Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volum II
Annexos

PROJECTE FI DE CARRERA

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Annexos

"INSTAL·LACIONS CLIMÀTIQUES D'UN POLIESPORTIU"

PFC presentat per obtenir el títol d'Enginyeria Tècnica Industrial especialitzat en Mecànica
per **Sergio Moros Sanz**

Barcelona, 12 de gener de 2011

Director: Alfred Fontanals García
Departament de Mecànica de Fluids (DMF)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDEX ANNEXES

Índex annexes 1
Annex 1: Materials de l'obra 5
1.1. Murs exteriors 5
1.2. Murs interiors 7
1.3. Sostre 8
1.4. Terra 9
1.5. Portes de fusta 11
1.6. Portes de vidre sense fusteria 11
1.7. Portes dobles de vidre sense fusteria 12
1.8. Porta d'entrada al gimnàs 12
1.9. Portes d'emergència 13
1.10. Finestres grans 13
1.11. Finestres petites 14
1.12. Ponts tèrmics 15
Annex 2: Càlcul de les càrregues tèrmiques de calefacció 17
2.1 Càrrega sensible 17
2.1.1 Partida de transmissió 17
2.1.2 Partida d'infiltracions i de ventilació 19
2.2 Càrrega total de calefacció 22
Annex 3: Càlcul de les càrregues tèrmiques de refrigeració 25
3.1. Càrrega sensible 25
3.1.1. Partida de radiació per elements transparents 25
3.1.2. Partida de radiació i transmissió a través de les parets i el sostre 27
3.1.3. Partida de transmissió a través de parets i sostres no exteriors .. 28
3.1.4. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i al de ventilació 29
3.1.5. Partida per ocupació del local 30
3.1.6. Partida per il·luminació del local 32
3.1.7 Total càrrega sensible de refrigeració 33
3.2. Càrrega latent 34
3.2.1. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i de ventilació 34
3.2.2. Partida per ocupació del local 35
3.2.3. Total càrrega latent de refrigeració 37
3.3. Càrrega total 38
Annex 4: Càlcul de les potències al sistema tot aire 39

4.1. Procés de condicionament d'estiu 39
4.2. Procés de condicionament d'hivern 40
4.3. Càlcul de la zona 2..... 41
4.3.1. Procés de condicionament d'estiu 41
4.3.2. Procés de condicionament d'hivern 42
4.4. Càlcul de la zona 4..... 43
4.4.1. Procés de condicionament d'estiu 43
4.4.2. Procés de condicionament d'hivern 45
4.5. Càlcul de la zona 5..... 45
4.5.1. Procés de condicionament d'estiu 45
4.5.2. Procés de condicionament d'hivern 47
4.6. Càlcul de la zona 6..... 48
4.6.1. Procés de condicionament d'estiu 48
4.6.2. Procés de condicionament d'hivern 49
Annex 5: Càlcul de les potències al sistema aire-aigua 53
5.1. Zona 1 53
5.1.1. Sistema d'aire primari 53
5.1.2. Sistema de fancoils 54
5.2. Zona 3 59
5.2.1. Sistema d'aire primari 60
5.2.2. Sistema de fancoils 61
Annex 6: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aire d'impulsió. 65
6.1. Cabal d'aire necessari per estància 65
6.2. Disseny de la xarxa d'impulsió 66
6.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador.... 67
6.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes. 67
6.3.2. Dimensions del conductes 71
6.3.3. Pèrdues de càrrega 75
6.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'impulsió 79
6.3.5. Perfil de pressions i resultats finals 81
Annex 7: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aire d'extracció 85
7.1. Cabal d'aire d'extracció per estància 85
7.2. Disseny de la xarxa d'extracció 86
7.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador.... 87
7.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes 87
7.3.2. Dimensions del conductes 89

7.3.3. Pèrdues de càrrega 91
7.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'extracció 93
7.3.5. Perfil de pressions i resultats finals 95
Annex 8: Distribuidors i col·lectors de la xarxa d'aire 99
8.1. Difusors de la xarxa d'impulsió 99
8.2. Reixetes de la xarxa d'extracció 100
Annex 9: Càlcul i disseny de la xarxa de conductes d'aigua 103
9.1. Obtenció del cabal necessari a cada tram 103
9.2. Càlcul del diàmetre de les canonades 104
9.3. Càlcul de les pèrdues de càrrega 105
Annex 10: Càlcul i disseny de la xarxa d'aigua calenta sanitària 115
10.1. Col·lectors solars 115
10.1.1. Dades de la ciutat 115
10.1.2. Dades dels col·lectors 115
10.1.3. Comprovació de pèrdues 117
10.1.4. Càlcul de la superfície de captació 118
10.1.5. Disposició dels captadors 120
10.1.6. Separació entre fileres de captadors 120
10.1.7. Fluid caloportador 120
10.2. Circuit primari 120
10.2.1. Càlcul del cabal 120
10.2.2. Dimensionat de les canonades 121
10.2.3. Pèrdues de càrrega a les canonades 122
10.2.4. Interacumulador 125
10.2.5. Bomba hidràulica 125
10.2.6. Vas d'expansió 125
Annex 11: Catàlegs 127
11.1. Bombes de calor 127
11.2. Unitats climatitzadores 128
11.3. Difusors 128
11.4. Reixetes 133
11.5. Fancoils 134
11.6. Ventiladors 135
11.7. Col·lectors solars 138
11.8. Bombes hidràuliques 139
11.9. Interacumulador 141

11.10. Conductes d'aire 142
11.11. Canonades d'aigua 142
11.12. Vàlvules i vasos d'expansió 144
Annex 12: Sumari de figures 147
Annex 13: Sumari de taules 149

ANNEX 1: MATERIALS DE L'OBRA

En el següent capítol es detallen els materials utilitzats a l'edifici. Es precisa l'àrea de cada tancament en cada habitacle i la seva transmitància tèrmica, dades necessàries a l'hora de calcular les càrregues tèrmiques.

1.1. Murs exteriors

Els murs exteriors estan realitzats amb un tancament tipus B amb aïllament Colover amb 100 mm de cambra d'aire.

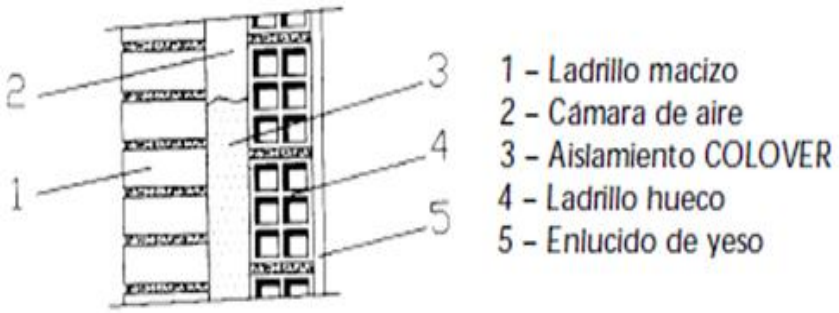


Figura 1. *Tancament tipus B amb aïllament Colover.*

Aquest tipus de tancament té una transmitància tèrmica U de 0,29 $W/m^2 \cdot K$.

La superfície que ocupa aquest tancament es pot veure a la Taula 1.

Taula 1. *Superfície de murs exteriors.*

Habitacle	Nº de parets exteriors	Superfície de mur exterior (traient forats) [m^2]
Banys femenins	1	19,64
Banys masculins	1	19,64
Hall	2	81,40
Oficina 1	1	22
Oficina 2	2	44
Oficina 3	0	0
Oficina 4	1	22
Passadís 1	2	25,40
Passadís 2	0	0
Pista d'esquaix 1	2	85
Pista d'esquaix 2	1	35
Pista d'esquaix 3	1	35
Sala d'activitats 1	1	39
Sala d'activitats 2	1	44
Sala d'activitats 3	1	32
Sala de descans	0	0
Sala de màquines fitness	1	34
Sala de pes lliure	2	95
Vestuaris femenins	0	0
Vestuaris masculins	1	70
Total	703,08	

1.2. Murs interiors

Els murs interiors són de construcció lleugera. Tenen revestiment metàl·lic i fibra de vidre com a aïllant de farciment, amb un espessor d'aquest de 75 mm.

Aquest tipus de tancament té un coeficient U de 0,69 W/m^2·K.

La superfície que ocupa aquest tancament és la indicada a la Taula 2.

Taula 2. *Superfície de murs interiors.*

Habitacle	Nº de parets interiors	Superfície de mur interior (traient forats) [m^2]
Banys femenins	3	57,7
Banys masculins	3	57,7
Hall	2	85,8
Oficina 1	3	72,7
Oficina 2	2	47,7
Oficina 3	4	87,7
Oficina 4	3	62,7
Passadís 1	2	450,9
Passadís 2	2	70,8
Pista d'esquaix 1	2	82,7
Pista d'esquaix 2	3	132,7
Pista d'esquaix 3	3	132,7
Sala d'activitats 1	3	140,4
Sala d'activitats 2	3	145,4
Sala d'activitats 3	3	170,4
Sala de descans	4	170,8
Sala de màquines fitness	3	175,4
Sala de pes lliure	2	105,4

Vestuaris femenins	4	207,7
Vestuaris masculins	3	137,7

1.3. Sostre

El sostre està realitzat amb un forjat amb volta ceràmica amb aïllament de filtre IBR de 100 mm d'espessor.

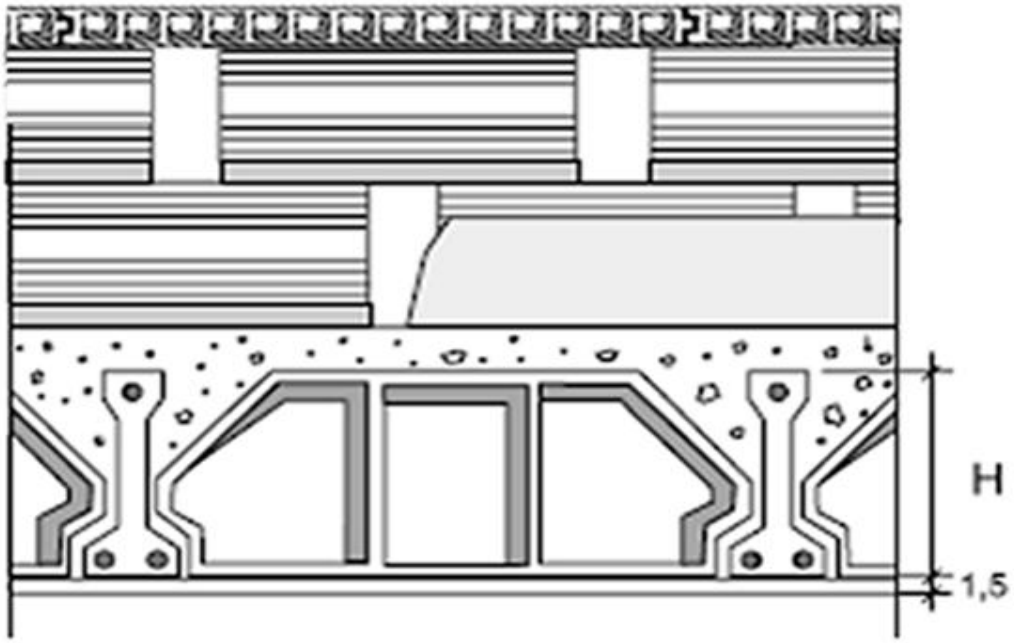


Figura 2. *Exemple de forjat amb volta ceràmica.*

Aquest tipus de sostre té una transmitància U de 0,33 W/m^2·K.

La superfície que ocupa el sostre es pot observar a la Taula 3.

Taula 3. *Superfície ocupada pel sostre.*

Habitacle	Superfície de sostre [m^2]
Banys femenins	16
Banys masculins	16
Hall	70
Oficina 1	23
Oficina 2	23

Oficina 3	20
Oficina 4	20
Passadís 1	150
Passadís 2	14
Pista d'esquaix 1	70
Pista d'esquaix 2	70
Pista d'esquaix 3	70
Sala d'activitats 1	90
Sala d'activitats 2	100
Sala d'activitats 3	98
Sala de descans	80
Sala de màquines fitness	112
Sala de pes lliure	112
Vestuaris femenins	98
Vestuaris masculins	98
Total	1350

1.4. Terra

El terra està realitzat amb parquet amb aïllament amb filtre IBR-Isover de 80 mm d'espessor i 16 cm de volta.

Aquest tipus de terra té una transmitància tèrmica U_S de 0,37 $W/m^2 \cdot K$.

La superfície que ocupa el terra és la indicada a la Taula 4.

