



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Grado en ingeniería mecánica

**PROYECTO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL**



Anexo II, cálculo de tuberías

Autor: Raúl González Reyes
Directora: Reyna Mercedes Peña
Convocatoria: Octubre 2017

Índice Anexo II

1.	CIRCUITO PRIMARIO	1
1.1.	Datos iniciales.....	1
1.2.	Cálculo diámetro tuberías circuito primario	2
1.3.	Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito primario	2
1.4.	Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario.....	3
2.	CIRCUITO SECUNDARIO CL1+CL2	4
2.1.	Datos iniciales.....	4
2.2.	Cálculo diámetro tuberías circuito secundario CL1+CL2.....	4
2.3.	Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario CL1+CL2	5
2.4.	Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario CL1+CL2.....	5
3.	CIRCUITO SECUNDARIO CLIMATIZADOR 1	6
3.1.	Datos iniciales.....	6
3.2.	Cálculo diámetro tuberías circuito secundario climatizador 1	6
3.3.	Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario climatizador 1.....	6
3.4.	Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario climatizador 1	7
3.5.	Cálculo pérdida de carga total en circuito secundario climatizador 1.....	7
4.	CIRCUITO SECUNDARIO CLIMATIZADOR 2	8
4.1.	Datos iniciales.....	8
4.2.	Cálculo diámetro tuberías circuito secundario climatizador 2	8
4.3.	Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario climatizador 2.....	8
4.4.	Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario climatizador 2	9
4.5.	Cálculo factor de fricción en bypass de 4" para calcular pérdida de carga total en climatizador 2.....	9
4.6.	Cálculo pérdida de carga en bypass de 4" en climatizador 2.....	10
4.7.	Pérdida de carga total en circuito secundario climatizador 2.....	10
5.	DATOS DE SELECCIÓN DE BOMBAS	11
5.1.	Circuitos primarios	11
5.2.	Circuito secundario climatizador 1	11

5.3. Circuito secundario climatizador 2.....	12
6. DATOS DE SELECCIÓN DEL VASO DE EXPANSIÓN _____	13

1. Circuito primario

1.1. Datos iniciales

Calor específico en kJ/kg °C	viscosidad dinámica glicol Pa s	Rugosidad del acero (mm)	f régimen turbulento ecuación Haaland	Densidad etilenglicol al 35% en kg/m ³
3,51	0,007	0,0046	Re >=4000	1055

	Climatizador 1		Climatizador 2		Bomba de calor 1 o 2	
	Frío	Calor	Frío	Calor	Frío	Calor
Potencia en kW	118,1	119,57	73,27	73,13	191	219
Caudal en m³/h	20,25	20,8	12,57	12,72	32,9	32,9
Pérdida de carga en kPa	23,03	12,6	19,49	17,08	36,7	36,7
Pérdida de carga en mca	2,35	1,28	1,99	1,74	3,74	3,74
Pérdida de carga Belimo en kPa	32,00	32,00	16,00	16,00	14,00	14,00
Pérdida de carga Belimo en m.c.a	3,26	3,26	1,63	1,63	1,43	1,43

1.2. Cálculo diámetro tuberías circuito primario

Tramo	Caudal en m ³ /s	c teórica en m/s	D interior teórico en m	D interior comercial en mm	D comercial en pulgadas	D interior comercial en m	c real en m/s	Re	f factor fricción	$((E/d)/3,7)^{1,11}$ régimen turbulento
Retorno	0,0091	1	0,108	125	5"	0,125	0,74	14030	0,028	2,80E-06
Impulsión	0,0091	1	0,108	125	5"	0,125	0,74	14030	0,028	2,80E-06

1.3. Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito primario

Tramo	Longitud del tramo en m	Nº curvas	Longitud equivalente en m curvas 90º	Nº filtros	ΔP filtro en m	Nº válvulas mariposa	Longitud equivalente en m v. mariposa	Nº reducciones de 5 a 4"	Longitud equivalente de reducciones en m	Nº válvulas retención	Longitud equivalente en m v. retención	Longitud equivalente en m	Longitud total en m
Retorno	12,00	8	4,00	1	7,70	3	1,80	2	2,60	1,00	42,20	92,50	104,50
Impulsión	12,00	8	4,00	0	7,70	2	1,80	2	2,60	0,00	42,20	40,80	52,80

