérdida de carga unitaria por la longitud equivalente del tramo.

$$H_{r,D2} = L_{EQ,D2} \cdot j_{D2} = 4,10 \cdot 0,098 = 0,402 m.c.a.$$

Recogemos a continuación en las siguientes tablas los resultados de todos los tramos de nuestra instalación, para su cálculo se ha procedido de la misma manera que para el “Tramo D2”:

- Tramo.
- Longitud (m).
- Aparatos.
- Caudal máximo $Q_{MÁX}$ (l/s)
- Coeficiente de simultaneidad K_i .
- Caudal de cálculo Q_{REAL} (l/s).
- Velocidad (m/s).
- Diámetro interior (mm).
- Pérdida de carga unitaria j_i (m.c.a/m).
- Longitudes equivalentes.
- Pérdida total en el tramo (H_r).



TRAMO	L (m)	Aparatos		Q _{MÁX} (l/s)	K _i	Q _{REAL} (l/s)	V _{REAL} (m/s)	Ø (mm)	j _i (m.c.a./m)	Diámetro Tubería
		Nº	Tipos							
1-A	3,00	1	1F	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
1-B	0,70	4	2WC+2L	0,40	0,577	0,231	0,74	20,000	0,043	22 x 20
B-2	0,80	3	1WC+2L	0,30	0,707	0,212	1,06	16,000	0,108	18 x 16
2-C	1,20	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
2-D	0,70	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
D-E	2,00	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
F-1	4,30	5	1F+2WC+2L	0,50	0,500	0,250	0,80	20,000	0,050	22 x 20
α-F	10,30	6	1F+2WC+2L+1G	0,70	0,447	0,313	1,00	20,000	0,074	22 x 20
H-G	2,00	1	1WC	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
3-H	2,60	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
I-J	2,00	1	1WC	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
3-I	1,00	2	1WC+1L	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
K-3	2,00	4	2WC+2L	0,40	0,577	0,231	0,74	20,000	0,043	22 x 20
L-K	13,60	5	2WC+2L+1G	0,60	0,500	0,300	0,95	20,000	0,069	22 x 20
M-L	10,50	6	2WC+2L+1G+1F	0,60	0,447	0,268	0,85	20,000	0,057	22 x 20
4-M	4,70	7	2WC+2L+2G+1F	0,80	0,408	0,327	1,04	20,000	0,080	22 x 20
4-N	1,70	4	2L+2U	0,50	0,577	0,289	0,92	20,000	0,064	22 x 20
N-Ñ	0,60	3	1L+2U	0,40	0,707	0,283	0,90	20,000	0,062	22 x 20
Ñ-O	1,80	2	2U	0,30	1,000	0,300	0,95	20,000	0,069	22 x 20
O-P	1,00	1	1U	0,15	1,000	0,150	0,75	16,000	0,059	18 x 16
5-4	4,00	11	2U+4L+2WC+1F+2G	1,20	0,316	0,379	0,71	26,000	0,030	28 x 26
5-Q	0,60	8	4WC+4D	1,20	0,378	0,454	0,85	26,000	0,041	28 x 26
Q-R	1,40	6	2WC+4D	1,00	0,447	0,447	0,84	26,000	0,040	28 x 26
R-S	1,30	4	4D	0,80	0,577	0,462	0,87	26,000	0,042	28 x 26
S-T	1,30	2	2D	0,40	1,000	0,400	0,75	26,000	0,033	28 x 26
6-5	4,00	19	2U+4L+6WC+4D+1F+2G	2,40	0,236	0,566	1,07	26,000	0,060	28 x 26
6-U	2,50	2	2L	0,20	1,000	0,200	0,64	20,000	0,034	22 x 20
U-V	0,60	1	1L	0,10	1,000	0,100	0,75	13,000	0,078	15 x 13
α-6	4,00	21	2U+6L+6WC+4D+1F+2G	2,60	0,224	0,581	1,10	26,000	0,063	28 x 26
α'-α	4,50	27	2U+8L+8WC+4D+2F+3G	3,30	0,196	0,647	1,22	26,000	0,076	28 x 26



