

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION ARQUITECTONICA
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

FONTANERÍA

TEMA VII.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES CENTRALIZADAS

MANUEL ROCA SUÁREZ
JUAN CARRATALÁ FUENTES
JAVIER SOLIS ROBAINA

FONTANERIA A.C.S

TEMA VII. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES CENTRALIZADAS

INDICE

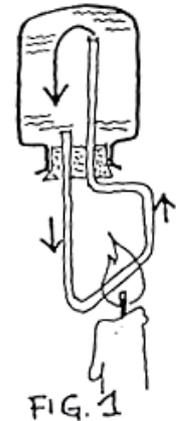
- VII.1 TERMOSIFÓN.
- VII.2 REDES DE ACS. TRAZADOS DE RETORNO. BOMBA DE RECIRCULACIÓN.
- VII.3 BASES PARA EL CÁLCULO DE LAS REDES DE ACS.
 - VII.3.1 Trazados de ida. Cálculo a grifos abiertos.
 - VII.3.2 Trazados de retorno. Cálculo a grifos cerrados.
- VII.4 HIPÓTESIS DE PARTIDA DE APLICACIÓN EN LOS CÁLCULOS DE ACS.
- VII.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.
- VII.6 EJEMPLO.
 - VII.6.1 Trazado de ida.
 - VII.6.2 Circuito de retorno.
- VII.7 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO A DIFERENTES TRAZADOS.
- VII.8 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS CALORÍFICAS DE UN CIRCUITO A.C.S.

FONTANERIA

TEMA VII. DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES CENTRALIZADAS

VII.1 TERMOSIFÓN.

El agua cuando se calienta por encima de los 4⁰ C pierde densidad. Este hecho hace que en un circuito cerrado el agua fría que se encuentre en la parte alta del mismo tienda a ser sustituida por otra más caliente que se encuentre en la parte baja. Ello origina un movimiento de circulación que se denomina fenómeno de termosifón. (fig. 1).



Tal movimiento responde a unas diferencias de presiones internas en el líquido, cuya cuantía aproximada responde a la expresión:

$$P = 0,6H (t_1 - t_2)$$

P en mm.c.a.
H en m.
t₁ y t₂ en °C

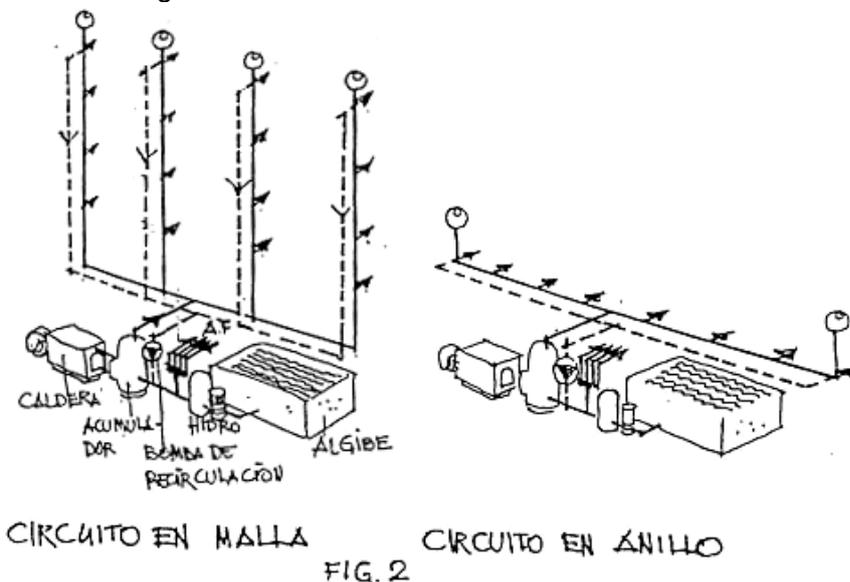
dónde P es la diferencia de presiones entre dos puntos, 1 y 2, cuyas temperaturas son t₁ y t₂ y que están situados con un diferencial de altura de H metros.

VII.2 REDES DE ACS. TRAZADOS DE RETORNO. BOMBA DE RECIRCULACIÓN.

Vimos en el tema anterior esquemas elementales de trazados de agua caliente con una tubería de retorno que, conectando al punto más alto del suministro, sólo por el fenómeno de termosifón, devolvería el agua caliente no utilizada al acumulador y de ahí la haría de nuevo ascender.

No obstante, en general, cuando no hay consumo - esto es cuando están los grifos cerrados - o éste es escaso, los ramales de ida se van enfriando y el efecto termosifón, por sí solo, no es suficiente para contrarrestar la pérdida de calor por transmisión al ambiente exterior.