1.4. Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario

Tramo	f factor fricción	Longitud total en m	c real en m/s	D interior comercial en m	Pérdida de carga batería bomba calor en mca	Pérdida de carga belimo en mca	hf en mca
Retorno	0,028	104,500	0,74	0,125	3,742	0,00	4,41
Impulsión	0,028	52,800	0,74	0,125	0	1,43	1,76

hf total en circuito primario en mca	6,17
--------------------------------------	------

2. Circuito secundario CL1+CL2

2.1. Datos iniciales

(Véase 1.1 Datos iniciales)

2.2. Cálculo diámetro tuberías circuito secundario CL1+CL2

Tramo	Caudal en m ³ /s	c teórica en m/s	D interior teórico en mm	D interior comercial en mm	D comercial en pulgadas	D interior comercial en m	c real en m/s	Re	f factor fricción	$((E/d)/3,7)^{1,11}$ régimen turbulento
Impulsión	0,0091	1	107,74	125	5"	0,125	0,74	13996	0,028	2,80E-06
Retorno	0,0091	1	107,74	125	5"	0,125	0,74	13996	0,028	2,80E-06

2.3. Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario CL1+CL2

Tramo	Longitud del tramo en m	Nº tes	Longitud equivalente en m Te	Nº válvulas mariposa	Longitud equivalente en m v. mariposa	Nº reducciones	Longitud equivalente de reducciones en m	Longitud equivalente en m	Longitud total en m
Impulsión	1,00	1,00	7,60	2	1,80	1	2,60	13,80	14,80
Retorno	1,00	1,00	7,60	2	1,80	1	2,60	13,80	14,80

2.4. Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario CL1+CL2

Tramo	f factor fricción	Longitud total en m	c real en m/s	D interior comercial en m	hf en mca
Impulsión	0,028	14,80	0,74	0,125	0,09
Retorno	0,028	14,80	0,74	0,125	0,09

hf total en circuito primario en mca	0,19
--------------------------------------	------

3. Circuito secundario climatizador 1

3.1. Datos iniciales

(Véase 1.1 Datos iniciales)

3.2. Cálculo diámetro tuberías circuito secundario climatizador 1

Tramo	Caudal en m ³ /s	c teórica en m/s	D interior teórico en mm	D interior comercial en mm	D comercial en pulgadas	D interior comercial en m	c real en m/s	Re	f factor fricción	$((E/d)/3,7)^{1,11}$ régimen turbulento
Impulsión	0,0056	1	84,63	100	4"	0,100	0,72	10794	0,030	3,59E-06
Retorno	0,0056	1	84,63	100	4"	0,100	0,72	10794	0,030	3,59E-06

3.3. Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario climatizador 1

Tramo	Long. de 4" tramo en m	Nº curvas	Long. Equiv. en m curvas 90º de 4"	Nº tes 4"	Long. Equiv. en m Te	Nº filtros	ΔP filtro en m	Nº válvulas mariposa	Long. Equiv. en m v. mariposa	Nº reducciones de 4 a 2,5"	Long. Equiv. reduc. en m	Nº válvulas retención	Long. Equiv. en m v. retención	Longitud equivalente en m	Longitud total en m
Impulsión	32,00	10	3,00	3,00	6,40	1,00	6,6	7	1,40	0,00	2,00	2,00	36,30	138,20	170,20
Retorno	32,00	10	3,00	1,00	6,40	0,00	6,6	4	1,40	2,00	2,00	1,00	36,30	82,30	114,30

3.4. Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario climatizador 1

Tramo	f factor fricción	Longitud total en m	c real en m/s	D interior comercial en m	Pérdida de carga batería climatizador 1 en mca	Pérdida de carga belimo en mca	hf en mca
Impulsión	0,030	170,20	0,72	0,100	2,35	0,00	3,70
Retorno	0,030	114,30	0,72	0,100	0	3,26	4,17

3.5. Cálculo pérdida de carga total en circuito secundario climatizador 1

Tramo	4"	5"
hf en tramo en mca	7,86	0,19

hf total en circuito secundario CL1 en mca	8.05
--	------

4. Circuito secundario climatizador 2

4.1. Datos iniciales

(Véase 1.1 Datos iniciales)

