



CALCULOS JUSTIFICATIVOS VOLUMEN II

PROYECTO DE EJECUCION PARA LAS OBRAS DE
CONCESIÓN DE DOMINIO PÚBLICO PARA LA
REFORMA Y ADECUACIÓN DE LA CENTRAL
TÉRMICA Y DE LA RED DE SANEAMIENTO EN UN
HOSPITAL DE 350 CAMAS

Pedro Alonso Martín

Ingeniería de Organización Industrial

Director: Manuel Vilar

Vic, junio de 2008

ÍNDICE

<i>I. CALCULOS JUSTIFICATIVOS</i>	<i>3</i>
<i>1 CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE VAPOR/CALOR</i>	<i>4</i>
<i>2 CÁLCULO DE LAS REDES DE TUBERÍAS</i>	<i>5</i>
<i>3 ELEMENTOS DE SALA DE MÁQUINAS</i>	<i>6</i>
<i>3.1 Bombas</i>	<i>6</i>
<i>3.2 Ventilación</i>	<i>7</i>
<i>4 INSTALACION SOLAR</i>	<i>8</i>
<i>5 INSTALACIÓN DE GAS</i>	<i>9</i>
<i>6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</i>	<i>11</i>

I. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

1 CÁLCULO DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE VAPOR/CALOR

La potencia instalada actualmente en el hospital es de 4.800.000 Kcal/h, mediante tres calderas de vapor de 1.600.000 Kcal/h con quemadores de gasóleo C. Con estas calderas se alimentan los circuitos secundarios de vapor para Lavandería y Esterilización y los circuitos secundarios de Calefacción y ACS:

- Instalación de Vapor: 1.750.000 Kcal./h.
- Instalación de Calefacción: 2.250.000 Kcal./h.
- Instalación de ACS: 800.000 Kcal./h.
- TOTAL: 4.800.000 Kcal./h.

El sistema propuesta se compondrá de calderas de vapor para la alimentación de los circuitos secundarios de vapor y de calderas de agua caliente para los circuitos secundarios de calefacción y ACS. Por tanto, en la nueva instalación tendremos dos tipos de calderas.

Debido a las múltiples ampliaciones realizadas en el hospital y a las futuras ampliaciones previstas la potencia a instalar debe ser recalculada.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de ampliaciones realizadas y previstas así como las necesidades de potencia de cada una de ellas:

ZONA	SUPERFICIE TOTAL (m ²)	SUPERFICIE CLIMATIZABLE (m ²)	NUEVA SUPERFICIE ACIMATIZAR (m ²)	INSTALACION ACTUAL		NECESIDADES	
				CALEFACCION	ACS	CALEFACCION	ACS
HOSPITALIZACION	30.000,00	20.000,00	0,00	2.250.000,00	800.000,00	2.250.000,00	800.000,00
CONSULTAS EXTERNAS	2.500,00	2.300,00	1.150,00			92.000,00	
URGENCIAS	2.150,00	1.600,00	550,00			44.000,00	
SALA ESPERA FAMILIAR	460,00	150,00	150,00			12.000,00	
FEHABILITACION	830,00	620,00	0,00			0,00	
MEDICINA NUCLEAR	370,00	250,00	250,00			20.000,00	
BUNKER	320,00	150,00	0,00			0,00	
HOSPITAL MATERNIDAD	15.000,00	10.500,00	10.500,00			840.000,00	
TOTAL						3.238.000,00	1.320.000,00
						25% RESERVA	1.144.500,00
						TOTAL	5.722.500,00

NOTA- TOMAMOS 80 Kcal./m² PARA EL CALCULO DE LA CALEFACCION
 NOTA- EN FEHABILITACION Y BUNKER TIENE EQUIPOS AUTONOMOS

Con estos consumos se instalarán las siguientes calderas:

- Dos (2) calderas de vapor de 1.000.000 Kcal./H.
- Tres (3) calderas de agua caliente de 2.000.000 Kcal./h.

2 CÁLCULO DE LAS REDES DE TUBERÍAS

El fluido caloportador de esta instalación es agua. Por tanto, en los cálculos se han tenido en cuenta la densidad, compasión, viscosidad,...de este fluido.