TRAMO	L (m)	j_i (m.c.a./m)	\varnothing (mm)	Accesorios	L_{eq}^V (m)	L_{eq}^C (m)	L_{eq}^T (m)	L_{eq}^{ACCS} (m)	L_{eq}^{TOTAL} (m)	H_r (m.c.a.)
1-A	3,00	0,078	15 x 13	1V+2C	3,40	0,50		4,40	7,40	0,58
1-B	0,70	0,043	22 x 20	1V+1T	3,60		3,00	6,60	7,30	0,32
B-2	0,80	0,108	18 x 16	1T			2,50	2,50	3,30	0,36
2-C	1,20	0,078	15 x 13	1C		0,50		0,50	1,70	0,13
2-D	0,70	0,098	18 x 16	1V+1T	3,40		2,50	5,90	6,60	0,64
D-E	2,00	0,078	15 x 13	2C		0,50		1,00	3,00	0,23
F-1	4,30	0,050	22 x 20	1T			3,00	3,00	7,30	0,36
α -F	10,30	0,074	22 x 20	2C+1T		0,63	3,00	4,26	14,56	1,08
H-G	2,00	0,078	15 x 13	2C		0,50		1,00	3,00	0,23
3-H	2,60	0,098	18 x 16	1V+1C+1T	3,40	0,50	2,50	6,40	9,00	0,88
I-J	2,00	0,078	15 x 13	2C		0,50		1,00	3,00	0,23
3-I	1,00	0,098	18 x 16	1V+1T	3,40		2,50	5,90	6,90	0,67
K-3	2,00	0,043	22 x 20	1T			3,00	3,00	5,00	0,22
L-K	13,60	0,069	22 x 20	1C+1T		0,63	3,00	3,63	17,23	1,18
M-L	10,50	0,057	22 x 20	1T			3,00	3,00	13,50	0,76
4-M	4,70	0,080	22 x 20	1V+1T	3,60		3,00	6,60	11,30	0,90
4-N	1,70	0,064	22 x 20	1V+1T	3,60		3,00	6,60	8,30	0,53
N-Ñ	0,60	0,062	22 x 20	1T			3,00	3,00	3,60	0,22
Ñ-O	1,80	0,069	22 x 20	1V+1T	3,60		3,00	6,60	8,40	0,58
O-P	1,00	0,059	18 x 16	1C		0,50		0,50	1,50	0,09
5-4	4,00	0,030	28 x 26	1T			3,60	3,60	7,60	0,23
5-Q	0,60	0,041	28 x 26	1V+2T	4,50		3,60	11,70	12,30	0,50
Q-R	1,40	0,040	28 x 26	2T			3,60	7,20	8,60	0,34
R-S	1,30	0,042	28 x 26	1V+2T	4,50		3,60	11,70	13,00	0,55
S-T	1,30	0,033	28 x 26	1T			3,60	3,60	4,90	0,16
6-5	4,00	0,060	28 x 26	1T			3,60	3,60	7,60	0,46
6-U	2,50	0,034	22 x 20	1V+1T	4,50		3,60	8,10	10,60	0,36
U-V	0,60	0,078	15 x 13	1C		0,50		0,50	1,10	0,09
α -6	4,00	0,063	28 x 26	1T			3,60	3,60	7,60	0,48
α' - α	4,50	0,076	28 x 26	1T			3,60	3,60	8,10	0,61



donde:

C: codo.

T: Te derivación a ramal.

V: Válvula de asiento de paso recto.

2.7. Comprobación de la presión en el punto más desfavorable.

Comprobaremos la presión en el punto más desfavorable de la instalación. Para cualquier punto “X”, la fórmula para calcular la presión disponible en el mismo es:

$$P_X = P_{\alpha'} - H_{r, \alpha'X} - Z_{\alpha'X}$$

$Z_{\alpha'X}$ = Diferencia de altura geométrica entre el punto α' y X (igual a cero).