Por esta razón se coloca al final del circuito así formando una pequeña bomba - llamada de recirculación o retorno - que garantiza la circulación de los caudales suficientes para contrarrestar dicho enfriamiento. El trazado de ida y el de retorno constituyen un sistema CERRADO, y, según se trate de edificios en desarrollo vertical u horizontal, responde a los esquemas básicos de la fig.2.



VII.3 BASES PARA EL CÁLCULO DE LAS REDES DE ACS.

VII.3.1 Trazados de ida. Cálculo a grifos abiertos.

VII.3.1.1 Cálculo de Secciones.

Conocida la presión del hidro del edificio y hallados los gastos punta de agua caliente, se calculan las correspondientes secciones por el método de las presiones o el de las velocidades, de un modo análogo a como se hace con la instalación de agua fría.

VII.3.1.2 Cálculo de temperaturas.

Es evidente que en los trazados de ida de A.C.S., aún cuando estén calorifugados, el agua va perdiendo temperatura, de modo que si sale del acumulador a la temperatura t_1 llegará a un punto dado de la instalación a la temperatura t_2 ($t_2 < t_1$).

Según la física clásica, las calorías que pierde el agua de un tramo de la instalación viene dado como producto del caudal circulante por la caída de temperatura t_1-t_2 , que experimenta en dicho recorrido

$$C = Q (t_1 - t_2), \quad [1]$$

siendo C = pérdida de calor en k cal/h.
 Q = caudal punta circulante en l/h.
 t_1 = temperatura del agua al inicio del tramo
 t_2 = temperatura del agua al final del tramo

Esta misma pérdida de calorías C , sabemos que es consecuencia de la acción de la temperatura exterior sobre el referido tramo, lo que podemos reflejar por la conocida expresión

$$K.S.\left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0\right) \quad [2]$$

en la que

K = coeficiente de transmisión de la tubería calorifugada en k cal/h x °C x m²

S = Superficie exterior del tramo (= s x l, en la que s es la superficie por metro de tubería y l su longitud).

t_0 = temperatura ambiente en °C

Igualando ambas expresiones tendremos

$$K.S.\left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0\right) = Q(t_1 - t_2)$$

Despejando t_2 tendremos

$$t_2 = \frac{t_0.K.S + t_1(Q - \frac{1}{2}.K.S)}{Q + \frac{1}{2}.K.S} \quad [3]$$

expresión que nos permite obtener la temperatura final t_2 de cualquier tramo en función de la temperatura exterior y del caudal punta circulante, conocida la temperatura inicial t_1 y el coeficiente de transmisión de la tubería. Naturalmente el valor de Q condiciona el valor de t_2 , que alcanza su máximo cuando $Q = Q_p$.

VII.3.2 Trazados de retorno. Cálculo a grifos cerrados.

Tal como dijimos, su función es la de mantener la temperatura del trazado de ida cuando no se esté utilizando la instalación o los consumos sean escasos. Para ello el cálculo se fundamentará en establecer apriorísticamente los diámetros y averiguar el caudal del agua caliente que habrá de mover una bomba de recirculación. Es lo que se denomina CALCULO A GRIFOS CERRADOS.

VII.3.2.1 Caudal de la bomba de recirculación.

Supongamos un tramo del circuito de ida de una instalación que ha estado funcionando a grifos abiertos, suministrando ACS a temperaturas comprendidas entre t_1 y t_2 . Al entrar la instalación en régimen de grifos cerrados la difusión al medio ambiente por hora, dada por [2] ya no puede ser “detraída” del caudal normal de funcionamiento, Q , por ser éste escaso o inexistente.

Si no queremos que a grifos cerrados la tubería se enfríe paulatinamente debemos aportar continuamente un cierto nuevo caudal q de agua caliente, de modo que, en el peor de los casos, se garantice un valor de t_2 aceptable para la utilización del A.C.S.

La cantidad de calorías que aporta un caudal de agua q que tiene en su inicio una temperatura t_1 y acaba con otra t_2 viene dada por la expresión

$$C = q (t_1 - t_2) \quad [4]$$

Igualando, según lo dicho, [2] y [4] tenemos:

$$K.S \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_0 \right) = q(t_1 - t_2), \quad \text{de dónde}$$

$$q = \frac{K.S}{2} \times \frac{t_1 + t_2 - 2t_0}{t_1 - t_2}$$

En el caso de un ramal compuesto por tramos de diferentes K podemos escribir la fórmula más genérica que nos da el caudal que ha de suministrar la bomba de recirculación a dicho ramal.

$$q = \frac{1}{2} \sum K.Sx \frac{t_1 + t_2 - 2t_0}{t_1 - t_2} \quad [5]$$

en la que:

q = Caudal en l/h

K = Coeficiente de transmisión de cada tramo de tubería calorifugada en $K \text{ cal/h} \times ^\circ\text{C} \times \text{m}^2$.