Para el cálculo de los diámetros de la red de tuberías se han considerado los siguientes saltos térmicos:

- Calefacción: 20 °C
- Refrigeración: 5 °C

Con este salto térmico y la potencia necesaria en cada uno de los recintos calculamos el caudal circulante por cada tramo con la siguiente expresión:

$$Q(m^3 / h) = \frac{Potencia(kW) \times 0.86}{\Delta T}$$

Mediante ábaco de pérdidas por rozamiento en sistemas cerrados de tuberías, con el caudal circulante en cada tramo y limitando los valores de la velocidad del fluido entre 1 y 2 m/s, obtenemos el diámetro de la tubería.

3 ELEMENTOS DE SALA DE MÁQUINAS

3.1 Bombas

Para el cálculo de las bombas se requieren los siguientes datos:

- Caudal (m^3/h): el caudal de la bomba se ha calculado como suma de los caudales requeridos por los equipos o circuitos a los que alimenta. En todos los casos son valores conocidos por las especificaciones de los equipos.
- Altura (m.c.a.): la altura que debe dar la bomba es la suma de las siguientes:
 - Pérdida de carga en equipos: datos del fabricante
 - Pérdida de carga en tuberías. Este valor se ha obtenido directamente de ábaco de pérdidas, conociendo el caudal y el diámetro.
 - Pérdida de carga en codos y derivaciones: se han tenido en cuenta las pérdidas que se producen en los codos y derivaciones.

Se han obtenido las siguientes bombas para la instalación:

EQUIPO	CAUDAL	ALTURA
BCC1,BCC2,BCC3	134	4
BC1,BC2	65	25
B1ACS1,B1ACS2	40	10
B2ACS1,B2ACS2	15	6
BRACS1,BEACS2	10	8
B1IS1,B1IS2	23	20
B2IS1,B2IS2	12	7

3.2 Ventilación

Se han realizado los siguientes cálculos para ventilación y aporte de aire para combustión en la sala de calderas:

- Ventilación inferior:

Según norma UNE 60-601-93, la entrada de aire por orificios practicados en paredes exteriores será de 5 cm² por cada kW de potencia nominal total de las calderas instaladas. Por tanto:

$$5 \text{ cm}^2/\text{kW} \times (7.860.000 \text{ Kcal./h} / 860 \text{ Kcal/h} / \text{kW}) = 45.697,67 \text{ cm}^2$$

Se instalarán rejillas de 400x500 mm, de 2000 cm², dispuestas según planos:

$$45.697,67 \text{ cm}^2 / 2.000 \text{ cm}^2 = 22.85 \approx 23 \text{ rejillas como mínimo}$$

Se han colocado 24 rejillas de las dimensiones anteriores ubicadas en paramentos opuestos de la sala de calderas para mejorar la ventilación.

- Ventilación superior:

La central térmica cuenta con rejillas de ventilación superior suficientes para la evacuación del aire viciado.

4 INSTALACION SOLAR

Para el cálculo de la instalación solar se han requerido los siguientes datos:

- Número de camas del hospital
- Consumo del edificio: El uso del edificio es Hospitalario lo que supone un consumo de agua de 80 l/dia*cama
- Zona Climática a la que pertenece el edificio: El Hospital se encuentra situado en Algeciras (Cádiz) lo que supone que pertenecen a la zona V, con lo que la Radiación Solar Global es 5.0 Kwh/m²*dia

Con estos datos obtenemos los siguientes parámetros:

- Consumo diario: $M = N^{\circ}\text{Camas} \times \text{Consumo del Edificio}$
- Área de Captación de energía solar: $A = M / 100$
- N° de Colectores: $N^{\circ}\text{Colectores} = A / 2,5$ (se toma 2,5 m² como la superficie del colector debido al modelo elegido para los cálculos).
- Volumen de Acumulación Solar(V): se debe cumplir que: $0.8 < V/M < 1.2$

En este hospital el número de camas es 359 camas, con lo que aplicando las expresiones anteriores obtenemos:

- Consumo diario: $M = 359 \times 80 = 28.720$ litros
- Área de Captación: $A = 28720 / 100 = 287.2$ m²
- N° de colectores = $300 / 2.5 = 120$ colectores
- Volumen Acumulación: $V = 25.000$ litros

5 INSTALACIÓN DE GAS

Todas las tuberías y accesorios se dimensionarán para el caudal simultáneo de utilización, y teniendo en cuenta la presión de trabajo de los aparatos, así como las pérdidas de presión máximas permitidas en cada tramo.