$P_{\alpha'} = 40$ m.c.a (Presión disponible a la entrada)

$H_{r, \alpha'X}$ = Suma de las pérdidas de carga de los tramos entre α' y X .

El punto más desfavorable en nuestra instalación es el punto “G”, calculamos la presión disponible en ese punto:

$$H_{r, \alpha'G} = H_{r, \alpha'\alpha} + H_{r, \alpha 6} + H_{r, 65} + H_{r, 54} + H_{r, 4M} + H_{r, ML} + H_{r, LK} + H_{r, K3} + H_{r, 3H} + H_{r, HG} = 5,95 \text{ m.c.a.}$$

Por tanto:

$$P_G = 40 - 5,95 - 0 = 34,05 \text{ m.c.a.}$$

Con ello tenemos que en dicho punto tenemos presión disponible suficiente dentro del rango de entre 100 y 500 kPa. (1 m.c.a. = 10 kPa)

2.8. Diámetros de las llaves de paso.

El diámetro de las llaves de paso será el mismo que el del tramo donde se encuentren colocadas.

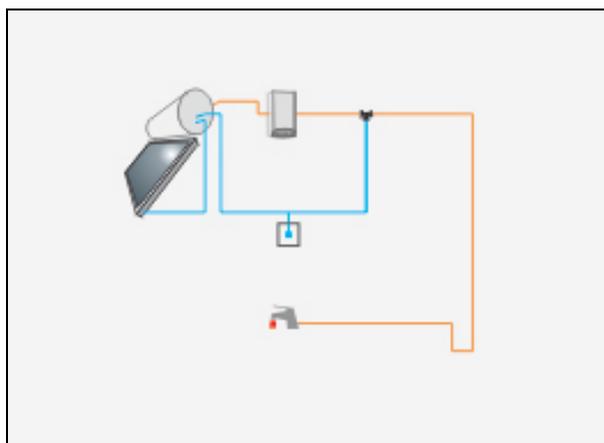


3. Red de Agua Caliente.

3.1. Esquema de principio.

La producción de ACS se realizará de manera centralizada para abastecer los vestuarios femeninos y masculinos según la demanda que nos exige el CTE DB HE 4.

El esquema de principio consiste en la producción de ACS mediante un sistema de energía solar térmica de baja temperatura situado en la cubierta de la nave, desde donde se abastece a los puntos de consumos señalados (vestuario femenino y masculino). Cuando la energía solar no sea suficiente para abastecer la demanda, dicho sistema estará apoyado mediante un termo eléctrico situado en el cuarto de limpieza anexo a los vestuarios.



Tipo de sistema: El sistema proyectado es del tipo Termosifónico, se basa en el principio de circulación natural así que no es necesario disponer de equipos de bombeo ni de sistema de regulación. Se instalará un mezclador termostático de agua de red y agua caliente del depósito solar.

3.2. Demanda de ACS.

Según la tabla 4.1. del CTE DB HE4, la demanda de referencia de ACS a una temperatura de 60°C, para el uso que nos ocupa, “vestuarios/duchas colectivas”, es de:

$$D_i(60^\circ C) = 21 \frac{\text{litros}}{\text{día} \cdot \text{persona}}$$



Consideramos 19 personas que son las que trabajarán en la zona de producción y oficinas como justificamos en el punto 4 del anexo “Proceso de Producción”, por tanto tenemos una demanda total de:

$$D_T(60^\circ C) = 21 \frac{\text{litros}}{\text{día} \cdot \text{pers.}} \cdot 19 \text{pers.} = 399 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

3.3. Zona climática. Contribución solar mínima.

Se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática donde se encuentra nuestra planta de reciclaje y de la demanda de ACS, como recoge la tabla 2.1 del CTE DB HE4:

Zona Climática V

50 litros < D_T < 5.000 litros

CONTRIBUCIÓN SOLAR EXIGIDA \Rightarrow 60%

3.4. Base de datos de cálculo.

Para el cálculo del cumplimiento de la fracción solar exigida junto a las características del sistema (marca BAXIROCA), se ha utilizado la base de datos histórica que el IDAE utiliza a través del programa “CHEQ4” para el cumplimiento del CTE DB HE4, “contribución solar mínima” según demanda de ACS.