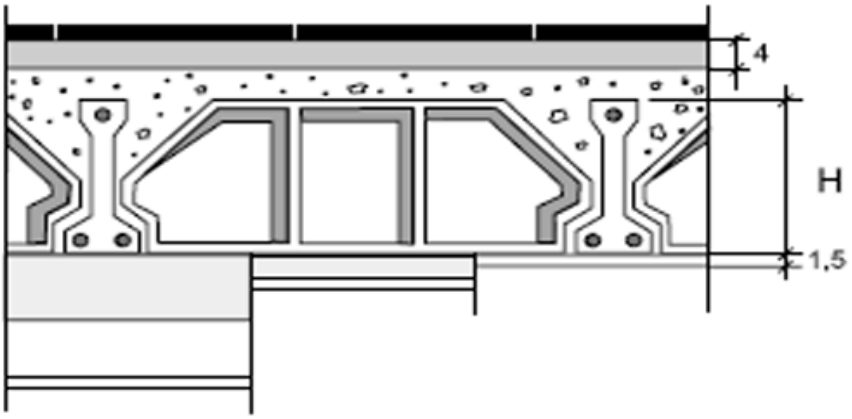


Figura 3. *Parquet amb aïllament IBR-Isover.*

Taula 4. *Superfície ocupada pel terra.*

Habitacle	Superfície de terra [m^2]
Banys femenins	16
Banys masculins	16
Hall	70
Oficina 1	23
Oficina 2	23
Oficina 3	20
Oficina 4	20
Passadís 1	150
Passadís 2	14
Pista d'esquaix 1	70
Pista d'esquaix 2	70
Pista d'esquaix 3	70
Sala d'activitats 1	90
Sala d'activitats 2	100
Sala d'activitats 3	98
Sala de descans	80

Sala de màquines fitness	112
Sala de pes lliure	112
Vestuaris femenins	98
Vestuaris masculins	98
Total	1350

1.5. Portes de fusta

Les portes de fusta seran utilitzades en llocs com els lavabos, els vestuaris o les oficines.

Aquestes seran opaques i tindran una transmitància tèrmica U_H de 3,48 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes es pot veure a la Taula 5.

Taula 5. *Superfície de portes de fusta.*

Habitacle	Nº de portes de fusta	Superfície de portes de fusta [m^2]
Banys femenins	1	2,3
Banys masculins	1	2,3
Oficina 1	1	2,3
Oficina 2	1	2,3
Oficina 3	1	2,3
Oficina 4	1	2,3
Vestuaris femenins	1	2,3
Vestuaris masculins	1	2,3
Total	8	18,4

1.6. Portes de vidre sense fusteria

Les portes de vidre sense fusteria s'utilitzaran a les pistes d'esquaix, degut a que les regles del camp de joc d'aquest esport així ho obliguen.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és la indicada a la Taula 6.

Taula 6. *Superfície de portes de vidre sense fusteria.*

Habitacle	Nº de portes de fusta	Superfície de vidre sense fusteria [m^2]
Pista d'esquaix 1	1	2,3
Pista d'esquaix 2	1	2,3
Pista d'esquaix 3	1	2,3
Total	3	6,9

1.7. Portes dobles de vidre sense fusteria

Les portes dobles de vidre sense fusteria s'utilitzaran a l'entrada de les sales d'activitats físiques, així com a l'entrada de la sala de descans.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 $W/m^2 \cdot K$.

La superfície que ocupen aquestes portes es pot consultar a la Taula 7.

Taula 7. *Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria [m^2]
Sala d'activitats 1	1	4,6
Sala d'activitats 2	1	4,6
Sala d'activitats 3	1	4,6
Sala de descans	1	4,6
Sala de màquines fitness	1	4,6
Sala de pes lliure	1	4,6
Total	7	32,2

1.8. Porta d'entrada al gimnàs

La porta d'entrada al gimnàs estarà situada al Hall i serà de vidre amb una cambra d'aire Primalit.

La seva transmitància tèrmica serà de 3,48 W/m^2·K i la seva permeabilitat serà de 9 m^3/h·m^2 (classe 3).

Taula 8. *Superfície de portes de vidre amb cambra d'aire Primalit.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre amb cambra d'aire Primalit [m^2]
Hall	1	4,6
Total	1	4,6

1.9. Portes d'emergència

Les portes d'emergència s'encarregaran de facilitar la sortida de les persones en cas de necessitat.

La seva transmitància tèrmica serà de 5,81 W/m^2·K.

La superfície que ocupen aquestes portes és la indicada a la Taula 9.

Taula 9. *Superfície de portes d'emergència.*

Habitacle	Nº de portes	Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria [m^2]
Passadís 1	1	4,6
Total	1	4,6

1.10. Finestres grans

Aquest serà el tipus de finestra predominant. Les úniques finestres que no seran d'aquest tipus seran las dels banys.

Seran de triple vidre (Climati) amb un espessor de cambra d'aire de 12 mm i fusteria metàl·lica.

La seva transmitància tèrmica U_H serà de 3,14 W/m^2·K i la seva permeabilitat serà de 9 m^3/h·m^2 (classe 3).

La superfície que ocupen les finestres grans es pot consultar a la Taula 10.

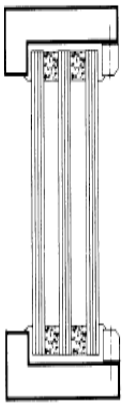


Figura 4. *Finestra de triple vidre (Climati).*

Taula 10. *Superfície de finestres grans.*

Habitacle	Nº de finestres	Superfície de finestra [m^2]
Hall	3	9
Oficina 1	1	3
Oficina 2	2	6
Oficina 4	1	3
Sala d'activitats 1	2	6
Sala d'activitats 2	2	6
Sala d'activitats 3	1	3
Sala de màquines fitness	2	6
Sala de pes lliure	5	15
Total	19	57

1.11. Finestres petites

Aquestes estaran situades als lavabos.

Seran de vidre triple (Climati) amb una cambra d'aire de 12 mm i fusteria metàl·lica.

La seva transmitància tèrmica serà de 3,14 $W/m^2 \cdot K$ i la seva permeabilitat serà de 9 $m^3/h \cdot m^2$ (classe 3).

La superfície que ocupen les finestres petites es troba a la Taula 11:

Taula 11. *Superfície de finestres petites.*

Habitacle	Nº de finestres	Superfície de finestra [m^2]
Banys femenins	2	0,36
Banys masculins	2	0,36
Total	4	0,72

1.12. Ponts tèrmics

L'edifici ha estat dissenyat evitant els ponts tèrmics per tal d'augmentar la seva eficiència energètica.

Així doncs, no hi cap tipus de pont tèrmic.

ANNEX 2: CÀLCUL DE LES CÀRREGUES TÈRMIQUES DE CALEFACCIÓ

El càlcul de la càrrega tèrmica de calefacció es realitza mitjançant el sumatori de la càrrega de transmissió de cada habitacle i de la càrrega d'infiltracions i ventilació, afegint diversos coeficients per tal de majorar el resultat.

2.1 Càrrega sensible

La càrrega sensible total és el sumatori de les següents partides

2.1.1 Partida de transmissió

La càrrega tèrmica de transmissió és la deguda a la quantitat de calor que travessa els tancaments del local. A aquesta, s'hi afegeixen tres suplements: z_1 (per interrupció del servei), z_2 (per orientació dels tancaments) i z_3 (per superfícies fredes).

Es calcula amb la fórmula número 1.

$$\dot{Q}_T = \sum_{i=1}^{i=n} K_i \cdot S_i \cdot (T_i - T_e) \qquad (1)$$

On el K és el coeficient global de transmissió de calor de cada tancament, S és la superfície, T_i la temperatura interior i T_e de l'aire exterior (o del terra en el cas en el que es calcula la transmissió amb aquest).

Els tres suplements es poden obtenir a partir de taules i s'afegeixen a la partida de transmissió aplicant la fórmula número 2.

$$\dot{Q}_{T\ \mathrm{amb\ suplements}}{}_{i=1}^{i=n} = \dot{Q}_{T\ i} \cdot (1 + z_{2i} + z_{3i}) \cdot (1 + z_{1i}) \qquad (2)$$

Taula 12. *Càrrega de calefacció per transmissió.*

Identificador	Habitacle	Q_T (W)	Q_T amb suplements (W)
11	Banys femenins	316	415
12	Banys masculins	316	415
3	Hall	2305	3258
4	Oficina 1	567	715
1	Oficina 2	867	1170
5	Oficina 3	232	260
2	Oficina 4	523	730
19	Passadís 1	Les zones de pas no es calefacten.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	988	1141
17	Pista d'esquaix 2	770	927
16	Pista d'esquaix 3	770	927
9	Sala d'activitats 1	1246	1584
8	Sala d'activitats 2	1356	1724
13	Sala d'activitats 3	1145	1507
10	Sala de descans	929	1040

Identificador	Habitacle	Q_T (W)	Q_T amb suplements (W)
14	Sala de màquines fitness	1419	1883
15	Sala de pes lliure	2107	2704
6	Vestuaris femenins	1138	1274
7	Vestuaris masculins	1524	1920
Total		18518	23594

2.1.2 Partida d'infiltracions i de ventilació

La càrrega tèrmica d'infiltracions és deguda a la quantitat d'aire que entra al local a través de la fusteria dels forats dels tancaments exteriors. El mètode seleccionat per a realitzar el càlcul ha estat el de les superfícies, que es duu a terme amb la fórmula número 3:

$$\dot{V}_I = \sum I_I \cdot S_I \qquad (3)$$

On I és la permeabilitat del forat i S la superfície del mateix.

Per tal que l'aire no es vicii, s'ha de garantir una renovació del mateix. Part d'aquesta renovació es realitza mitjançant les infiltracions, però acostuma a ser necessari afegir aire artificialment per a garantir que aquest sigui de qualitat.

El cabal de ventilació s'escull en funció del paràmetre IDA. Per a les sales amb activitats sedentàries el cabal de ventilació es calcula amb el mètode indirecte de cabal d'aire exterior per persona i per a les sales a on es practica esport es realitza amb el mètode directe per concentració de CO_2.

S'escollirà IDA 2 en oficines i hall i IDA 3 a la resta del recinte.

Taula 13. *Cabal mínim d'aire exterior de ventilació.*

Categoria	Mètode indirecte de cabal d'aire exterior per persona	Mètode directe per concentració de CO_2
	dm^3/s per persona	ppm
IDA 1	20	350
IDA2	12,05	500
IDA 3	8	800
IDA 4	5	1200

On ppm és la concentració de CO2 (en parts de milió per volum) per damunt de la concentració de l'aire exterior.

Per tal de calcular el cabal mitjançant el mètode directe per concentració de CO_2, es segueixen els següents passos:

Primer, es calcula la producció de CO2 en funció de l'activitat metabòlica (per a activitats físiques amb grans esforços com l'esport, és de 4,2 mets) tenint en compte que per a una persona que té una AM d'1 met és de 0,0042 l/s.

$$G_{(CO_2)} = 0{,}0042 \cdot AM = 0{,}01764 \frac{l}{s\ i\ persona} \qquad (4)$$

A continuació, es calcula el cabal d'aire de ventilació amb la següent fórmula (amb la qual s'obté el cabal en l/s i persona).

$$\dot{V_V} = \frac{G_{(CO_2)}}{G_{(CO_2)amb} - G_{(CO_2)ext}} \cdot 100 \qquad (5)$$

On la resta de $G_{(CO2)amb}$ menys $G_{(CO2)ext}$ és la dada obtinguda a la taula anterior en percentatge sobre el volum.

Per últim es compara el cabal d'infiltracions amb el de ventilació.

Taula 14. *Cabal d'infiltracions i de ventilació.*

Identificador	Habitacle	V_I [m^3/h]	V_V [m^3/h]
11	Banys femenins	3,24	28,8
12	Banys masculins	3,24	28,8
3	Hall	122,4	144
4	Oficina 1	27	57,6
1	Oficina 2	54	57,6
5	Oficina 3	0	57,6
2	Oficina 4	27	57,6
19	Passadís 1	Les zones de pas no es calefacten.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	0	158,76
17	Pista d'esquaix 2	0	158,76
16	Pista d'esquaix 3	0	158,76
9	Sala d'activitats 1	54	793,8

Identificador	Habitacle	V_I [m^3/h]	V_V [m^3/h]
8	Sala d'activitats 2	54	793,8
13	Sala d'activitats 3	27	793,8
10	Sala de descans	0	144
14	Sala de màquines fitness	54	793,8
15	Sala de pes lliure	135	793,8
6	Vestuaris femenins	0	288
7	Vestuaris masculins	0	288
Total		560,88	5597,28

La càrrega, doncs, es calcula amb el cabal més gran d'aquests dos amb la fórmula número 6:

$$\dot{Q}_{VI}=\rho\cdot\dot{V}\cdot c_{pm}\cdot(T_i-T_e) \qquad (6)$$

On ρ és la densitat de l'aire i cpm és el calor específic mitjà del mateix.