4.2. Cálculo diámetro tuberías circuito secundario climatizador 2

Tramo	Caudal en m ³ /s	c teórica en m/s	D interior teórico en mm	D interior comercial en mm	D comercial en pulgadas	D interior comercial en m	c real en m/s	Re	f factor fricción	$((E/d)/3,7)^{1,11}$ régimen turbulento
Impulsión	0,0035	1	67,07	65	2,5"	0,065	1,06	10431	0,031	5,79E-06
Retorno	0,0035	1	67,07	65	2,5"	0,065	1,06	10431	0,031	5,79E-06

4.3. Cálculo de longitud equivalente de tuberías y accesorios circuito secundario climatizador 2

Tramo	Longitud del tramo de 2,5" en m	Nº curvas	Long. Equiv. en m curvas 90º de 2,5"	Nº tes 2,5"	Long. equiv. en m Te	Nº filtros	ΔP filtro en m	Nº válvulas mariposa	Long. Equiv. en m v. mariposa	Nº reducciones de 2,5 a 1,5"	Long. Equiv. de reducc. en m	Nº válvulas retención	Long. Equiv. en m v. retención	Longitud equivalente en m	Long. total en m
Impulsión	12,00	8	1,80	3,00	3,60	1,00	3,7	7	0,85	0,00	1,00	2,00	20,30	75,45	87,45
Retorno	12,00	8	1,80	1,00	3,60	0,00	3,7	4	0,85	2,00	1,00	1,00	20,30	43,70	55,70

4.4. Cálculo de pérdida de carga en el circuito primario secundario climatizador 2

Tramo	f factor fricción	Longitud total en m	c real en m/s	D interior comercial en m	Pérdida de carga batería en mca	Pérdida de carga belimo en mca	hf en mca
Impulsión	0,031	87,45	1,06	0,065	1,99	0,00	4,37
Retorno	0,031	55,70	1,06	0,065	0	1,63	1,52

4.5. Cálculo factor de fricción en bypass de 4" para calcular pérdida de carga total en climatizador 2

Tramo	Caudal en m ³ /s	c teórica en m/s	D interior teórico en mm	D interior comercial impuesto en mm	D comercial en pulgadas	D interior comercial en m	c real en m/s	Re	f factor fricción	$((E/d)/3,7)^{1,11}$ régimen turbulento
Impulsión	0,0035	1	67,07	100	4"	0,100	0,45	6780	0,035	3,59E-06
Retorno	0,0035	1	67,07	100	4"	0,100	0,45	6780	0,035	3,59E-06

4.6. Cálculo pérdida de carga en bypass de 4" en climatizador 2

Tramo	f factor fricción	Longitud total en m	c real en m/s	D interior comercial en m	hf en mca
Impulsión	0,035	37,40	0,45	0,100	0,13
Retorno	0,035	39,40	0,45	0,100	0,14

4.7. Pérdida de carga total en circuito secundario climatizador 2

Tramo	2,5"	4"	5"
hf en tramo en mca	5,88	0,27	0,19

hf total en circuito primario en mca	6,34
---	------

5. Datos de selección de bombas

5.1. Circuitos primarios

Datos selección de bomba de recirculación de caudal estable para primarios	
hf total en Bomba de calor en mca	6,17
hf total + 33% margen de seguridad debido a filtro saturado en mca	8,21
Caudal en m3/h	32,9

5.2. Circuito secundario climatizador 1

Datos selección de bomba de recirculación de caudal variable para climatizador 1	
hf total en climatizador 1 en mca	8,05
hf total + 33% margen de seguridad debido a filtro saturado en mca	10,71
Caudal en m3/h	20,25

5.3. Circuito secundario climatizador 2

Datos selección de bomba de recirculación de caudal variable para climatizador 2	
hf total en climatizador 2 en mca	6,34
hf total + 33% margen de seguridad debido a filtro saturado en mca	8,44
Caudal en m3/h	12,72

6. Datos de selección del vaso de expansión

Cálculo de volumen de la instalación en l	
Litros de agua en primario	382,88
Litros de agua en secundario CL1+CL2	31,91
Litros de agua en secundario CL1	653,45
Litros de agua en secundario CL2	103,53
Depósito acumulación	1500,00
Total litros en instalación	2671,77