S = Superficie exterior de cada tramo = $s \times l$, siendo s la superficie por metro de tubería calorifugada y l su longitud.

t_1 = Temperatura inicial del agua en el ramal en $^\circ\text{C}$.

t_2 = Temperatura final del agua en el ramal en $^\circ\text{C}$ (dato a fijar por el proyectista).

t_0 = Temperatura del ambiente en $^\circ\text{C}$.

Habitualmente se toma un valor de $t_2 = t_1 - 2^\circ$.

VII.3.2.2 Presión de la bomba de recirculación.

Al hacer recircular el agua de la red, la presión que tenía, suministrada anteriormente por el hidró, iría progresivamente debilitándose por efecto del rozamiento; así pues la presión de la bomba de recirculación ha de ser tal que supere las pérdidas de carga motivadas por la circulación que ella misma origina.

VII.4 HIPÓTESIS DE PARTIDA DE APLICACIÓN EN LOS CÁLCULOS DE ACS.

Las tuberías con agua a más de 40^o dispondrán de aislamientos; lo que lo hace preceptivo, prácticamente, para la totalidad de la red.

Caída máxima de temperatura de 3^oC entre la salida del acumulador y el punto más alejado de la red.

Presión de la bomba de recirculación, debe ser la necesaria para compensar, únicamente, las pérdidas de carga del trazado de retorno. Las razones por las que no se contemplan las pérdidas de presión en el trazado de ida son las siguientes:

- Las secciones de ida son desmesuradas para los caudales de recirculación y aportan, por tanto, escasas pérdidas de carga.
- Tales pérdidas, en todo caso, pueden considerarse compensadas por el fenómeno de termosifón.
-

Pérdidas térmicas horarias globales del conjunto de las conducciones que discurren por locales o recintos no calefactados no superen el 5% de la potencia útil instalada.

VII.5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

Sea el modelo que esquematizamos en la fig.3

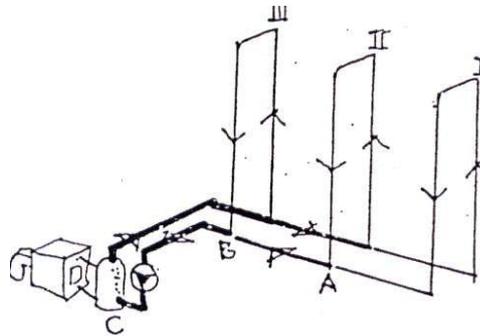


FIG. 3

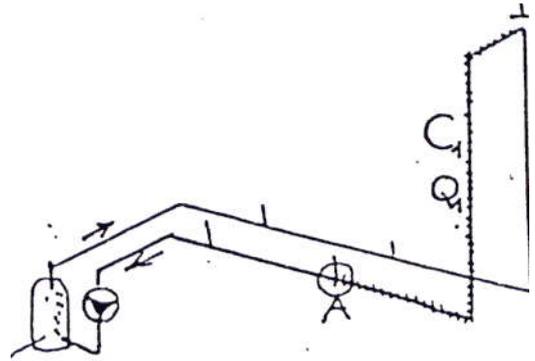
Ya vimos que se trata de una red en malla cuyo cálculo, según los objetivos expuestos, (secciones y bomba de recirculación) abordaremos siguiendo los siguientes pasos, soslayando la aplicación del método Hardy-Cross.

- A) Calculamos en primer lugar los diámetros del peine de ida a grifos abiertos, es decir como si se tratara de una instalación de agua fría, partiendo de la presión del hidró y teniendo en cuenta las pérdidas de carga que suponen acumulador y demás accesorios.
- B) Calculamos los caudales y pérdidas de carga de la bomba de retorno en el circuito de vuelta descomponiendo el circuito total en circuitos elementales C₁, C₂ y C₃, partiendo de aquel que tenga el punto de retorno más alejado del acumulador, de acuerdo como sigue:

PROCESO:

q_1 , CAUDAL DEL CIRCUITO ELEMENTAL C_1 .

Tomando como datos t_1 (temperatura del acumulador) y t_2 (temperatura del punto más alejado) obtendremos el caudal q_1 necesario para equilibrar las pérdidas caloríficas del correspondiente ramal de ida aplicando la fórmula [5].

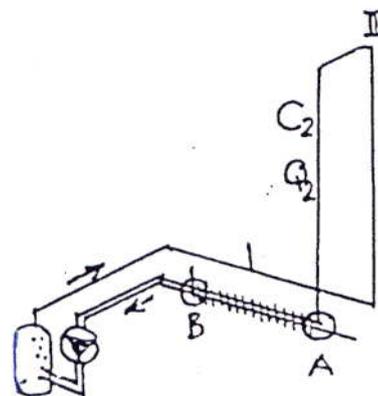


R_1 , PERDIDA DE CARGA A CALCULAR EN EL TRAMO I A

Con q_1 obtenemos la pérdida de carga sólo del tramo I-A, siendo A el punto dónde acomete un nuevo circuito elemental.

q_2 , CAUDAL DEL CIRCUITO ELEMENTAL C_2 .