En el cas de la calefacció per aire, també es podria tenir en compte l'energia necessària per elevar la humitat interior, ja que l'exterior és més baixa (fórmula 7).

Això, però, no s'acostuma a fer ja que es considera que la càrrega latent deguda a l'ocupació realitza aquesta mateixa funció sense necessitat d'afegir energia extra.

$$\dot{Q}_{VI}=\rho\cdot\dot{V}\cdot h_{fgm}\cdot(W_i-W_e) \qquad (7)$$

On h_{fgm} és el calor latent d'evaporació mitjà de l'aigua, W_i la humitat absoluta de l'aire interior i W_e la de l'aire exterior.

Taula 15. *Càrrega de calefacció per infiltració i ventilació.*

Identificador	Habitacle	Q_V (W)
11	Banys femenins	187
12	Banys masculins	187
3	Hall	935
4	Oficina 1	374
1	Oficina 2	374

Identificador	Habitacle	Q_V (W)
5	Oficina 3	374
2	Oficina 4	374
19	Passadís 1	Les zones de pas no es calefacten.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	814
17	Pista d'esquaix 2	814
16	Pista d'esquaix 3	814
9	Sala d'activitats 1	4068
8	Sala d'activitats 2	4068
13	Sala d'activitats 3	4068
10	Sala de descans	935
14	Sala de màquines fitness	4068
15	Sala de pes lliure	4068
6	Vestuaris femenins	1870
7	Vestuaris masculins	1870
Total		30262

Es pot observar com la càrrega pel cabal d'infiltracions i ventilació és més gran que la deguda a la partida de transmissió. Això és degut a que calen cabals de ventilació molt grans a causa de les activitats esportives que es realitzen.

2.2 Càrrega total de calefacció

La càrrega total és la suma de les dues partides i es troba a la Taula 16.

Taula 16. *Càrrega total de calefacció.*

Id.	Habitacle	Q_C (W)	Q_C (kW)
11	Banys femenins	602	0,60
12	Banys masculins	602	0,60
3	Hall	4193	4,19
4	Oficina 1	1088	1,09
1	Oficina 2	1544	1,54
5	Oficina 3	634	0,63
2	Oficina 4	1104	1,10
19	Passadís 1	Les zones de pas no es calefacten.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	1954	1,95
17	Pista d'esquaix 2	1741	1,74
16	Pista d'esquaix 3	1741	1,74
9	Sala d'activitats 1	5652	5,65
8	Sala d'activitats 2	5792	5,79
13	Sala d'activitats 3	5575	5,58
10	Sala de descans	1975	1,98
14	Sala de màquines fitness	5951	5,95
15	Sala de pes lliure	6772	6,77
6	Vestuaris femenins	3144	3,14
7	Vestuaris masculins	3790	3,79
Total		53854	53,83

ANNEX 3: CÀLCUL DE LES CÀRREGUES TÈRMIQUES DE REFRIGERACIÓ

El càlcul de la càrrega tèrmica de refrigeració es realitza mitjançant el sumatori de les següents càrregues sensibles i latents.

3.1. Càrrega sensible

La càrrega sensible total és el sumatori de les següents partides, més un 10% de majoració.

3.1.1. Partida de radiació per elements transparents

Aquesta partida té en compte l'energia que arriba al local procedent de la radiació solar travessant els elements transparents a la radiació.

Per calcular aquesta partida s'ha de saber l'orientació de les finestres, l'hora solar (en aquest cas les 15 hores) i el dia (23 de juliol).

Amb aquestes dades, s'extreu la R (radiació solar unitària) i es calcula la partida amb la fórmula número 8, on S és la superfície dels forats i f el producte dels factors de correcció que existeixin, ja sigui per la utilització de vidres especials o persianes.

$$\dot{Q}_{SR}=S\cdot R\cdot f \quad (8)$$

Taula 17. *Càrrega de refrigeració per radiació per elements transparents.*

Identificador	Habitacle	Q_{SR} (W)
11	Banys femenins	12
12	Banys masculins	12
3	Hall	306
4	Oficina 1	1130
1	Oficina 2	1233
5	Oficina 3	0
2	Oficina 4	102
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	0
17	Pista d'esquaix 2	0
16	Pista d'esquaix 3	0
9	Sala d'activitats 1	2261
8	Sala d'activitats 2	2261
13	Sala d'activitats 3	102
10	Sala de descans	0
14	Sala de màquines fitness	204
15	Sala de pes lliure	809
6	Vestuaris femenins	0
7	Vestuaris masculins	0
Total		8433

3.1.2. Partida de radiació i transmissió a través de les parets i el sostre

Aquesta partida calcula l'energia que entra al local per radiació a través dels tancaments opacs (parets exteriors i sostre).

Es calcula amb la fórmula número 9.

$$\dot{Q}_{STR}=K\cdot S\cdot(DTE) \qquad (9)$$

On K és el coeficient de transmissió del tancament, S la superfície del mateix i DTE la diferència de temperatura equivalent.

La DTE s'extreu mitjançant taules i depèn, en les partes, de l'orientació del tancament, del producte de la densitat per l'espessor del mur i de l'hora solar del projecte i en el sostre de si és solejat o amb ombra, del producte de la densitat per l'espessor del sostre i de l'hora solar del projecte.

Els resultats obtinguts són els disponibles a la Taula 18.

Taula 18. *Càrrega de refrigeració per radiació i transmissió a través de les parets i el sostre.*

Identificador	Habitacle	Q_{STR} (W)
11	Banys femenins	111
12	Banys masculins	111
3	Hall	302
4	Oficina 1	112
1	Oficina 2	98
5	Oficina 3	87
2	Oficina 4	73
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	436
17	Pista d'esquaix 2	369
16	Pista d'esquaix 3	369
9	Sala d'activitats 1	471
8	Sala d'activitats 2	524
13	Sala d'activitats 3	558

Identificador	Habitacle	Q_{STR} (W)
10	Sala de descans	349
14	Sala de màquines fitness	663
15	Sala de pes lliure	714
6	Vestuaris femenins	427
7	Vestuaris masculins	575
Total		6349

3.1.3. Partida de transmissió a través de parets i sostres no exteriors

A aquesta partida s'inclouen les parets interiors, el terra, els sostres interiors i les superfícies de vidre. La superfície de les portes s'acostuma a incloure en les parets.

Es calcula amb la fórmula número 10.

$$\dot{Q}_{ST} = S \cdot K \cdot \Delta T \qquad (10)$$

On S és la superfície, K el coeficient global de transmissió i ΔT la diferència de temperatures exterior i interior.

Taula 19. *Càrrega de refrigeració per transmissió a través de parets i sostres no exteriors.*

Identificador	Habitacle	Q_{ST} (W)
11	Banys femenins	17
12	Banys masculins	17
3	Hall	73
4	Oficina 1	24
1	Oficina 2	24
5	Oficina 3	21
2	Oficina 4	21
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	

Identificador	Habitacle	Q_{ST} (W)
18	Pista d'esquaix 1	125
17	Pista d'esquaix 2	125
16	Pista d'esquaix 3	125
9	Sala d'activitats 1	161
8	Sala d'activitats 2	178
13	Sala d'activitats 3	175
10	Sala de descans	83
14	Sala de màquines fitness	200
15	Sala de pes lliure	200
6	Vestuaris femenins	102
7	Vestuaris masculins	102
Total		1773

3.1.4. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i al de ventilació

És inevitable l'entrada d'aire exterior al local per les finestres, portes o escletxes. Aquesta partida té en compte la quantitat d'aire que s'infiltra a l'habitacle.

L'expressió mitjançant la qual es calcula aquesta partida es la número 11.

$$\dot{Q}_{SI} = V_I \cdot \rho \cdot c_{pm} \cdot \Delta T \qquad (11)$$

On V_I és el cabal volumètric d'infiltracions, valor tabulat que depèn del número de portes exteriors, ρ es la densitat de l'aire, c_{pm} el calor específic de l'aire i l'última expressió es la diferència de temperatures exterior i interior.

Degut a que el gimnàs només consta de dues portes exteriors, es considera que tot l'aire procedent de fora del recinte és de ventilació, per tant la partida es calcula amb la fórmula 12.

$$\dot{Q}_{SV} = 0{,}34 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta T \qquad (12)$$

On V_V és el cabal de ventilació (idèntic al calculat per a la càrrega de calefacció), ΔT la diferència de temperatures i f el factor de by-pass de la bateria.

Taula 20. *Càrrega sensible de refrigeració deguda a l'aire de ventilació.*

Identificador	Habitacle	Q_{SV} (W)
11	Banys femenins	5
12	Banys masculins	5
3	Hall	16
4	Oficina 1	11
1	Oficina 2	11
5	Oficina 3	11
2	Oficina 4	11
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	52
17	Pista d'esquaix 2	52
16	Pista d'esquaix 3	52
9	Sala d'activitats 1	130
8	Sala d'activitats 2	130
13	Sala d'activitats 3	130
10	Sala de descans	27
14	Sala de màquines fitness	130
15	Sala de pes lliure	130
6	Vestuaris femenins	27
7	Vestuaris masculins	27
Total		957

3.1.5. Partida per ocupació del local

Les persones que estiguin dins el local, degut a l'activitat que puguin realitzar i a la seva temperatura corporal, també emeten calor.

Aquesta partida es pot calcular amb l'expressió número 13.

$$\dot{Q}_{SP} = n \cdot O_S \tag{13}$$

On n és el número de persones del local i Os és un valor tabulat en funció de l'activitat realitzada pels ocupants.

Taula 21. *Càrrega sensible de refrigeració per ocupació del local.*

Identificador	Habitacle	Q_{SP} (W)
11	Banys femenins	70
12	Banys masculins	70
3	Hall	380
4	Oficina 1	140
1	Oficina 2	140
5	Oficina 3	140
2	Oficina 4	140
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	220
17	Pista d'esquaix 2	220
16	Pista d'esquaix 3	220
9	Sala d'activitats 1	1100
8	Sala d'activitats 2	1100
13	Sala d'activitats 3	1100
10	Sala de descans	350
14	Sala de màquines fitness	1100
15	Sala de pes lliure	1100
6	Vestuaris femenins	760
7	Vestuaris masculins	760

Total	9110

3.1.6. Partida per il·luminació del local

En aquest cas, la quantitat de calor produït per la llum dependrà de si és il·luminació incandescent o fluorescent.

Si és incandescent, es calcula amb la fórmula 14.

$$\dot{Q}_{SIL} = I \tag{14}$$

Si és fluorescent, amb la 15.

$$\dot{Q}_{SIL} = 1{,}25 \cdot I \tag{15}$$

On I és la potència elèctrica d'il·luminació en Watts.

Taula 22. *Càrrega de refrigeració per il·luminació del local.*

Identificador	Habitacle	Q_{SIL} (W)
11	Banys femenins	200
12	Banys masculins	200
3	Hall	875
4	Oficina 1	288
1	Oficina 2	288
5	Oficina 3	250
2	Oficina 4	250
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	875
17	Pista d'esquaix 2	875
16	Pista d'esquaix 3	875
9	Sala d'activitats 1	1125
8	Sala d'activitats 2	1250
13	Sala d'activitats 3	1225

Identificador	Habitacle	Q_{SIL} (W)
10	Sala de descans	1000
14	Sala de màquines fitness	1400
15	Sala de pes lliure	1400
6	Vestuaris femenins	1225
7	Vestuaris masculins	1225
Total		14826

3.1.7 Total càrrega sensible de refrigeració

El sumatori de les anteriors partides es la càrrega sensible efectiva parcial que majorada un 10 % proporciona la càrrega sensible efectiva total.

Taula 23. *Càrrega sensible de refrigeració.*

Id	Habitacle	Q_{SEP} (W)	Q_{SE} (W)
11	Banys femenins	416	457
12	Banys masculins	416	457
3	Hall	1953	2148
4	Oficina 1	1705	1875
1	Oficina 2	1793	1972
5	Oficina 3	509	560
2	Oficina 4	597	657
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	1707	1878
17	Pista d'esquaix 2	1640	1804
16	Pista d'esquaix 3	1640	1804
9	Sala d'activitats 1	5247	5772

Id	Habitacle	Q_{SEP} (W)	Q_{SE} (W)
8	Sala d'activitats 2	5442	5987
13	Sala d'activitats 3	3290	3619
10	Sala de descans	1809	1990
14	Sala de màquines fitness	3666	4033
15	Sala de pes lliure	4353	4788
6	Vestuaris femenins	2541	2795
7	Vestuaris masculins	2690	2959
Total		41414	45555

3.2. Càrrega latent

La càrrega latent total és el sumatori de les següents partides, més un 10% de majoració.