Para el cálculo de la pérdida de carga, se ha empleado la fórmula de Renouard, dada por la expresión:

$$P_1 - P_2 = 23.200 \cdot d_r \cdot L_E \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Donde:

- P_1 y P_2 son las presiones absolutas, al inicio y al final de un tramo de instalación en mbar.
- d_r es la densidad relativa del gas.
- L_E es la longitud equivalente en m.
- Q es el caudal en m^3 (s)/h
- D es el diámetro interior de la conducción en mm.

La fórmula representada, es válida siempre que se cumpla que la velocidad del gas por la tubería sea inferior a 20 m/s. La velocidad viene dada por la expresión:

$$V = \frac{354 \cdot Q}{P \cdot D^2}$$

Donde:

- V es la velocidad del gas en m/s.
- Q es el caudal en m^3 (s)/h
- D es el diámetro interior de la conducción en mm.
- P es la presión absoluta y al final de un tramo de instalación en bar.

Caudal de utilización simultáneo

El caudal de utilización se calculará estimado un coeficiente de simultaneidad coherente con el tipo de instalación. En nuestro caso utilizaremos la expresión:

$$Q_{\text{total}} = A + B + \frac{\sum Q_i}{2} \quad Q_{\text{aparato}} = \frac{P}{\text{P.C.S.}(\text{gas})}$$

Donde:

- Q_{total} = caudal máximo de simultaneidad (m³ (s)/h)
- A y B = caudal de los dos aparatos de mayor consumo (m³ (s)/h).
- Q_i = caudal del resto de los aparatos (m³ (s)/h)
- P.C.S. es el poder calorífico superior del gas de valor 10.500 Kcal/Nm³.
- P es la potencia nominal del aparato

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

PCS GN 9161kcal/h

PUNTO/TRAMO	Lreal (m)	Lequiv. (m)	Potencia aparatos (Kcal/h)	Caudal (Nm ³ /h)	P inicial (bar)	P final (bar)	Diámetro interior mínimo (mm)	Diámetro comercial	Diferencia presión tramo (mbar)	Velocidad (m/s)
A (acometida)					1,0					
A-B	90,0	126,00		882,98	1,0	0,9664	110,0	110,0	33,6207671	14,0
B (entrada armario de regulación)	ARMARIO REGULACION MPB-MPA									
C (salida arm. reg. En MPA)										
C-D	7,00	9,80		882,98	0,0500	0,0491	155,1	6"	0,9431854	13,2
D-E	26,00	36,40		857,98	0,0491	0,0457	155,1	6"	3,3316220	12,9
E-CC1	26,00	36,40		218,32	0,0457	0,0318	68,9	2 1/2"	13,8989035	16,8
CC1	26,00	36,40	2.000.000,0	218,32						
E-F	3,00	4,20		639,67	0,0457	0,0452	129,7	5"	0,5344274	13,8
F-CC2	4,00	5,60		218,32	0,0452	0,0431	68,9	2 1/2"	2,1273337	16,7
CC2	4,00	5,60	2.000.000,0	218,32						
F-G	3,00	4,20		421,35	0,0452	0,0445	105,3	4"	0,6830033	13,8
G-CC3	4,00	5,60		218,32	0,0431	0,0409	68,9	2 1/2"	2,1316813	16,7
CC3	4,00	5,60	2.000.000,0	218,32						
G-H	3,00	4,20		203,03	0,0445	0,0431	68,9	2 1/2"	1,3985190	15,5
H-CV1	4,00	5,60		101,52	0,0409	0,0391	53,1	2"	1,8602889	13,1
CC4	4,00	5,60	930.000,0	101,52						
H-CV2	8,00	11,20		101,52	0,0431	0,0394	53,1	2"	3,7161129	13,1
CV2	8,00	11,20	930.000,0	101,52						
D-COCINAS	220,00	308,00		25,00	0,0491	0,0398	51,5	63,0	9,2147238	3,4
COCINAS	220,00	308,00		25,00						