Tendremos en cuenta ahora que - aparte la presión del hidro - la nueva presión de la red en cualquier punto será la que aporte la bomba de recirculación menos la correspondiente pérdida de carga; pues bien, habiendo obtenido la pérdida de carga en el



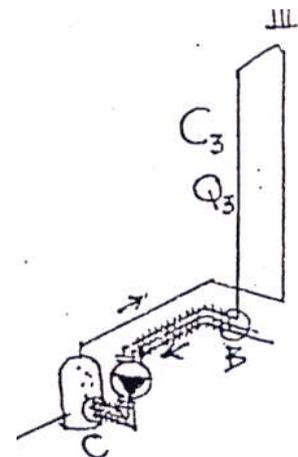
punto A, como parte del Circuito C_1 , adoptaremos este valor como dato fijo para calcular el caudal q_2 , que debe circular por el circuito C_2 .

R_2 , PERDIDA DE CARGA A CALCULAR EN EL TRAMO AB

Dicho caudal lo sumaremos al obtenido anteriormente y nos dará una nueva pérdida de carga en el punto B, de confluencia con la columna del siguiente circuito.

q_3 , CAUDAL DEL CIRCUITO ELEMENTAL C_3 Y R_3 , PERDIDA DE CARGA A CALCULAR EN EL TRAMO BC.

Operando de igual manera obtendremos q_3 y la correspondiente pérdida de carga R_C hasta el acumulador.



CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DE RECIRCULACION.

El caudal de la bomba de recirculación ha de ser:

$$q > q_1 + q_2 + q_3$$

Su presión será la que venza la suma de las resistencias calculadas:

$$H > R_1 + R_2 + R_3$$

Tal como se justificó anteriormente, no se tendrán en cuenta las pérdidas de carga correspondiente a los trazados de ida. Los caudales que habremos obtenido para C_2 y C_3 serán siempre mayores que los obtenidos para C_1 y C_2 , respectivamente; así pues sabemos que cumplirán holgadamente su misión de equilibrar las pérdidas térmicas de sus correspondientes trazados de ida.

Aclaremos el proceso segundo mediante un ejemplo.

VII.6 EJEMPLO.

VII.6.1 Trazado de ida.

Sea el circuito simétrico representado en la fig. 4 realizado con tubería de cobre calorifugada, en el que se han calculado a grifos abiertos los diámetros interiores de los tramos que se indican del peine de ida, de acuerdo con las correspondientes demandas puntas de A.C.S.

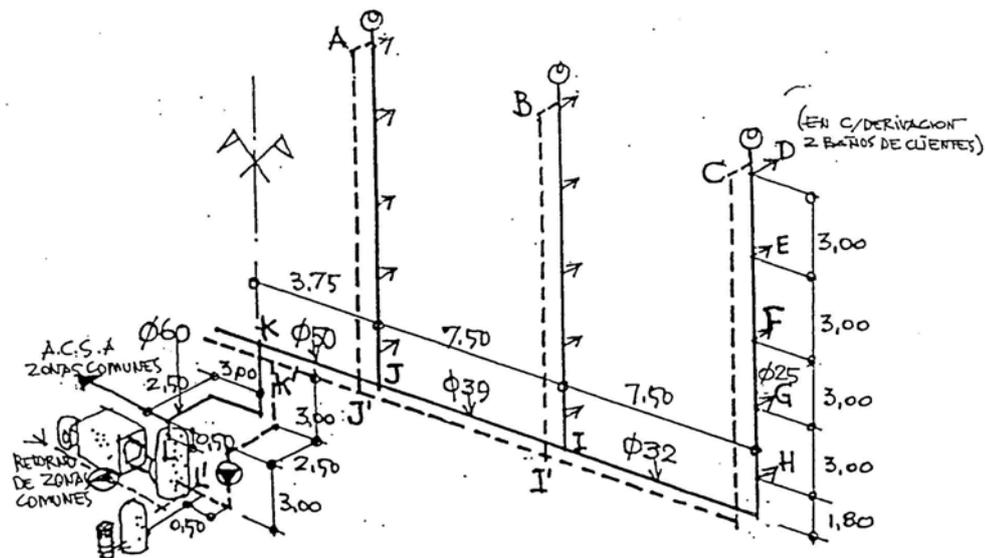


FIG.4

TRAMO ED - $Q_p = 0,60$ ⁽¹⁾ l/seg - $\varnothing = 25$ mm TRAMO IH - $Q_p = 1$ l/seg - $\varnothing = 32$ mm

TRAMO FE - $Q_p = 0,60$ l/seg - $\varnothing = 25$ mm TRAMO JI - $Q_p = 2$ l/seg - $\varnothing = 39$ mm

TRAMO GF - $Q_p = 0,73$ l/seg - $\varnothing = 25$ mm TRAMO JK - $Q_p = 3$ l/seg - $\varnothing = 50$ mm

TRAMO HG - $Q_p = 0,83$ l/seg - $\varnothing = 32$ mm TRAMO KL - $Q_p = 6$ l/seg - $\varnothing = 60$ mm

(Se ha de decir que en una red de A.C.S. es aceptable utilizar los mismos Q_p obtenidos para la red de agua fría, salvo que en esta última se hayan instalado fluxores. Además si en las dos redes se utilizan el mismo tipo de tubería pueden adaptarse para ambas idénticos diámetros).