3.2.1. Partida deguda a l'aire d'infiltracions i de ventilació

A més de provocar un salt de temperatures, el cabal d'infiltracions també produeix un salt d'humitats. Amb el mateix cabal que l'obtingut en el càlcul de la partida sensible, s'aplica la fórmula 16.

$$\dot{Q}_{LI} = V_i \cdot \rho \cdot L_m \cdot \Delta W \qquad (16)$$

On L_m és el calor latent mitjà i ΔW la diferència d'humitats.

De la mateixa manera que succeeix amb el cabal d'infiltracions, el de ventilació també provoca una diferència d'humitats.

Es calcula amb l'expressió número 17.

$$\dot{Q}_{LV} = 0{,}83 \cdot f \cdot V_V \cdot \Delta W \qquad (17)$$

On V_V és el cabal de ventilació, ΔW la diferència d'humitats i f el factor de by-pass de la bateria.

En aquest cas, com ja s'ha indicat anteriorment, s'ha calculat amb el cabal de ventilació.

Taula 24. *Càrrega latent de refrigeració deguda a l'aire d'infiltracions i ventilació.*

Identificador	Habitacle	Q_{LV} (W)
11	Banys femenins	23

Identificador	Habitacle	Q_{LV} (W)
12	Banys masculins	23
3	Hall	70
4	Oficina 1	47
1	Oficina 2	47
5	Oficina 3	47
2	Oficina 4	47
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	166
17	Pista d'esquaix 2	166
16	Pista d'esquaix 3	166
9	Sala d'activitats 1	415
8	Sala d'activitats 2	415
13	Sala d'activitats 3	415
10	Sala de descans	117
14	Sala de màquines fitness	415
15	Sala de pes lliure	415
6	Vestuaris femenins	117
7	Vestuaris masculins	117
Total		3228

3.2.2. Partida per ocupació del local

Segons el tipus d'activitat que es dugui a terme al local, es pot consultar el valor O_L, que determinarà el valor d'aquesta partida, ja que es calcula amb la fórmula número 18.

$$\dot{Q}_{LP} = n \cdot O_L \tag{18}$$

On n és el número de persones que ocupen el local.

Taula 25. *Càrrega latent de refrigeració per ocupació.*

Identificador	Habitacle	Q_{LP} (W)
11	Banys femenins	30
12	Banys masculins	30
3	Hall	350
4	Oficina 1	116
1	Oficina 2	116
5	Oficina 3	116
2	Oficina 4	116
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.
20	Passadís 2	
18	Pista d'esquaix 1	360
17	Pista d'esquaix 2	360
16	Pista d'esquaix 3	360
9	Sala d'activitats 1	1800
8	Sala d'activitats 2	1800
13	Sala d'activitats 3	1800
10	Sala de descans	150
14	Sala de màquines fitness	1800
15	Sala de pes lliure	1800
6	Vestuaris femenins	700
7	Vestuaris masculins	700
Total		12504

3.2.3. Total càrrega latent de refrigeració

La suma de les dues partides és la càrrega latent efectiva parcial que majorada un 10 % dóna la càrrega latent efectiva total.

Taula 26. *Càrrega latent de refrigeració.*

Identificador	Habitacle	Q_{LEP} (W)	Q_{LE} (W)
11	Banys femenins	53	59
12	Banys masculins	53	59
3	Hall	420	462
4	Oficina 1	163	179
1	Oficina 2	163	179
5	Oficina 3	163	179
2	Oficina 4	163	179
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.	
20	Passadís 2		
18	Pista d'esquaix 1	526	579
17	Pista d'esquaix 2	526	579
16	Pista d'esquaix 3	526	579
9	Sala d'activitats 1	2215	2437
8	Sala d'activitats 2	2215	2437
13	Sala d'activitats 3	2215	2437
10	Sala de descans	267	417
14	Sala de màquines fitness	2215	2437
15	Sala de pes lliure	2215	2437
6	Vestuaris femenins	817	899
7	Vestuaris masculins	817	899
Total		15732	17433

3.3. Càrrega total

La càrrega tèrmica de refrigeració total de cada local es pot veure a la Taula 27.

Taula 27. *Càrrega total de refrigeració.*

Id.	Habitacle	Q_{SE} (W)	Q_{LE} (W)	Q_R (W)	Q_R (kW)
11	Banys femenins	457	59	516	0,52
12	Banys masculins	457	59	516	0,52
3	Hall	2148	462	2610	2,61
4	Oficina 1	1875	179	2054	2,05
1	Oficina 2	1972	179	2151	2,15
5	Oficina 3	560	179	739	0,74
2	Oficina 4	657	179	836	0,84
19	Passadís 1	Les zones de pas no es refrigeren.			
20	Passadís 2				
18	Pista d'esquaix 1	1878	579	2457	2,46
17	Pista d'esquaix 2	1804	579	2383	2,38
16	Pista d'esquaix 3	1804	579	2383	2,38
9	Sala d'activitats 1	5772	2437	8209	8,21
8	Sala d'activitats 2	5987	2437	8424	8,42
13	Sala d'activitats 3	3619	2437	6056	6,06
10	Sala de descans	1990	417	2407	2,41
14	Sala de màquines fitness	4033	2437	6470	6,47
15	Sala de pes lliure	4788	2437	7225	7,23
6	Vestuaris femenins	2795	899	3694	3,69
7	Vestuaris masculins	2959	899	3858	3,86
Total		45555	17433	62988	62,99

ANNEX 4: CÀLCUL DE LES POTÈNCIES AL SISTEMA TOT AIRE

4.1. Procés de condicionament d'estiu

El règim de condicionament d'estiu segueix l'esquema de la Figura 5.

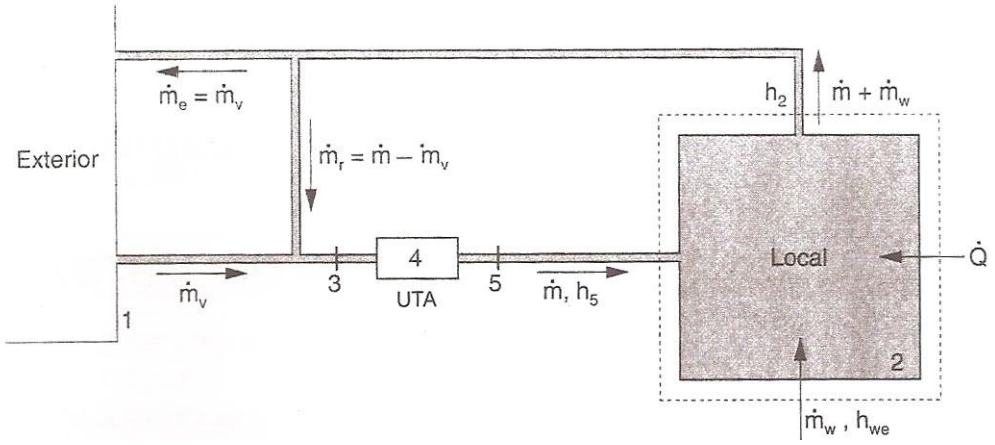


Figura 5. *Esquema del procés de condicionament típic d'estiu.*

Per calcular la potència i cabal necessaris durant el règim d'estiu es segueixen aquests passos:

- Càlcul de la càrrega tèrmica de refrigeració.
- Càlcul del factor de calor sensible (FCSE).

- Troballa de l'estat 4 gràficament.
- Càlcul del cabal de subministrament.
- Obtenció de la temperatura i humitat de l'estat 3.
- Troballa de la temperatura i humitat de l'estat 5.
- Obtenció de la potència frigorífica de la UTA.

Degut a la qualitat de l'aire d'extracció aquest no es podrà reaprofitar i per tant l'estat 1 i l'estat 3 coincidiran.

4.2. Procés de condicionament d'hivern

El règim de condicionament d'hivern segueix l'esquema de la Figura 6:

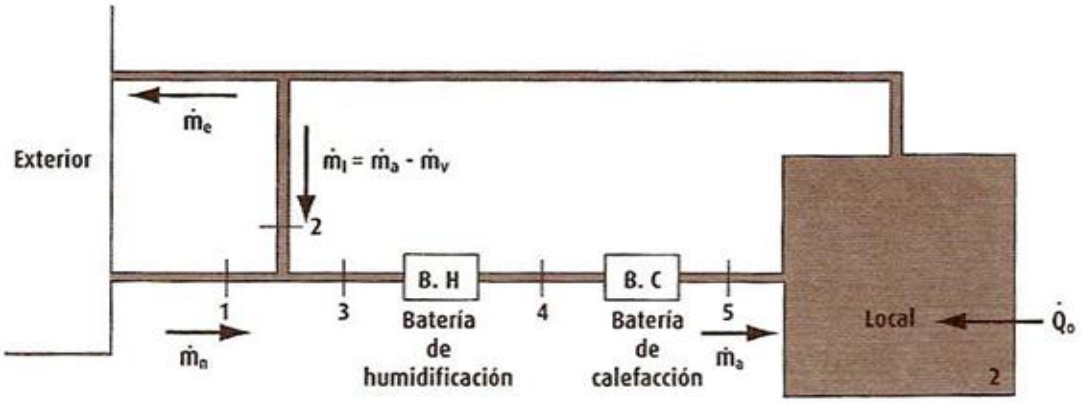


Figura 6. *Esquema del procés de condicionament típic d'hivern.*

Com es tractarà d'un sistema VAV, el cabal escollit serà el calculat durant l'etapa d'estiu (per tal d'evitar que el cabal resultant sigui petit i es produeixen davallades de pressió a la xarxa).

Per calcular la potència i temperatura necessàries durant el règim d'hivern, es segueixen els següents passos:

- Càlcul de la càrrega tèrmica de calefacció.
- Imposició del cabal.
- Càlcul de la temperatura 5.
- Càlcul del cabal de ventilació.
- Càlcul de la temperatura i humitat en l'estat 3.
- Troballa de l'estat 4 gràficament.
- Càlcul de la potència calorífica de la UTA.

Degut a la qualitat de l'aire d'extracció aquest no es podrà reaprofitar i l'estat 1 i el 3 coincidiran.

4.3. Càlcul de la zona 2

4.3.1. Procés de condicionament d'estiu

Taula 28. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 2.*

t_1	27,8 ºC	t_2	25 ºC	Q_{SE}	5754 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	1798 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,76
$m_{av\ mín}$	0,1920 kg/s	$V_{av\ mín}$	576 m^3/h	f	0,2

En un primer pas realitzat prèviament, s'ha calculat el factor de calor sensible efectiu amb la fórmula número 19:

$$\text{FCSE} = \frac{\dot{Q}_{se}}{\dot{Q}_{se} + \dot{Q}_{le}} \tag{19}$$

A continuació es senyala al diagrama psicromètric el punt 1 i el 2.

Es traça una línia que va del focus (24 ºC, 50 % d'humitat relativa) fins al FCSE calculat.

Es traça una paral·lela a aquesta línia que passi pel punt 2. El punt 4 es troba al lloc on talla aquesta recta amb la corba de saturació.

Es troba que t_4 és 15 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V}_i = \frac{\dot{Q}_{se}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{5754}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-15)} = 2115 \frac{m^3}{h} \tag{20}$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V}_i = 2221 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \tag{21}$$

Com es pot comprovar, el cabal de subministrament és major que el de ventilació. En aquesta zona, però, tot l'aire ha de ser de ventilació degut a que l'aire d'extracció no es pot reutilitzar. Per tant, s'han de tornar calcular les partides degudes a l'aire de ventilació per tal d'obtenir uns resultats fiables.

Aquest procés es pot repetir tantes vegades com siguin necessàries, fins que s'observi que hi ha molt poca diferència en els resultats de la iteració.

Així doncs, les dades definitives després de 3 iteracions, són les de la Taula 29:

Taula 29. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 2.*

t_1	27,8 ºC	t_2	25 ºC	Q_{SE}	6099 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	3269 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,65
$m_{av\ mín}$	0,1920 kg/s	$V_{av\ mín}$	576 m^3/h	f	0,2

Novament, es troba que t_4 és 13 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_i} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{6099}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-13)} = 1868 \frac{m^3}{h} \tag{22}$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V_i} = 1961 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \tag{23}$$

Que és igual a:

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} = 1{,}2 \cdot \frac{1961}{3600} = 0{,}6540 \frac{kg}{s} \tag{24}$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

Es calcula t_5 amb la fórmula 25.

$$\mathrm{t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4 = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 13) + 13 = 15{,}96\ ºC} \tag{25}$$

Un cop trobada aquesta temperatura, s'uneixen els punts 3 i 4 i es situa el punt 5 sobre aquesta recta, de manera que s'obté la humitat absoluta gràficament, obtenint una W_5 de 0,0108 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb la fórmula 26.

$$h = 1{,}004 \cdot t + W(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot t) \tag{26}$$

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \tag{27}$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 15{,}96 + 0{,}0108(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 15{,}96) = 45{,}63 \frac{kJ}{kg_a} \tag{28}$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (\mathrm{h_3 - h_{5'}}) = 0{,}6540 \cdot (71{,}05 - 45{,}63) = 16{,}62\ \mathrm{kW} \tag{29}$$

4.3.2. Procés de condicionament d'hivern

El primer pas és calcular les noves càrregues tèrmiques de calefacció amb el nou cabal de ventilació. Les dades finals són les que es poden veure a la Taula 30.