3.5. Exigencias del sistema.

- Protección contra sobrecalentamientos.
- Pérdidas por orientación, inclinación o sombras:

SOMBRAS: No existe en nuestro caso.

ORIENTACIÓN: Sur.

INCLINACIÓN: Demanda constante, instalamos a **40°**, latitud geográfica de Sevilla es 37°.

- **50 < V/A < 180**, siendo “V” acumulación en “litros” y “A” área de captación en m².



- Demanda parecida al volumen de acumulación.

3.6. Resultados de cálculo.

Para la demanda de ACS y el cumplimiento de la exigencia en cuanto a la fracción solar aportada instalaremos un equipo Termosifónico de la marca BAXIROCA:

Marca: BAXIROCA

Modelo: STS 300

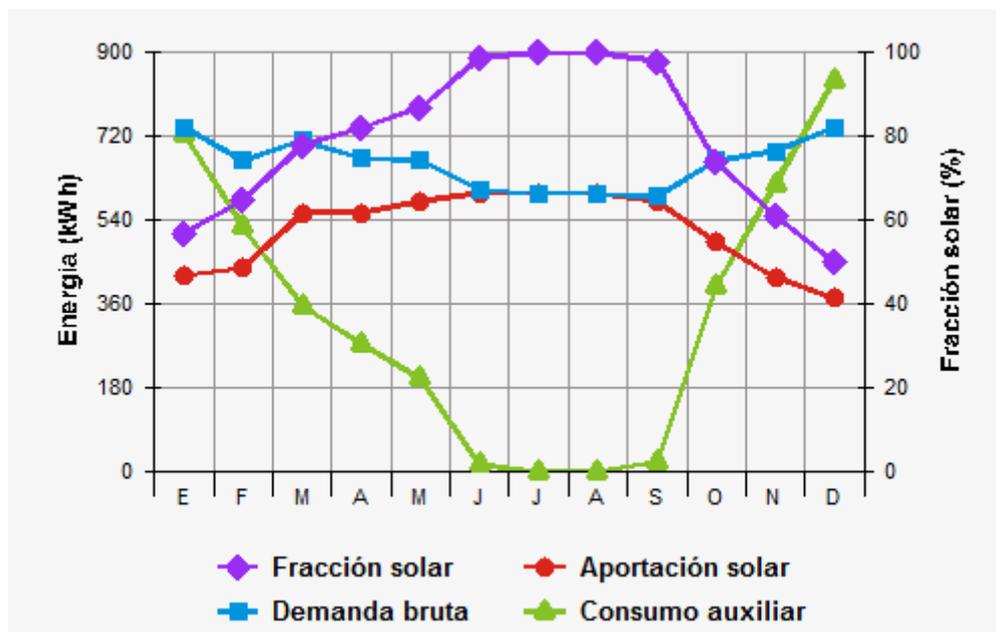
Compuesto por dos captadores, y un depósito de 302 litros, todo ello sobre soporte y sujeciones para adaptarlo a la cubierta de la planta con la inclinación proyectada.