Se fija la temperatura de salida del acumulador t_1 en 45° mientras que la temperatura exterior t_0 es de 10° .

En base a tablas comerciales al uso hallamos los valores KS mientras que, a título puramente informativo, calculamos los valores t_1 y t_2 de cada tramo aplicando sucesivamente la fórmula [3],

$$t_2 = \frac{t_0 \cdot K \cdot S + t_1 \left(Q - \frac{1}{2} K \cdot S \right)}{Q + \frac{1}{2} K \cdot S}$$

¹ Se ha contemplado el posible uso simultáneo de 2 bañeras.

Consignamos los Q_p en litros hora

TRAMO	\varnothing	k	s	l	KS (kxsxl)	Q_p	t_1	t_2
LK	60	0,854	0,427	9	3,28	21.600	45	44,99
KJ	50	0,825	0,377	3,75	1,17	10.800	44,99	44,98
J1	39	1,202	0,276	7,50	2,48	7.200	44,98	44,97
IH	32	1,162	0,257	9,30	2,78	3.600	44,97	44,94
HG	32	1,162	0,257	3,00	0,90	2.988	44,94	44,93
GF	25	1,111	0,232	3,00	0,77	2.628	44,93	44,92
FE	25	1,111	0,232	3,00	0,77	2.160	44,92	44,91
ED	25	1,111	0,232	3,00	0,77	2.160	44,91	44,90
$\Sigma = 12,92$								

VII.6.2 Circuito de retorno.

VII.6.2.1 q_1 Caudal del Circuito elemental C_1 .

Consideramos adecuado mantener $t_2 = 43^\circ$ en el punto D mediante el caudal a aportar exclusivamente por la bomba de recirculación. Así pues aplicando [5] tenemos

$$q_1 = \frac{12,92}{2} \times \frac{45 + 43 - 2 \times 10}{45 - 43} = 219,64 \text{ l/h} = 0,061 \text{ l/seg}$$

VII.6.2.2 R_1 Perdida de carga a calcular.

Adoptamos un $\phi = 10 \text{ mm}$ y calcularemos las pérdidas del tramo que nos interesa CI' .

$$q = q_1 = 0,061 \text{ l/seg.}$$

TRAMO	q	L_1	V	\varnothing	J	L_2	$R = J \times L$
	l/seg	M	m/seg	mm	m.c.a./m	m	m.c.a.
CI'	0,061	21,30	0,78	10	0,100	0,45	2,24
						0,60	
						<u>0,10</u>	
						1,15	

VII.6.2.3 q_2 Caudal del Circuito Elemental C_2 .

En el tramo BI' ; igualando perdidas de cargas en el punto I'

$$J(L_1 + L_2) = 2,24; \text{ d\u00f3nde } L_1 = 13,80 :$$

Adoptando un $\varnothing 10$

$$2 \text{ ---> } 0,90$$

$$0,30$$

$$L_2 = 1,20 ; \text{ luego } L_1 + L_2 = 15,00$$

$$J = \frac{2,24}{15} = 0,15 \quad \text{que corresponde a un caudal } q_2 = 0,075 \text{ l/seg}$$

VII.6.2.4 R₂ Perdida de carga a calcular.

Adoptemos un \varnothing 15 y calculemos la perdida del tramo que nos interesa I'J', dónde el caudal será $q_1 + q_2 = 0,061 + 0,075 = 0,136$

$$q = q_1 + q_2 = 0,136 \text{ l/seg}$$

TRAMO	q	L ₁	V ₁	∅	J	L ₂	R = J x L
	l/seg	m	m/seg	mm	m.c.a./m	m	m.c.a.
I'J'	0,136	7,50	0,75	15	0,06	0,20	0,46

VII.6.2.5 q₃ Caudal del circuito elemental C₃.

Análogamente en el punto J' la perdida del tramo AJ'ha de coincidir con la que nos arrastra el recorrido C'I'J' = 2,24 + 0,46 = 2,70 m.c.a.

$$J \times (L_1 + L_2) = 2,70 \text{ m.c.a.}, \text{ dónde } L_1 = 13,80$$

Adoptando un \varnothing 10 L₂ = 1,20; luego L₁ + L₂ = 15

$$J = \frac{2,70}{15} = 0,18, \text{ que corresponde a un caudal } q_3 = 0,080 \text{ l/seg}$$

VII.6.2.6 R₃ Perdida de carga a calcular.