6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Para el cálculo de las canalizaciones se han tenido en cuenta una serie de consideraciones, bajo las exigencias del R.E.B.T e Instrucciones Técnicas Complementarias. En general, estas consideraciones son las siguientes:

- En la instalación objeto de nuestro proyecto, la tensión de alimentación es 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, siendo la frecuencia de la corriente de 50 Hz.
- En todas las canalizaciones, los conductores empleados serán de cobre. Además, excepto para los conductores desnudos de la instalación de puesta a tierra, el aislamiento será del tipo RV 0,6/1kV.
- La intensidad máxima admisible por los conductores, obtenida de las tablas de las Instrucciones Técnicas, se ha corregido con un factor de seguridad de valor 0,85.
- En conjunción con la instalación de tierra, se colocarán interruptores automáticos diferenciales de rearme manual y de calibre y sensibilidad adecuados para una correcta protección contra contactos indirectos de cada receptor o conjunto de ellos.
- Todos los circuitos incorporarán conductor de protección, con cubierta amarilla y verde.
- Todos los circuitos se protegerán mediante interruptores automáticos de tipo magnetotérmico, de calibre adecuado y con curvas de desconexión, apropiadas al circuito que protegen.
- La caída máxima de tensión será del 3 % para los circuitos de alumbrado y del 5 % para los circuitos de fuerza, considerando la longitud más desfavorable del circuito en cuestión.
- El factor de potencia de cada circuito se ha tomado en general como 0,85, excepto donde se indique lo contrario.

Las ecuaciones empleadas en el cálculo de las líneas son las siguientes:

- Para alimentación monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot V} \qquad I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}$$

- Para alimentación trifásica:

$$S = \frac{P \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot V} \qquad I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

En donde:

- I = intensidad nominal de funcionamiento (A).
- S = sección por caída máxima de tensión (mm²).
- P = potencia de cálculo del circuito considerado (W).
- L = longitud del circuito considerado (m).
- σ = conductividad del cobre ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).
- e = caída de tensión máxima admisible (V).
- V = tensión de alimentación del circuito considerado (V).
- $\cos \varphi$ = factor de potencia del circuito considerado.

Calculo de Cuadros Eléctricos

CUADRO SERVICIOS AUXILIARES (C.S.A.)

Línea	Potencia (W)	Fc / Sim	Pcorreg (W)	Tensión (V)	cos φ	Intensidad (A)	Sección (mm²)	I _{max} (A)	Longitud (m)	ΔV (%)	ΔV (%) Acum	Protecc (A)	Tipo carga (A:F)
ALUMB 1	750	1,80	1.350	230	0,85	6,91	2,50	18,50	60,0	2,19	2,56	10,0	A
ALUMB 2	750	1,00	750	230	0,85	3,84	2,50	18,50	60,0	1,22	1,58	10,0	A
ALUMB 3	750	1,80	1.350	230	0,85	6,91	2,50	18,50	60,0	2,19	2,56	10,0	A
ALUMB 4	750	1,80	1.350	230	0,85	6,91	2,50	18,50	60,0	2,19	2,56	10,0	A
ALUMB 5	750	1,80	1.350	230	0,85	6,91	2,50	18,50	60,0	2,19	2,56	10,0	A
ALUMB 6	750	1,80	1.350	230	0,85	6,91	2,50	18,50	60,0	2,19	2,56	10,0	A
ALUMB 7	150	1,80	270	230	0,85	1,38	2,50	18,50	60,0	0,44	0,81	10,0	A
FUERZA 1	15.000	1,00	15.000	400	0,85	25,47	6,00	32,00	60,0	1,67	2,04	32,0	F
FUERZA 2	2.300	1,00	2.300	230	0,85	11,76	2,50	18,50	60,0	3,73	4,09	16,0	F
FUERZA 3	2.300	1,00	2.300	230	0,85	11,76	2,50	18,50	60,0	3,73	4,09	16,0	F
FUERZA 4	2.300	1,00	2.300	230	0,85	11,76	2,50	18,50	60,0	3,73	4,09	16,0	F
CONTROL	2.200	1,00	2.200	230	0,85	11,25	2,50	18,50	60,0	3,56	3,93	16,0	A
INCENDIOS	2.200	1,00	2.200	230	0,85	11,25	2,50	18,50	60,0	3,56	3,93	16,0	A
RESERVA 1	2.200	1,00	2.200	230	0,85	11,25	2,50	18,50	60,0	3,56	3,93	16,0	A
RESERVA 2	2.200	1,00	2.200	230	0,85	11,25	2,50	18,50	60,0	3,56	3,93	16,0	A
CSA	35.350	0,62	21.988	400	0,85	37,34	10,00	68,00	15,0	0,37	0,37	63,0	F