Taula 30. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 2.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	15743 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg	m_{sub}	0,6540 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	1961 m^3/h

A continuació es calcula t_5:

$$t_5 = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{m}_a \cdot cpm} + t_2 = \frac{15743}{0{,}6540 \cdot 1025} + 21 = 44{,}49\ ºC \qquad (30)$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

En aquest cas, primer s'haurà d'escalfar l'aire i després humidificar-lo.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 55,3 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{Q}_C = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{0{,}6540 \cdot 1025 \cdot (55{,}3 - 2)}{1000} = 35{,}73\ kW \qquad (31)$$

4.4. Càlcul de la zona 4

4.4.1. Procés de condicionament d'estiu

Taula 31. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 4.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	12440 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0106 kg/kg	Q_{LE}	7310 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,63
$m_{av\ mín}$	0,7938 kg/s	$V_{av\ mín}$	2381 m^3/h	f	0,2

En un primer pas realitzat prèviament, s'ha calculat el factor de calor sensible efectiu amb la fórmula 19.

A continuació es senyala al diagrama psicromètric el punt 1 i el 2.

Es traça una línia que va del focus (24 ºC, 50 % d'humitat relativa) fins al FCSE calculat.

Es traça una paral·lela a aquesta línia que passi pel punt 2. El punt 4 es troba al lloc on talla aquesta recta amb la corba de saturació.

Es troba que t_4 és 9,5 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{12440}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-9{,}5)} = 3388 \frac{m^3}{h} \quad (32)$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V_l} = 3557 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \quad (33)$$

Com es pot comprovar, el cabal de subministrament és major que el de ventilació. En aquesta zona, però, tot l'aire ha de ser de ventilació degut a que l'aire d'extracció no es pot reutilitzar. Per tant, s'han de tornar calcular les partides degudes a l'aire de ventilació per tal d'obtenir uns resultats fiables.

En la segona iteració s'observa que les condicions de projecte no es poden aconseguir si no és mitjançant un reescalfament (acció prohibida). Per això, es canvia la humitat relativa interior a un 65 %.

Així doncs, les dades definitives després de 4 iteracions, són les de la Taula 32.

Taula 32. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 4.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	13469 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0111 kg/kg	Q_{LE}	9940 W
φ_1	71,3 %	φ_2	65 %	FCSE	0,58
$m_{av\ mín}$	0,7938 kg/s	$V_{av\ mín}$	2381 m^3/h	f	0,2

Novament, es troba que t_4 és 10 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{13469}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-10)} = 3809 \frac{m^3}{h} \quad (34)$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V_l} = 3999 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \quad (35)$$

Que és igual a:

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} = 1{,}2 \cdot \frac{3999}{3600} = 1{,}3332 \frac{kg}{s} \quad (36)$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

Es calcula t_5 amb la fórmula 37.

$$\mathrm{t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4 = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 10) + 10 = 13{,}56\ ºC} \quad (37)$$

Un cop trobada aquesta temperatura, s'uneixen els punts 3 i 4 i es situa el punt 5 sobre aquesta recta, de manera que s'obté la humitat absoluta gràficament, obtenint una W_5 de 0,0108 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb la fórmula 26.

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \quad (38)$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 13{,}56 + 0{,}0096(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 13{,}56) = 37{,}86 \frac{kJ}{kg_a} \quad (49)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (\mathrm{h}_3 - \mathrm{h}_{5'}) = 1{,}3332 \cdot (71{,}05 - 37{,}86) = 44{,}24 \text{ kW} \quad (40)$$

4.4.2. Procés de condicionament d'hivern

El primer pas és calcular les noves càrregues tèrmiques de calefacció amb el nou cabal de ventilació. Les dades finals són les de la Taula 33.

Taula 33. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 4.*

t_1	2 ºC	t_2	17 ºC	Q_s	26591 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0048 kg/kg	m_{sub}	1,3332 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	3999 m^3/h

A continuació es calcula t_5:

$$\mathrm{t}_5 = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{\mathrm{m}}_\mathrm{a} \cdot cpm} + t_2 = \frac{26591}{1{,}3332 \cdot 1025} + 17 = 36{,}46\ ºC \quad (41)$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

En aquest cas, primer s'haurà d'escalfar l'aire i després humidificar-lo.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 42,6 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{\mathrm{Q}}_\mathrm{C} = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{1{,}3332 \cdot 1025 \cdot (42{,}6 - 2)}{1000} = 55{,}48\ kW \quad (42)$$

4.5. Càlcul de la zona 5

4.5.1. Procés de condicionament d'estiu

Taula 34. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 5.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	11758 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0106 kg/kg	Q_{LE}	4873 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,71
$m_{av\ mín}$	0,5292 kg/s	$V_{av\ mín}$	1588 m^3/h	f	0,2

En un primer pas realitzat prèviament, s'ha calculat el factor de calor sensible efectiu amb la fórmula 19.

A continuació es senyala al diagrama psicromètric el punt 1 i el 2.

Es traça una línia que va del focus (24 ºC, 50 % d'humitat relativa) fins al FCSE calculat.

Es traça una paral·lela a aquesta línia que passi pel punt 2. El punt 4 es troba al lloc on talla aquesta recta amb la corba de saturació.

Es troba que t_4 és 11,6 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{11758}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-11{,}6)} = 3792 \frac{m^3}{h} \qquad (43)$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V_l} = 3982 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \qquad (44)$$

Com es pot comprovar, el cabal de subministrament és major que el de ventilació. En aquesta zona, però, tot l'aire ha de ser de ventilació degut a que l'aire d'extracció no es pot reutilitzar. Per tant, s'han de tornar calcular les partides degudes a l'aire de ventilació per tal d'obtenir uns resultats fiables.

Així doncs, les dades definitives després de 4 iteracions, són les de la Taula 35.

Taula 35. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 5.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	12697 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0111 kg/kg	Q_{LE}	7881 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,62
$m_{av\ mín}$	0,5292 kg/s	$V_{av\ mín}$	1588 m^3/h	f	0,2

Novament, es troba que t_4 és 9 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{13469}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-9)} = 3334 \frac{m^3}{h} \qquad (45)$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V}_i = 3501 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \tag{46}$$

Que és igual a:

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} = 1{,}2 \cdot \frac{3501}{3600} = 1{,}1670 \frac{kg}{s} \tag{47}$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

Es calcula t_5 amb la fórmula 48.

$$\mathrm{t_5} = \mathrm{f} \cdot (\mathrm{t_3} - \mathrm{t_4}) + \mathrm{t_4} = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 9) + 9 = 12{,}76\ ºC \tag{48}$$

Un cop trobada aquesta temperatura, s'uneixen els punts 3 i 4 i es situa el punt 5 sobre aquesta recta, de manera que s'obté la humitat absoluta gràficament, obtenint una W_5 de 0,0090 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb la fórmula 26:

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \tag{49}$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 12{,}76 + 0{,}0090(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 12{,}76) = 38{,}81 \frac{kJ}{kg_a} \tag{50}$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (\mathrm{h_3} - \mathrm{h_{5'}}) = 1{,}1670 \cdot (71{,}05 - 38{,}81) = 37{,}62\ \mathrm{kW} \tag{51}$$

4.5.2. Procés de condicionament d'hivern

El primer pas és calcular les noves càrregues tèrmiques de calefacció amb el nou cabal de ventilació. Les dades finals són les de la Taula 36.

Taula 36. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 5.*

t_1	2 ºC	t_2	17 ºC	Q_s	21251 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0048 kg/kg	m_{sub}	1,1670 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	3501 m^3/h

A continuació es calcula t_5:

$$\mathrm{t_5} = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{\mathrm{m}}_\mathrm{a} \cdot cpm} + t_2 = \frac{21251}{1{,}1670 \cdot 1025} + 17 = 34{,}77\ ºC \tag{52}$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

En aquest cas, primer s'haurà d'escalfar l'aire i després humidificar-lo.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 40 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{Q}_C = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{1{,}1670 \cdot 1025 \cdot (40 - 2)}{1000} = 45{,}46\ kW \tag{53}$$

4.6. Càlcul de la zona 6

4.6.1. Procés de condicionament d'estiu

Taula 37. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 6.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	5487 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0106 kg/kg	Q_{LE}	1736 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,76
$m_{av\ mín}$	0,1587 kg/s	$V_{av\ mín}$	476 m^3/h	f	0,2

En un primer pas realitzat prèviament, s'ha calculat el factor de calor sensible efectiu amb la fórmula 19.

A continuació es senyala al diagrama psicromètric el punt 1 i el 2.

Es traça una línia que va del focus (24 ºC, 50 % d'humitat relativa) fins al FCSE calculat.

Es traça una paral·lela a aquesta línia que passi pel punt 2. El punt 4 es troba al lloc on talla aquesta recta amb la corba de saturació.

Es troba que t_4 és 11,6 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V}_i = \frac{\dot{Q}_{se}}{0{,}34 \cdot (1 - f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{5487}{0{,}34 \cdot (1 - 0{,}2) \cdot (25 - 11{,}6)} = 1785 \frac{m^3}{h} \tag{54}$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V}_i = 1874 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \tag{55}$$

Com es pot comprovar, el cabal de subministrament és major que el de ventilació. En aquesta zona, però, tot l'aire ha de ser de ventilació degut a que l'aire d'extracció no es pot reutilitzar. Per tant, s'han de tornar calcular les partides degudes a l'aire de ventilació per tal d'obtenir uns resultats fiables.

Així doncs, les dades definitives després de 3 iteracions, són les de la Taula 38.

Taula 38. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 6.*

t_1	27,8 ºC	t_2	23 ºC	Q_{SE}	5945 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0106 kg/kg	Q_{LE}	3203 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,65
$m_{av\ mín}$	0,1587 kg/s	$V_{av\ mín}$	476 m^3/h	f	0,2

Novament, es troba que t_4 és 10 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_i} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{5945}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (23-10)} = 1681 \frac{m^3}{h} \quad (56)$$

Aquest cabal s'augmenta un 5 % per tal de garantir el funcionament correcte de la instal·lació inclús amb errades dels termòstats.

$$\dot{V} = 1{,}05 \cdot \dot{V_i} = 1765 \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} \quad (57)$$

Que és igual a:

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} = 1{,}2 \cdot \frac{1765}{3600} = 0{,}5884 \frac{kg}{s} \quad (58)$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

Es calcula t_5 amb la fórmula 59.

$$\mathrm{t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4 = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 10) + 10 = 13{,}56\ ºC} \quad (59)$$

Un cop trobada aquesta temperatura, s'uneixen els punts 3 i 4 i es situa el punt 5 sobre aquesta recta, de manera que s'obté la humitat absoluta gràficament, obtenint una W_5 de 0,0095 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb la fórmula 26:

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \quad (60)$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 13{,}56 + 0{,}0095(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 13{,}56) = 37{,}61 \frac{kJ}{kg_a} \quad (61)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (\mathrm{h_3 - h_{5'}}) = 0{,}5884 \cdot (71{,}05 - 37{,}61) = 19{,}67\ \mathrm{kW} \quad (62)$$

4.6.2. Procés de condicionament d'hivern

El primer pas és calcular les noves càrregues tèrmiques de calefacció amb el nou cabal de ventilació. Les dades finals són les de la Taula 39.

Taula 39. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 6.*

t_1	2 ºC	t_2	17 ºC	Q_s	12042 W

W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0048 kg/kg	m_{sub}	0,5884 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	1765 m^3/h

A continuació es calcula t_5:

$$t_5 = \frac{\dot{Q}_S}{\dot{m}_a \cdot cpm} + t_2 = \frac{12042}{0{,}5884 \cdot 1025} + 17 = 36{,}97\ ºC \tag{63}$$

Com que tot l'aire és de ventilació, t_3 és igual que t_1.