Solo nos interesan las perdidas del tramo J'K' dónde el caudal será $q_1 + q_2 + q_3$. Adoptaremos un \varnothing 15 mm.

$$q = 0,061 + 0,075 + 0,080 = 0,216 \text{ l/seg.}$$

TRAMO	q	L ₁	V	o	J	L ₂	R = J x L
	l/seg	m	m/seg	mm	m.c.a./m	m	m.c.a.
J'K'	0,216	3,75	1,3	15	0,15	0,90	0,70

VII.6.2.7 Caudal del tramo final K'L'.

En el punto K' se unen los caudales de las dos alas, por lo que

$$q_t = 2 \times 0,216 = 0,432 \text{ l/seg.}$$

VII.6.2.8 R_t pérdida de carga total a calcular.

Para este caudal adoptamos un \varnothing = 25 mm

$$q_t = 0,432 \text{ l/seg.}$$

TRAMO	q	L ₁	V	o	J	L ₂	R = J x L
	l/seg	m	m/seg	mm	m.c.a./m	m	m.c.a.
K'L'	0,432	9	0,85	25	0,04	3 = 2,70 0,27 2,97	0,48

VII.6.2.9 Resultados finales.

Así pues

$$q_{\text{total}} = 0,432 \text{ l/seg}$$

$$R_{\text{total}} = 2,24 + 0,46 + 0,70 + 0,48 = 3,88 \text{ m.c.a.}$$

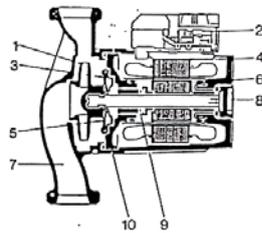
VII.6.2.10 Elección de la bomba.

Para escoger la bomba de recirculación analizaremos los diagramas Q-H de los catálogos de las casas comerciales, debiendo ser

$$Q \geq 0,432 \text{ l/seg} = 1,56 \text{ m}^3/\text{h.}$$

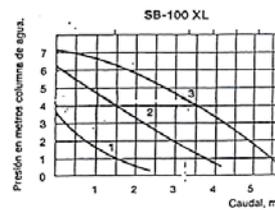
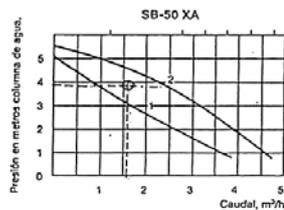
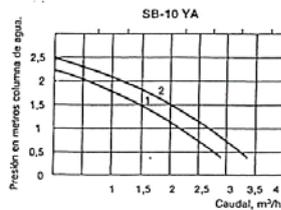
$$H \geq 3,88 \text{ m.c.a.}$$

Tales condiciones las cumple el modelo SB-50 XA - 2 del catálogo que se reproduce



1. Rodete
2. Caja bormes con condensador y variador electrónico de velocidad
3. Microfiltro
4. Estator
5. Membrana protección entrada suciedad al motor de bronce y teflón
6. Rotor
7. Cuerpo hidráulico de bronce
8. Tapón control giro y purga
9. Tope de retención cerámico
10. Soporte motor de bronce

CURVAS CAUDAL-PRESION



Así pues, la resistencia acumulada en el punto A sería R_1 y el caudal q convergente en dicho punto sería $q_1 + q_x$. A partir de aquí se procederá como antes para llegar a los valores comerciales Q , H de la bomba de recirculación.

VII.8 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS CALORÍFICAS DE UN CIRCUITO A.C.S.

Al hablar de pérdidas térmicas horarias globales se hace referencia al régimen mínimo de circulación (no al de horas punta) y, por tanto, a las pérdidas térmicas que se generan con el solo funcionamiento de la bomba de retorno.

Empezaremos por hacer un cálculo completo a GRIFOS CERRADOS (tal como se hizo en el punto 6.2) y una vez fijados los caudales que circulan por la red hallaremos las temperaturas finales de cada tramo, tanto del circuito de ida como del retorno, mediante la aplicación sucesiva de

$$t_2 = \frac{t_0.K.S + t_1(Q - \frac{1}{2}K.S)}{Q + \frac{1}{2}K.S}$$

En el trazado de retorno encontraremos puntos en que convergen dos caudales; la temperatura final t_2 de tal punto se obtendrá aplicando la fórmula elemental de mezclas.

$$t = \frac{t'.q' + t''.q''}{q' + q''}$$

Las pérdidas caloríficas buscadas vendrán finalmente dadas por la expresión, ya conocida.

$$C = \sum K.S \frac{t_1 + t_2}{2} - t_0$$

La resolución del problema no requiere, pues, sino proveerse de las oportunas tablas comerciales, dónde se indiquen las diferentes "k" y "s" de las tuberías calorifugadas, y proceder a una cuidada ordenación de los resultados parciales.