CUADRO SECUNDARIO BOMBAS (C.S.B.)

Línea	Potencia (W)	Fc / Sim	Pcorreg (W)	Tensión (V)	cos φ	Intensidad (A)	Sección (mm²)	I _{max} (A)	Longitud (m)	ΔV (%)	ΔV (%) Acum	Protecc (A)	Tipo carga (A:F)
BRCC1	2.200	1,25	2.750	400	0,85	4,67	2,50	18,50	50,0	0,61	0,98	10,0	A
BRCC2	2.200	1,25	2.750	400	0,85	4,67	2,50	18,50	50,0	0,61	0,98	10,0	A
BRCC3	2.200	1,25	2.750	400	0,85	4,67	2,50	18,50	50,0	0,61	0,98	10,0	A
BC1	7.500	1,25	9.375	400	0,85	15,92	4,00	24,00	50,0	1,31	1,68	16,0	A
B1ACS	2.200	1,25	2.750	400	0,85	4,67	2,50	18,50	50,0	0,61	0,98	10,0	A
BRACS	700	1,25	875	400	0,85	1,49	2,50	18,50	50,0	0,20	0,56	10,0	A
B2IS	700	1,25	875	400	0,85	1,49	2,50	18,50	50,0	0,20	0,56	10,0	A
B1IS	3.000	1,25	3.750	400	0,85	6,37	2,50	18,50	50,0	0,84	1,21	10,0	A
B2ACS	370	1,25	463	400	0,85	0,79	2,50	18,50	50,0	0,10	0,47	10,0	A
VASO EXPANSION	4.800	1,00	4.800	400	0,85	8,15	2,50	18,50	50,0	1,07	1,44	10,0	A
CSB	25.870	1,16	29.999	400	0,85	50,94	16,00	68,00	15,0	0,31	0,31	63,0	

CUADRO SECUNDARIO CALDERAS (C.S.C.)

Línea	Potencia (W)	Fc / Sim	Pcorreg (W)	Tensión (V)	cos φ	Intensidad (A)	Sección (mm²)	I _{max} (A)	Longitud (m)	ΔV (%)	ΔV (%) Acum	Protecc (A)	Tipo carga (A:F)
QUEMADOR CV1	5.500	1,00	5.500	400	0,85	9,34	4,00	24,00	50,0	0,77	2,29	16,0	F
QUEMADOR CV2	5.500	1,00	5.500	400	0,85	9,34	4,00	24,00	50,0	0,77	2,29	16,0	F
QUEMADOR CC1	5.500	1,00	5.500	400	0,85	9,34	4,00	24,00	50,0	0,77	2,29	16,0	F
QUEMADOR CC2	5.500	1,00	5.500	400	0,85	9,34	4,00	24,00	50,0	0,77	2,29	16,0	F
QUEMADOR CC3	5.500	1,00	5.500	400	0,85	9,34	4,00	24,00	40,0	0,61	2,13	16,0	F
CSB	25.870	1,16	29.999	400	0,85	50,94	16,00	68,00	15,0	0,31	0,31	63,0	F
CSA	35.350	0,62	21.988	400	0,85	37,34	10,00	68,00	15,0	0,37	0,37	63,0	F
CSCL1	88.720	0,90	79.493	400	0,85	134,99	70,00	224,00	120,0	1,52	1,52	160,0	F

ALUMNO:
Pedro Alonso Martín