En aquest cas, primer s'haurà d'escalfar l'aire i després humidificar-lo.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 43,5 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{Q}_C = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{0{,}5884 \cdot 1025 \cdot (43{,}5 - 2)}{1000} = 25{,}03\ kW \tag{64}$$

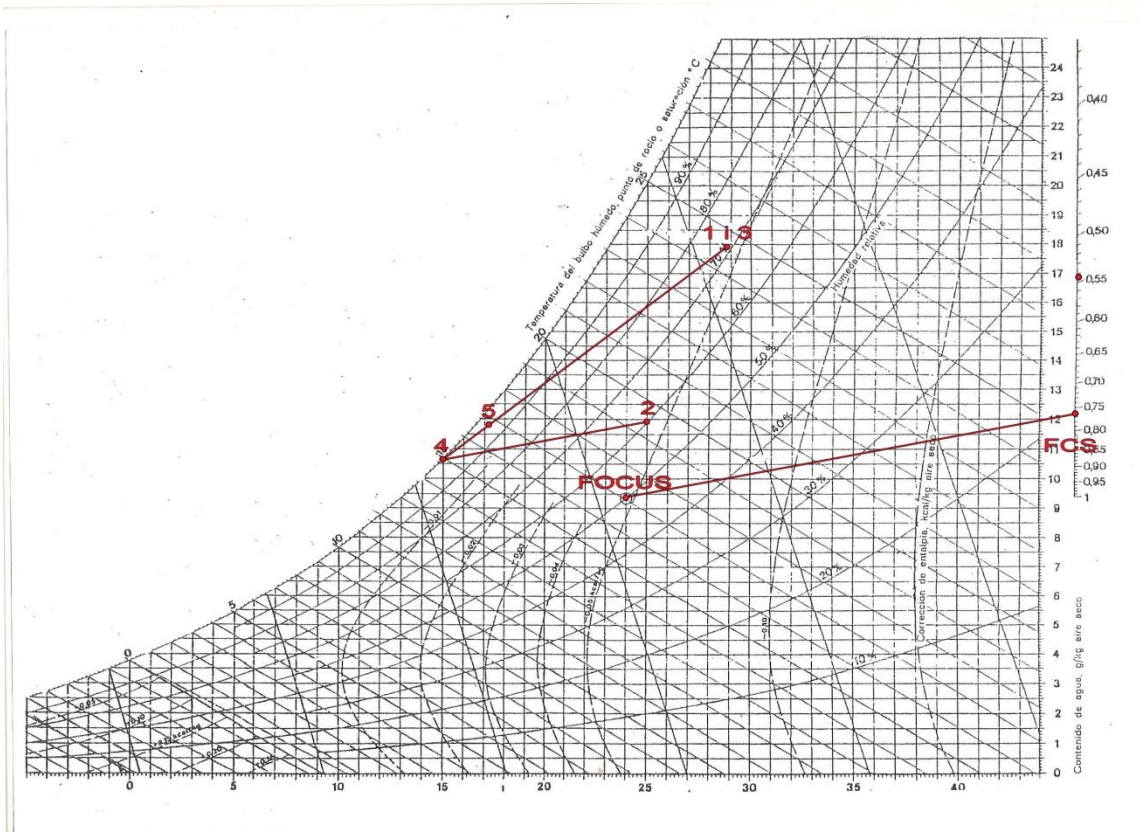


Figura 7. *Exemple del procés de càlcul pel cicle de refrigeració (iteració 1 de la zona 2).*

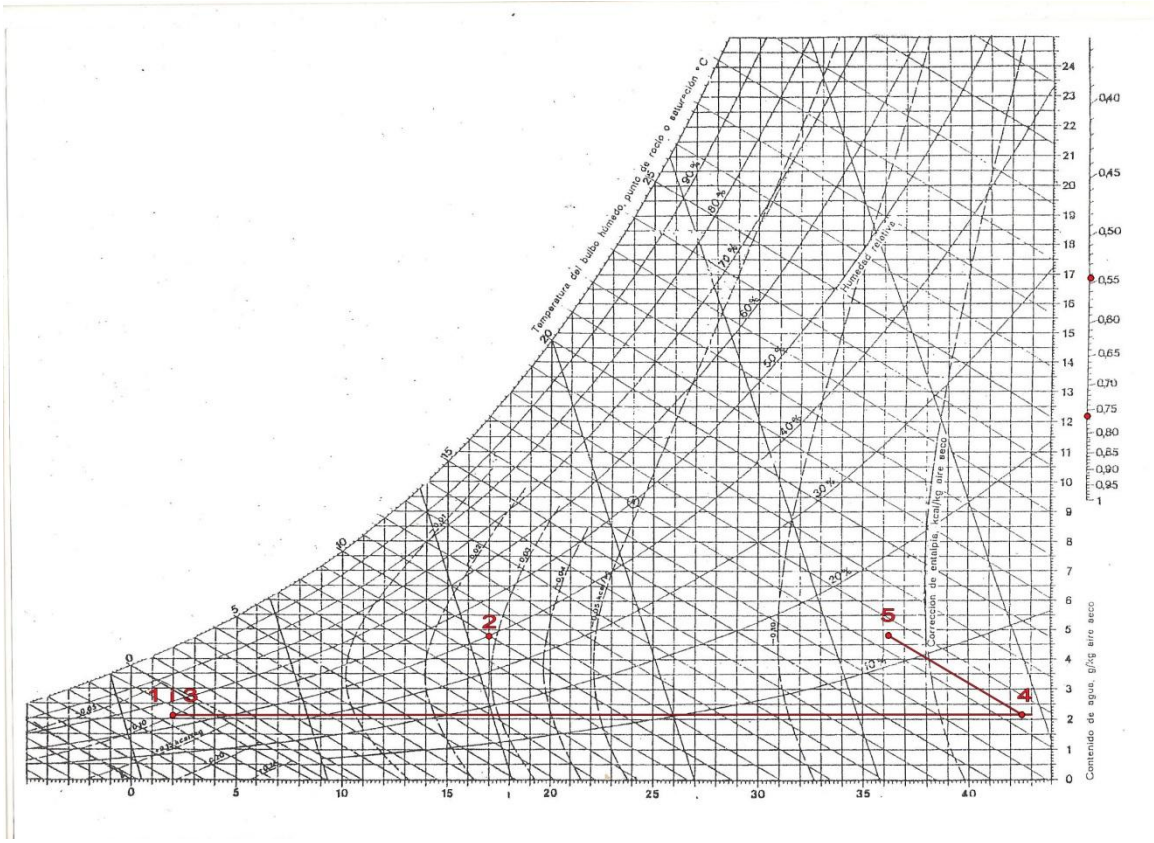


Figura 8. *Exemple del procés de càlcul pel cicle de calefacció (zona 4).*

ANNEX 5: CÀLCUL DE LES POTÈNCIES AL SISTEMA AIRE-AIGUA

5.1. Zona 1

El sistema de climatització d'aquesta zona comptarà amb un sistema de fancoils que s'encarregaran de subministrar la potència calorífica o frigorífica necessària i d'un sistema d'aire primari que s'encarregarà de la ventilació.

5.1.1. Sistema d'aire primari

La xarxa d'aire primari s'ha de dimensionar per tal de ventilar els diferents habitacles.

Taula 40. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del climatitzador de la zona 1.*

t_1	27,8 ºC	t_2	25 ºC	Q_{SE}	7212 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	1179 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,86
m_{av}	0,1248 kg/s	V_{av}	374 m^3/h	F	0,2

El cabal de ventilació serà el mateix que el de subministrament, ja que només es busca ventilar.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on la temperatura és de 15,8 ºC i la humitat del 100%.

A continuació es calcula t_5:

$$t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4 = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 15{,}8) + 15{,}8 = 18{,}2\ ºC \quad (65)$$

I es troba la seva humitat amb el diagrama psicromètric, on W5 és de 0,0125 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb fórmula 26.

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \quad (66)$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 18{,}2 + 0{,}0124(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 18{,}2) = 49{,}70 \frac{kJ}{kg_a} \quad (67)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (h_3 - h_{5'}) = 0{,}1248 \cdot (71{,}05 - 49{,}70) = 2{,}66\ kW \quad (68)$$

Per tal de calcular la potència calorífica d'hivern les dades són les de la Taula 41.

Taula 41. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del climatitzador de la zona 1.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	t_5	30 ºC
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg	m_{sub}	0,1248 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	374 m^3/h

Es fixa una temperatura de l'estat 5 de 30 ºC per tal que l'aire introduït es trobi preescalfat.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 40,4 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{Q}_C = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{0{,}1248 \cdot 1025 \cdot (40{,}4 - 2)}{1000} = 4{,}91\ kW \quad (69)$$

5.1.2. Sistema de fancoils

La zona 1 consta d'un hall i quatre oficines. Per a cada habitacle es calcularà el cabal i potència que haurà de tenir el fancoil instal·lat (o si és necessari més d'un) tenint en compte que part de la càrrega la contraresta la UTA.

Les dades del hall pel condicionament d'estiu són les de la Taula 42.

Taula 42. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del hall.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	2130 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	385 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,85
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 15,7 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_t} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{2130}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-15{,}7)} = 842\frac{m^3}{h} \quad (70)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25-15{,}7) \cdot 0{,}2 + 15{,}7 = 17{,}56\,ºC \quad (71)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0113 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}65 + 0{,}0113(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}56) = 46{,}26\frac{kJ}{kg_a} \quad (72)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67\frac{kJ}{kg_a} \quad (73)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària amb la fórmula 74.

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 842 \cdot (55{,}67 - 46{,}26)}{1000} = 2{,}61\,kW \quad (74)$$

Les dades del hall pel condicionament d'hivern són les de la Taula 43.

Taula 43. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del hall.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	3258 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 3,26 kW.

Les dades de l'oficina número 1 pel condicionament d'estiu es poden veure a la Taula 44.

Taula 44. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 1.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	1863 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	128 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,94
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 16,3 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_t} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{1863}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-16{,}3)} = 787 \frac{m^3}{h} \quad (75)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 16{,}3) \cdot 0{,}2 + 16{,}3 = 18{,}04\ ºC \quad (76)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0117 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 18{,}04 + 0{,}0117(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 18{,}04) = 47{,}76 \frac{kJ}{kg_a} \quad (77)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (78)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària amb la fórmula 79.

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 787 \cdot (55{,}67 - 47{,}76)}{1000} = 2{,}05\ kW \quad (79)$$

Les dades de l'oficina 1 pel condicionament d'hivern són les de la Taula 45.

Taula 45. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 1.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	715 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 0,75 kW.

Les dades de l'oficina número 2 pel condicionament d'estiu es troben a la Taula 46.

Taula 46. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 2.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	1960 W

W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	111 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,95
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 16,3 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_i} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{1960}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-16{,}3)} = 828 \frac{m^3}{h} \quad (80)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 16{,}3) \cdot 0{,}2 + 16{,}3 = 18{,}04\ ºC \quad (81)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0117 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 18{,}04 + 0{,}0117(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 18{,}04) = 47{,}76 \frac{kJ}{kg_a} \quad (82)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (83)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària amb la fórmula 84.

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 828 \cdot (55{,}67 - 47{,}76)}{1000} = 2{,}16\ kW \quad (84)$$

Les dades de l'oficina 2 pel condicionament d'hivern són les de la Taula 47.

Taula 47. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 2.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	1170 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 1,17 kW.

Les dades de l'oficina número 3 pel condicionament d'estiu estan a la Taula 48.

Taula 48. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 3.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	548 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	128 W

φ 1	71,3 %	φ L	60 %	FCSE	0,81
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 15,3 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_i} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{548}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-15{,}3)} = 208 \frac{m^3}{h} \quad (85)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 15{,}3) \cdot 0{,}2 + 15{,}3 = 17{,}24\ ºC \quad (86)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0111 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}24 + 0{,}0111(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}24) = 45{,}42 \frac{kJ}{kg_a} \quad (87)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (88)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària amb la fórmula 89.

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 208 \cdot (55{,}67 - 45{,}42)}{1000} = 0{,}70\ kW \quad (89)$$

Les dades de l'oficina 3 pel condicionament d'hivern es poden consultar a la Taula 49.

Taula 49. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 3.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	260 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ 1	50%	φ 2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 0,26 kW.

Les dades de l'oficina número 4 pel condicionament d'estiu són les de la Taula 50.

Taula 50. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 4.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	645 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	128 W

φ 1	71,3 %	φ L	60 %	FCSE	0,83
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 15,6 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_i} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{645}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-15{,}6)} = 252 \frac{m^3}{h} \quad (90)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 15{,}6) \cdot 0{,}2 + 15{,}6 = 17{,}48\ ºC \quad (91)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0113 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}48 + 0{,}0113(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}48) = 46{,}17 \frac{kJ}{kg_a} \quad (92)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (93)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària amb la fórmula 94.