En caso de que las pérdidas superen al 5% de la potencia útil de la caldera habrá que recurrir a mayores aislamientos en las tuberías, disminuir sus diámetros (a fin de aminorar KS) o bien modificar el trazado de A.C.S. para que el mismo discorra por lugares calefactados.

OBSERVACIONES: Los ábacos de cálculo habituales proporcionan los diámetros de la siguiente manera:

- Ø INTERIOR en tuberías de COBRE, HIERRO, PVC y PE
- Ø EXTERIOR en tuberías de PB y PE-R

Para obtener s en cada caso hay que aumentarle los espesores de recubrimiento al exterior.

$$s = \pi D, \text{ siendo } D = \text{Ø ext} + 2e$$

SUPERFICIE EXTERIOR DE LAS TUBERÍAS				
Diámetro interior		Sup. Exterior	Espesor Aislamiento	Sup. Exterior Aislamiento
pulgadas	mm.	m ² /m	mm.	m ² /m
1/2	15	0,064	20	0,201
3/4	20	0,085	20	0,210
1	25	0,101	20	0,232
1¼	32	0,131	20	0,257
1½	40	0,152	20	0,276
2	50	0,189	30	0,377
2½	65	0,229	30	0,427
3	80	0,280	30	0,471
4	100	0,363	30	0,518
5	125	0,445	30	0,628
6	150	0,533	30	0,706

COEFICIENTE TRANSMISIÓN CALORÍFICA k DE TUBERÍAS CALORIFUGADAS:

Este coeficiente se define como aquella cantidad, que al multiplicarla por la superficie y por la diferencia total de temperatura, nos da el flujo calorífico total transmitido.

Para una tubería de n capas, en el caso que en el interior de la misma circule un fluido a la temperatura t_2 y en el exterior otro a temperatura $t_{(n+3)}$, el coeficiente total referido a la superficie externa es:

$$K_{(n+2)} = \frac{1}{\frac{r_{n+2}}{r_2 h_{12}} + \frac{r_{n+2} \ln(r_3 / r_2)}{\lambda_{23}} + \frac{r_{n+2} \ln(r_4 / r_3)}{\lambda_{34}} + \dots + \frac{1}{h_{(n+2) (n+3)}}$$

en el caso real que nos ocupa y después de algunas simplificaciones, los valores de aislamiento global que podemos tomar, para los espesores de aislamiento entre 2 y 3 cm. de material aislante, son los siguientes:

Unidad de potencia:

K = Coeficiente de transmisión de cada tramo de tubería calorifugada en K cal/h x °C x m².
1 Kw = 860 Kcal / h

$\lambda. \text{ acero} = 40W / m^{\circ} C :$

SERIE ACERO.-Norma DIN-2440							
Diámetro Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	$e1 = \frac{\varnothing \text{ ext} - \varnothing \text{ int}}{2}$
pulgadas	mm.	mm.	mm.	W / m ^o C	mm.	W / m ^o C	mm.
1/8	10,2	6,2	20	0,14	25	0,13	2
1/4	13,5	8,8	20	0,16	25	0,14	2,35
3/8	17,2	12,5	20	0,18	25	0,16	2,35
1/2	21,3	16,0	20	0,21	25	0,18	2,65
3/4	26,9	21,6	20	0,24	25	0,21	2,65
1	33,7	27,2	20	0,27	25	0,24	3,25
1¼	42,4	35,9	20	0,32	25	0,28	3,25
1½	48,3	41,3	20	0,35	25	0,31	3,5
2	60,3	53,0	30	0,32	35	0,29	3,65
2½	76,1	68,8	30	0,38	35	0,34	3,65
3	88,9	80,8	30	0,43	35	0,38	4,05
3½	101,6	93,5	30	0,47	35	0,43	4,05
4	114,3	105,3	30	0,52	35	0,47	4,5
5	139,7	130,0	30	0,61	35	0,55	4,85
6	165,1	155,4	30	0,70	35	0,63	4,85

$\lambda. \text{ polibutileno} = 0,22W / m^{\circ} C :$

SERIE 5						
POLIBUTILENO (Pb.), agua caliente.-						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	$e1 = \frac{\varnothing \text{ ext} - \varnothing \text{ int}}{2}$
mm.	mm.	mm.	W / m ^o C	mm.	W / m ^o C	mm.
16	12,4	20	0,17	25	0,15	1,8
20	16,2	20	0,19	25	1,9	1,9
25	20,4	20	0,22	25	2,3	2,3
32	26,2	20	0,25	25	2,9	2,9
40	32,6	20	0,29	25	3,7	3,7
50	40,8	20	0,34	25	4,6	4,6
63	51,4	30	0,31	35	5,8	5,8
75	61,4	30	0,35	35	6,8	6,8