Dimensiones exteriores colector (mm)	1.753 x 2.294 x 87
Superficie de apertura (m2)	3,78
Superficie absorbente (m2)	3,76
Capacidad colector (litros)	2,8
Nº de colectores	2
Capacidad total circuito primario (litros)	18,1
Dimensiones depósito acumulador (mm)	Ø 570 x 1783
Volumen depósito acumulador (litros)	302
Peso (con soporte y sin agua) (kg)	158
Material acumulador	Acero esmaltado
Tipo de aislamiento	Poliol + Isocianato 30mm
Presión máxima de trabajo	8 bar
Conexión agua fría / agua caliente	3/4 "

Los resultados que obtenemos con este sistema cumplimos las exigencias del CTE DB HE4 en cuanto a la fracción solar exigida. En resumen:

Fracción Solar (%)	78,00
Demanda neta (kWh)	7.520,00
Demanda bruta (kWh)	7.957,00
Aporte Solar (kWh)	6.209,00
Consumo auxiliar (kWh)	3.984,00
Reducción de emisiones de (kg de CO2)	2.173,00

En el siguiente gráfico lo podemos ver esquemáticamente.



3.7. Cálculo de los diámetros de las tuberías.

Se calcularán de igual forma que la red agua fría, así que vamos a exponer en las siguientes tablas cada uno de los tramos de la red de agua caliente así como el valor de los diámetros de cada tramo y demás características.

TRAMO	L (m)	Aparatos		Q _{MÁX} (l/s)	K _i	Q _{REAL} (l/s)	V _{REAL} (m/s)	D _i (mm)	j _i (m.c.a./m)	Ø (mm)
		Nº	Tipos							
A'- B'	0,6	1	1L	0,07	1,000	0,070	0,53	13,000	0,042	15 x 13
B'- 1'	6,5	2	2L	0,14	1,000	0,140	1,05	13,000	0,140	15 x 13
D'- C'	1,3	2	2D	0,20	1,000	0,200	0,99	16,000	0,098	18 x 16
C'- 1'	2,3	4	4D	0,40	0,577	0,231	1,15	16,000	0,125	18 x 16
1'- 2'	4,6	6	4D+2L	0,34	0,447	0,152	0,76	16,000	0,060	18 x 16
F'- E'	0,6	1	1L	0,07	1,000	0,070	0,53	13,000	0,042	15 x 13
E'- 2'	1,5	2	2L	0,14	1,000	0,140	0,70	16,000	0,052	18 x 16

donde:

L: Lavabo.

D: Ducha.

Nota: Usamos los caudales de ACS para cada aparato según CTE.



Se ha utilizado el mismo ábaco y la misma tabla de accesorios que se empleó para el cálculo de la red de agua fría para la elaboración de estas tablas de características y cálculos de la red de agua caliente.

TRAMO	L (m)	j_i (m.c.a./m)	\varnothing (mm)	Accesorios	L^{ACCS}_{eq} (m)	L^{TOTAL}_{eq} (m)	H_r (m.c.a.)
A'- B'	0,6	0,042	15 x 13	1C	0,50	1,10	0,05
B'- 1'	6,5	0,140	15 x 13	1V+1C+1T	6,40	12,90	1,81
D'- C'	1,3	0,098	18 x 16	1T	2,50	3,80	0,37
C'- 1'	2,3	0,125	18 x 16	1V+2T	8,40	10,70	1,34
1'- 2'	4,6	0,060	18 x 16	1T+1C+1V	6,40	11,00	0,66
F'- E'	0,6	0,042	15 x 13	1C	0,50	1,10	0,05
E'- 2'	1,5	0,052	18 x 16	1T+1V	5,90	7,40	0,39

donde:

C: codo.

T: Te derivación a ramal.

V: Válvula de asiento de paso recto.

3.8. Diámetros de las llaves de paso.

El diámetro de las llaves de paso será el mismo que el del tramo donde se encuentren colocadas.

3.9. Energía Auxiliar.

Debemos de servir agua caliente a 4 duchas y a 4 lavabos, resultado total de la suma de demandas de A.C.S de los vestuarios, femenino y masculino. Con una demanda diaria calculada de 399 litros.

Instalamos un termo eléctrico en serie con el equipo solar Termosifónico con una capacidad igual a la del depósito solar, 300 litros.