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 252 \cdot (55{,}67 - 46{,}17)}{1000} = 0{,}79\ kW \quad (94)$$

Les dades de l'oficina 4 pel condicionament d'hivern són les que hi ha a la Taula 51.

Taula 51. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 4.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	730 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ 1	50%	φ 2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 0,73 kW.

5.2. Zona 3

El sistema de climatització d'aquesta zona comptarà amb un sistema de fancoils que s'encarregaran de subministrar la potència calorífica o frigorífica necessària i d'un sistema d'aire primari que s'encarregarà de la ventilació.

5.2.1. Sistema d'aire primari

La xarxa d'aire primari s'ha de dimensionar per tal de ventilar els diferents habitacles.

Taula 52. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del climatitzador de la zona 3.*

t_1	27,8 ºC	t_2	25 ºC	Q_{SE}	2905 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_2	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	411 W
φ_1	71,3 %	φ_2	60 %	FCSE	0,88
m_{av}	0,0672 kg/s	V_{av}	202 m^3/h	F	0,2

El cabal de ventilació serà el mateix que el de subministrament, ja que només es busca ventilar.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on la temperatura és de 16 ºC i la humitat del 100%.

A continuació es calcula t_5:

$$t_5 = f \cdot (t_3 - t_4) + t_4 = 0{,}2 \cdot (27{,}8 - 16) + 16 = 18{,}36\ ºC \tag{95}$$

I es troba la seva humitat amb el diagrama psicromètric, on W5 és de 0,0125 kg d'aigua/kg d'aire sec.

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat 3 i del 5 amb la fórmula 26.

$$h_3 = 1{,}004 \cdot 27{,}8 + 0{,}0169(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 27{,}8) = 71{,}05 \frac{kJ}{kg_a} \tag{96}$$

$$h_5 = 1{,}004 \cdot 18 + 0{,}0125(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 18) = 50{,}12 \frac{kJ}{kg_a} \tag{97}$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_R = \dot{m}_a \cdot (h_3 - h_{5'}) = 0{,}0672 \cdot (71{,}05 - 50{,}12) = 1{,}41\ \text{kW} \tag{98}$$

Per tal de calcular la potència calorífica d'hivern les dades són les de la Taula 53.

Taula 53. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del climatitzador de la zona 3.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	t_5	30 ºC
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg	m_{sub}	0,0672 kg/s
φ_1	50%	φ_2	40 %	V_{sub}	202 m^3/h

Es fixa una temperatura de l'estat 5 de 30 ºC per tal que l'aire introduït es trobi preescalfat.

Mitjançant el diagrama psicromètric es troba el punt 4, on:

t_4 = 40,4 ºC ; W_4 = 0,0022 kg/kg

Finalment, es calcula la potència de calefacció:

$$\dot{Q}_C = \frac{\dot{m}_a \cdot cpm \cdot (t_4 - t_3)}{1000} = \frac{0{,}0672 \cdot 1025 \cdot (40{,}4 - 2)}{1000} = 2{,}64\ kW \quad (99)$$

5.2.2. Sistema de fancoils

La zona 3 consta d'una sala de descans i dos lavabos. Per a cada habitacle es calcularà el cabal i potència que haurà de tenir el fancoil instal·lat (o si és necessari més d'un) tenint en compte que part de la càrrega la contraresta la UTA.

Les dades de la sala de descans pel condicionament d'estiu són les de la Taula 54.

Taula 54. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de la sala de descans.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	1960 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	165 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,92
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 16 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V}_i = \frac{\dot{Q}_{se}}{0{,}34 \cdot (1 - f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{1960}{0{,}34 \cdot (1 - 0{,}2) \cdot (25 - 16)} = 801 \frac{m^3}{h} \quad (100)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (t_L - t_R) \cdot f + t_R = (25 - 16) \cdot 0{,}2 + 16 = 17{,}8\ ºC \quad (101)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0116 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}8 + 0{,}0116(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}8) = 47{,}26 \frac{kJ}{kg_a} \quad (102)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (103)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 801 \cdot (55{,}67 - 47{,}26)}{1000} = 2{,}22\ kW \quad (104)$$

Les dades de la sala de descans pel condicionament d'hivern es poden veure a la Taula 55.

Taula 55. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de la sala de descans.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	1040 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 1,04 kW.

Les dades de lavabo femení pel condicionament d'estiu es poden observar a la Taula 56.

Taula 56. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del lavabo de dones.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	451 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	33 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,93
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 16,2 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{451}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-16{,}2)} = 189 \frac{m^3}{h} \quad (105)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 16{,}2) \cdot 0{,}2 + 16{,}2 = 17{,}96\ ºC \quad (106)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0117 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}96 + 0{,}0117(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}96) = 47{,}68 \frac{kJ}{kg_a} \quad (107)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (108)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 189 \cdot (55{,}67 - 47{,}68)}{1000} = 0{,}50\ kW \quad (109)$$

Les dades dels banys femenins pel condicionament d'hivern es troben a la Taula 57.

Taula 57. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del lavabo de dones.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	415 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 0,42 kW.

Les dades de lavabo masculí pel condicionament d'estiu són les de la Taula 58.

Taula 58. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del lavabo d'homes.*

t_1	27,8 ºC	T_L	25 ºC	Q_{SE}	451 W
W_1	0,0169 kg/kg	W_L	0,0120 kg/kg	Q_{LE}	33 W
φ_1	71,3 %	φ_L	60 %	FCSE	0,93
f	0,2				

En un primer pas es calcula el FCSE i s'assenyalen al diagrama psicromètric els punts L i el R, que es troba a una temperatura de 16,2 ºC.

Es calcula el cabal de subministrament necessari per tal d'aconseguir les condicions requerides.

$$\dot{V_l} = \frac{\dot{Q_{se}}}{0{,}34 \cdot (1-f) \cdot (t_2 - t_4)} = \frac{451}{0{,}34 \cdot (1-0{,}2) \cdot (25-16{,}2)} = 189 \frac{m^3}{h} \quad (110)$$

A continuació es calcula t_s:

$$t_s = (\mathrm{t_L} - \mathrm{t_R}) \cdot \mathrm{f} + \mathrm{t_R} = (25 - 16{,}2) \cdot 0{,}2 + 16{,}2 = 17{,}96\ ºC \quad (111)$$

I mitjançant el diagrama psicromètric es troben les humitats dels estats S i L:

W_L = 0,0120 kg/kg ; W_S = 0,0117 kg/kg

A continuació, es calculen les entalpies de l'estat L i del S amb la fórmula 26.

$$h_S = 1{,}004 \cdot 17{,}96 + 0{,}0117(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 17{,}96) = 47{,}68 \frac{kJ}{kg_a} \quad (112)$$

$$h_L = 1{,}004 \cdot 25 + 0{,}0120(2500{,}6 + 1{,}86 \cdot 25) = 55{,}67 \frac{kJ}{kg_a} \quad (113)$$

Per últim, es calcula la potència frigorífica necessària:

$$N_F = \frac{0{,}33 \cdot \dot{V} \cdot (h_L - h_S)}{1000} = \frac{0{,}33 \cdot 189 \cdot (55{,}67 - 47{,}68)}{1000} = 0{,}50\ kW \quad (114)$$

Les dades dels banys masculins pel condicionament d'hivern es poden veure a la Taula 59.

Taula 59. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del lavabo d'homes.*

t_1	2 ºC	t_2	21 ºC	Q_s	415 W
W_1	0,0022 kg/kg	W_2	0,0062 kg/kg		
φ_1	50%	φ_2	40 %		

Els fancoils seleccionats hauran de tenir una potència d'almenys 0,42 kW.

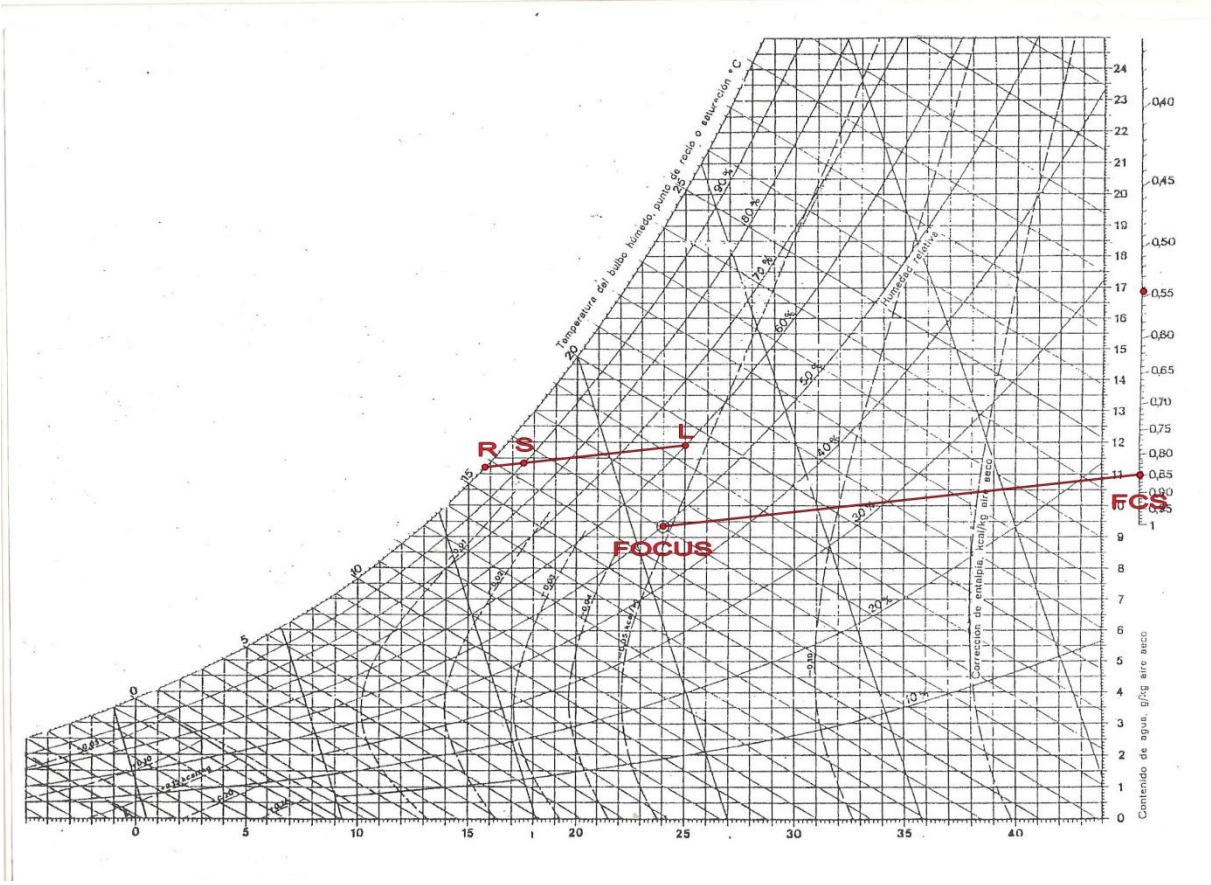


Figura 9. *Exemple del procés de càlcul del cicle de refrigeració d'un fancoil (hall).*

ANNEX 6: CÀLCUL I DISSENY DE LA XARXA DE CONDUCTES D'AIRE D'IMPULSIÓ

6.1. Cabal d'aire necessari per estància

El cabal necessari a cada estància ha estat calculat als capítols 2, 3, 4 i 5. Aquest es pot veure a la Taula 60.

Taula 60. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància.*

Zona	Estància	V [m^3/h]	Número d'impulsors	V per impulsor [m^3/h]
Zona 1	Hall	144	1	144
	Oficina 1	58	1	58
	Oficina 2	58	1	58
	Oficina 3	58	1	58
	Oficina 4	58	1	58

Zona 2	Vestuaris femenins	961	3	320
	Vestuaris masculins	1000	3	333
Zona 3	Sala de descans	144	1	144
	Banys masculins	29	1	29
	Banys femenins	29	1	29
Zona 4	Sala d'activitats 3	1176	5	235
	Sala de màquines fitness	1299	5	260
	Sala de pes lliure	1524	5	305
Zona 5	Sala d'activitats 1	1721	5	344
	Sala d'activitats 2	1780	5	356
Zona 6	Pista d'esquaix 1	600	2	301
	Pista d'esquaix 2	582	2	291
	Pista d'esquaix 3	582	2	291

6.2. Disseny de la xarxa d'impulsió

Un cop coneguts els diferents cabals de totes les estàncies, es dissenya la xarxa de conductes d'impulsió, que serà de baixa velocitat i de conductes rectangulars de xapa galvanitzada d'espessor 0,6 mm.

Les diferents xarxes es poden observar al volum plànols i els difusors escollits estan detallats al capítol 8 dels annexes.