SERIE 4						
POLIBUTILENO (Pb.), agua caliente.-						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	e1= \varnothing ext – \varnothing int
mm.	mm.	mm.	W / m° C	mm.	W / m° C	2
10	6,4	20	0,13	25	0,12	1,8
12	8,4	20	0,14	25	0,13	1,8
16	12,4	20	0,17	25	0,15	1,8
20	15,4	20	0,19	25	0,17	2,3
25	19,4	20	0,22	25	0,19	2,8
32	24,8	20	0,25	25	0,22	3,6
40	31,0	20	0,29	25	0,26	4,5

Polietileno Reticulado
WIRSBO-PEX.- Presión de trabajo 6 kg / cm² a 95° C
20 kg / cm² a 20 °C
* UNE 53381

λ . poliet. Reticulado = 0,04W / m° C :

POLIETILENO RETICULADO						
WIRSBO-PEX.- Presión de trabajo 6 kg / cm² a 95°C.- 20 kg / cm² a 20 ° C						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	e1= \varnothing ext – \varnothing int
mm.	mm.	mm.	W / m° C	mm.	W / m° C	2
* 10	6,4	20	0,11	25	0,10	1,8
* 12	8,0	20	0,12	25	0,11	2
15	10,0	20	0,13	25	0,12	2,5
* 16	11,6	20	0,14	25	0,13	2,2
18	13,0	20	0,15	25	0,14	2,5
* 20	14,4	20	0,15	25	0,14	2,8
22	16,0	20	0,16	25	0,15	3
* 25	18,0	20	0,17	25	0,16	3,5
28	20,0	20	0,18	25	0,17	4
* 32	23,2	20	0,19	25	0,18	4,4
* 40	29,0	20	0,22	25	0,20	5,5

POLIETILENO RETICULADO						
WIRSBO-PEX.- Presión de trabajo 4 kg / cm² a 90 °C.						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	e1= $\frac{\text{Ø ext} - \text{Ø int}}{2}$
mm.	mm.	mm.	W / m ⁰ C	mm.	W / m ⁰ C	mm.
* 20	16,0	20	0,17	25	0,15	2
* 25	20,4	20	0,19	25	0,17	2,3
* 32	26,0	20	0,21	25	0,19	3
* 40	32,6	20	0,24	25	0,22	3,7
* 50	40,8	20	0,28	25	0,25	4,6
* 60	51,4	30	0,26	35	0,25	4,3
* 75	61,2	30	0,29	35	0,26	6,9
* 90	73,6	30	0,32	35	0,29	8,2
* 100	90,0	30	0,39	35	0,36	5

POLIETILENO RETICULADO						
RETUBE.- PMS 4 kg/cm² a 90° C.						
PMS 6 kg / cm² a 60 °C.						
PMS 20 kg / cm² a 20 °C.						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	e1= $\frac{\text{Ø ext} - \text{Ø int}}{2}$
mm.	mm.	mm.	W / m ⁰ C	mm.	W / m ⁰ C	mm.
10	8,0	20	0,12	25	0,11	1
12	9,8	20	0,13	25	0,12	1,1
16	13,0	20	0,15	25	0,14	1,5
20	16,2	20	0,17	25	0,15	1,9
25	20,4	20	0,19	25	0,17	2,3
32	26,2	20	0,22	25	0,19	2,9
40	32,6	20	0,24	25	0,22	3,7
50	40,8	20	0,28	25	0,25	4,6
63	51,4	30	0,31	35	0,28	5,8

$\lambda. \text{ cobre} = 387W / m^{\circ} C :$

TUBO DE COBRE.- Sanco						
Diámetro Exterior	Diámetro Interior	Espesor Aislamiento	K	Espesor Aislamiento	K	e1= $\frac{\varnothing \text{ ext} - \varnothing \text{ int}}{2}$
mm.	mm.	mm.	W / m ^o C	mm.	W / m ^o C	mm.
6	4,0	20	0,11	25	0,10	1
8	6,0	20	0,12	25	0,11	1
10	8,0	20	0,14	25	0,12	1
15	13,0	20	0,17	25	0,15	1
18	16,0	20	0,18	25	0,17	1
22	20,0	20	0,21	25	0,19	1
28	25,0	20	0,24	25	0,21	1,5
35	32,0	20	0,28	25	0,25	1,5
42	39,0	20	0,32	25	0,28	1,5
54	50,0	30	0,30	35	0,27	2
64	60,0	30	0,33	35	0,30	2
76,1	72,1	30	0,38	35	0,34	2
88,9	84,9	30	0,43	35	0,38	2
108	103,0	30	0,50	35	0,45	2,5
133	127,0	30	0,58	35	0,52	2,5
159	153,0	30	0,68	35	0,61	3
219	213,0	30	0,89	35	0,80	3
267	261,0	30	1,06	35	0,94	3