Marca: Junkers.

Modelo: HS 300

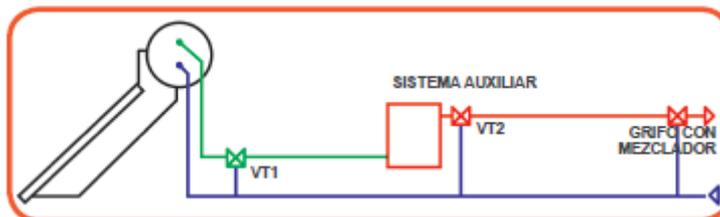


Modelo	HS 300
Capacidad útil (l.)	300
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo; en mm.)	1820 x 580
Potencia eléctrica (kW)	3
Tiempo calentamiento T=25°C (l/min)	5h 48 min.
Termostato regulable desde el exterior	NO
Temperatura de acumulación °C	70
Presión de encendido (bar)	6

Puntualizar que el termo eléctrico irá conectado en serie con el equipo termosifón, de manera que al termo eléctrico entra agua caliente del equipo, y sale al consumo.

A la salida del equipo solar existirá una válvula mezcladora de tres vía (VT1) con una temperatura regulada igual a la máxima admitida por el equipo, para proteger al circuito de altas temperaturas.

En el circuito de consumo, a la salida del sistema auxiliar, con una consigna entre 45°C y 60°C, para proteger a los usuarios de altas temperaturas en el punto de consumo y garantizar su confort. Señalada como VT2 en el esquema.





CHEQ4

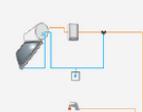


La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto	
Nombre del proyecto	PLANTA RECICLADO VIDRIO - VESTUARIOS
Comunidad	ANDALUCIA
Localidad	SEVILLA
Dirección	SEVILLA

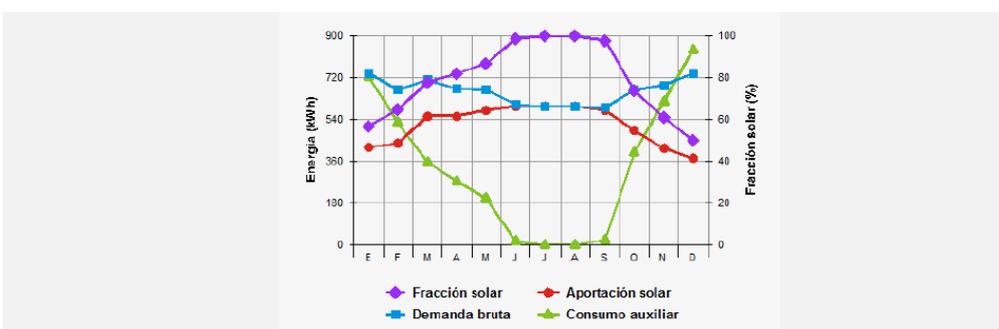
Datos del autor	
Nombre	Pedro Rodríguez Fernandez
Empresa o institución	ESI
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Sevilla (Sevilla)											
Altura respecto la referencia [m]	0											
Sistema seleccionado	Instalación consumo único sistema prefabricado											
Demanda [l/día a 60°C]	399											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	78
Demanda neta [kWh]	7.520
Demanda bruta [kWh]	7.957
Aporte solar [kWh]	6.209
Consumo auxiliar [kWh]	3.984
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	2.173



CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	7.520
Demanda ACS de referencia [kWh]	1.311
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	1.525
Emisiones de CO2 [kg CO2]	308



CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	STS 300 B (Baxi Calefaccion)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	GPS-8451 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	2,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	0,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	40,0	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Termo eléctrico	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Electricidad	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	10,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	26,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	lana de vidrio	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	60,0	<input type="checkbox"/>

Pedro Rodríguez Fernández
PFC Ingeniería Industrial - Plan 98

Septiembre de 2015