6.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador

Per tal de realitzar el dimensionament dels conductes es realitza el mètode de la pèrdua de càrrega constant.

En aquest mètode, primer es fixa la velocitat del primer tram (7 m/s per als gimnasos) i s'obtenen les dimensions del conducte en aquesta part.

A continuació, mitjançant un gràfic, es coneix la pèrdua de càrrega constant i segons el cabal de cada tram s'escullen la resta de mides. Aquesta caiguda de pressió s'aplica al llarg de tot el conducte principal.

En les derivacions, la pèrdua és la suficient per tal que arribi al difusor la necessària per al bon funcionament del mateix.

6.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes.

Per tal de començar a calcular, s'ha de conèixer la longitud, cabal, accessoris i difusors que hi ha a cada tram de cada xarxa.

Taula 61. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	3,25	376	-	1 colze
2	B	C	0,78	318	-	-
3	C	D	1,50	260	-	-
4	D	E	3,00	202	-	-
5	E	F	8,56	144	25	-
6	B	G	3,75	58	15	3 colzes i derivació T
7	C	H	6,75	58	15	1 colze i derivació T
8	D	I	7,00	58	15	3 colzes i derivació T
9	E	J	6,25	58	15	Derivació T

Taula 62. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 2.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	0,94	1961	-	-

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
2	B	C	7,15	961	-	Caixa VAV
3	C	D	2,78	641	-	1 colze
4	D	G	3,32	320	220	1 colze
5	D	K	0,53	320	220	Derivació T
6	C	L	3,23	320	220	2 colzes i derivació T
7	B	E	1,83	1000	-	Caixa VAV i derivació T
8	E	F	1,65	667	-	-
9	F	J	2,63	333	225	1 colze
10	F	I	0,53	333	225	Derivació T
11	E	H	0,50	333	225	Derivació T

Taula 63. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 3.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	1,25	202	-	-
2	B	C	0,50	173	-	-
3	C	D	4,50	144	25	-
4	B	E	7,75	29	10	4 colzes i derivació T
5	C	F	6,50	29	10	3 colzes i derivació T

Taula 64. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 4.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	2,09	4000	-	1 colze
2	B	C	7,80	2825	-	-

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
3	C	D	11,18	1525	-	1 colze i caixa VAV
4	D	E	3,50	915	-	-
5	E	J	5,40	305	205	3 colzes
6	E	W	1,34	305	205	Derivació
7	E	X	1,34	305	205	Derivació
8	D	U	1,34	305	205	Derivació
9	D	V	1,34	305	205	Derivació
10	C	H	2,88	1300	-	Caixa VAV i derivació T
11	H	I	3,50	780	-	-
12	I	T	5,40	260	180	3 colzes
13	I	R	1,34	260	180	Derivació
14	I	S	1,34	260	180	Derivació
15	H	P	1,34	260	180	Derivació
16	H	Q	1,34	260	180	Derivació
17	B	F	2,88	1175	-	Caixa VAV i derivació T
18	F	G	3,00	705	-	-
19	G	O	5,90	235	150	3 colzes
20	G	M	3,30	235	150	2 colzes i derivació
21	G	N	3,30	235	150	2 colzes i derivació
22	F	K	3,90	235	150	4 colzes i derivació
23	F	L	3,90	235	150	4 colzes i derivació

Taula 65. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 5.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	2,98	3500	-	1 colze
2	B	C	10,80	1780	-	1 colze i caixa VAV
3	C	D	2,60	1068	-	-
4	D	G	5,90	356	250	3 colzes
5	D	O	1,50	356	250	Derivació
6	D	P	1,50	356	250	Derivació
7	C	M	2,00	356	250	2 colzes i derivació
8	C	N	2,00	356	250	2 colzes i derivació
9	B	E	2,50	1720	-	Caixa VAV i derivació T
10	E	F	1,60	1032	-	-
11	F	L	5,40	344	240	3 colzes
12	F	J	2,00	344	240	2 colzes i derivació
13	F	K	2,00	344	240	2 colzes i derivació
14	E	H	3,00	344	240	2 colzes i derivació
15	E	I	3,00	344	240	2 colzes i derivació

Taula 66. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 6.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
1	A	B	6,18	1764	-	2 colzes
2	B	C	7,31	1164	-	-
3	C	D	9,80	582	-	1 colze i caixa VAV
4	D	G	0,89	291	195	Derivació T

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp difusor [Pa]	Accessoris
5	D	L	0,89	291	195	Derivació T
6	B	E	2,50	600	-	Caixa VAV i derivació T
7	E	H	1,90	300	200	Derivació T
8	E	I	1,90	300	200	Derivació T
9	C	F	2,50	582	-	Caixa VAV i derivació T
10	F	J	0,89	291	195	Derivació T
11	F	K	0,89	291	195	Derivació T

6.3.2. Dimensions del conductes

Amb les dades de disseny de la xarxa, es calculen les dimensions dels conductes.

Taula 67. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	4,35	168	120	200
2	3,68	168	120	200
3	3,01	168	120	200
4	3,90	131	120	120
5	2,78	131	120	120
6	1,12	131	120	120
7	1,12	131	120	120
8	1,12	131	120	120
9	1,12	131	120	120

Taula 68. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 2.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,05	328	300	300
2	4,45	266	200	300
3	3,95	229	150	300
4	3,95	164	150	150
5	3,95	164	150	150
6	3,95	164	150	150
7	4,63	266	200	300
8	4,63	219	200	200
9	4,12	164	150	150
10	4,12	164	150	150
11	3,09	189	150	200

Taula 69. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 3.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	3,90	131	120	200
2	3,34	131	120	200
3	2,78	131	120	200
4	0,56	131	120	120
5	0,56	131	120	120

Taula 70. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 4.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6.94	437	400	400
2	6.54	378	300	400
3	5.30	305	200	400
4	4.24	260	150	400
5	3.77	164	150	150
6	3.77	164	150	150
7	3.77	164	150	150
8	3.77	164	150	150
9	3.77	164	150	150
10	6,02	266	200	300
11	5,78	210	150	250
12	3,21	164	150	150
13	3,21	164	150	150
14	3,21	164	150	150
15	3,21	164	150	150
16	3,21	164	150	150
17	5,44	266	200	300
18	5,22	210	150	250
19	2,90	164	150	150
20	2,90	164	150	150
21	2,90	164	150	150
22	2,90	164	150	150

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
23	2,90	164	150	150

Taula 71. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 5.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,08	437	400	400
2	4,94	343	250	400
3	4,94	260	150	400
4	2,64	210	150	250
5	2,64	210	150	250
6	2,64	210	150	250
7	2,64	210	150	250
8	2,64	210	150	250
9	4,78	343	250	400
10	4,78	260	150	400
11	2,55	210	150	250
12	2,55	210	150	250
13	2,55	210	150	250
14	2,55	210	150	250
15	2,55	210	150	250

Taula 72. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 6.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,53	299	250	300

2	5,39	266	200	300
3	4,31	210	150	250
4	3,59	164	150	150
5	3,59	164	150	150
6	4,44	210	150	250
7	3,70	164	150	150
8	3,70	164	150	150
9	4,31	210	150	250
10	3,59	164	150	150
11	3,59	164	150	150

6.3.3. Pèrdues de càrrega

A continuació, es calculen les pèrdues de càrrega en cada tram per tal de conèixer els ventiladors que es necessitaran.

Taula 73. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	4,33	2,00	8,66	-	-	-	8,66
2	0,78	2,00	1,55	-	-2,43	-	-0,87
3	1,50	2,00	3,00	-	-2,02	-	0,98
4	3,00	2,00	6,00	-	2,76	-	8,76
5	8,56	2,00	17,12	-	-3,36	25	38,76
6	7,71	3,90	30,07	10,51	-7,96	15	47,62
7	8,07	3,63	29,27	9,76	-5,53	15	48,50
8	10,96	2,47	27,02	9,01	-3,51	15	47,52
9	6,25	3,60	22,52	7,51	-6,27	15	38,76

Taula 74. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 2.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	0,94	1,75	1,65	-	-	-	1,65
2	7,15	1,75	12,51	-	-7,58	-	4,94
3	4,73	1,75	8,29	-	-1,87	-	6,42
4	5,27	1,75	9,22	-	-	220	229,22
5	0,53	1,45	0,77	8,45	-	220	229,22
6	7,13	1,27	9,06	8,45	-1,87	220	235,63
7	1,83	1,77	3,23	10,16	-6,84	-	6,55
8	1,65	1,77	2,91	-	-	-	2,91
9	4,58	1,77	8,10	-	-2,02	225	231,08
10	0,53	1,74	0,93	7,20	-2,02	225	231,10
11	4,40	1,10	4,85	9,53	-5,36	225	234,02

Taula 75. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 3.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	1,25	2,00	2,50	-	-	-	2,50
2	0,50	2,00	1,00	-	-1,82	-	-0,82
3	4,50	2,00	9,00	-	-1,54	25	32,46
4	13,03	2,03	26,45	1,88	-6,69	10	31,64
5	10,46	2,43	25,45	1,88	-4,87	10	32,46

Taula 76. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 4.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	6,49	1,40	9,09	-	-	-	9,09
2	7,80	1,40	10,92	-	-2,46	-	8,46

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
3	13,93	1,40	19,50	-	-6,63	-	12,88
4	3,50	1,40	4,90	-	-4,54	-	0,36
5	10,35	1,40	14,49	-	-1,69	205	217,80
6	1,34	1,29	1,73	12,76	-1,69	205	217,80
7	1,34	1,29	1,73	12,76	-1,69	205	217,80
8	1,34	1,77	2,38	17,01	-6,24	205	218,15
9	1,34	1,77	2,38	17,01	-6,24	205	218,15
10	2,88	2,62	7,55	21,73	-2,94	-	26,34
11	3,50	2,62	9,17	-	-1,28	-	7,89
12	10,35	2,62	27,12	-	-10,39	180	196,73
13	1,34	1,83	2,46	24,73	-10,39	180	196,80
14	1,34	1,83	2,46	24,73	-10,39	180	196,80
15	1,34	1,76	2,36	34,00	-11,66	180	204,69
16	1,34	1,76	2,36	34,00	-11,66	180	204,69
17	2,88	3,75	10,80	44,39	-8,39	-	46,80
18	3,00	3,75	11,25	-	-1,04	-	10,21
19	10,85	3,75	40,69	-	-8,48	150	182,20
20	8,25	1,29	10,66	30,30	-8,48	150	182,48
21	8,25	1,29	10,66	30.30	-8,48	150	182,48
22	10,50	1,85	19,39	32.83	-9,53	150	192,69
23	10,50	1,85	19,39	32,83	-9,53	150	192,69

Taula 77. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 5.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	7,38	1,20	8,85	-	-	-	8.85
2	14,05	1,20	16,86	-	-5,61	-	11.25
3	2,60	1,20	3,12	-	-	-	3.12
4	15,65	1,20	18,78	-	-7,87	250	260,91
5	1,50	1,39	2,09	16,69	-7,87	250	260,91
6	1,50	1,39	2,09	16,69	-7,87	250	260,91
7	4,00	1,20	4,79	17,11	-7,87	250	264,03
8	4,00	1,20	4,79	17,11	-7,87	250	264.03
9	2,50	1,10	2,75	27,79	-6,34	-	24.20
10	1,60	1,10	1,76	-	-	-	1.76
11	15,15	1,10	16,67	-	-7,35	240	249.31
12	4,00	1,24	4,98	11,69	-7,35	240	249.32
13	4,00	1,24	4,98	11,69	-7,35	240	249.32
14	5,00	1,27	6,35	12,08	-7,35	240	251.08
15	5,00	1,27	6,35	12.08	-7,35	240	251,08

Taula 78. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 6.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
1	11,68	1,95	22,78	-	-	-	22,78
2	7,31	1,95	14,26	-	-6,14	-	8,12
3	11,45	1,95	22,34	-	-4,70	-	17,63
4	0,89	1,95	1,73	11,62	-2,56	195	205,80
5	0,89	1,95	1,73	11,62	-2,56	195	205,80

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP dif [Pa]	ΔP [Pa]
6	2,50	1,95	4,88	17,78	-10,32	-	12,34
7	5,20	1,95	10,14	12,35	-2,72	200	219,77
8	5,20	1,95	10,14	12,35	-2,72	200	219,77
9	2,50	1,95	4,88	16,73	-4,70	-	16,91
10	0,89	1,95	1,73	11,62	-2,56	195	205,80
11	0,89	1,95	1,73	11,62	-2,56	195	205,80

6.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'impulsió

Per tal de poder realitzar el perfil de pressions, s'ha de conèixer la pressió a cada nus.

Taula 79. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	56,28
B	47,62
C	48,50
D	47,52
E	38,76
F-J	0

Taula 80. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 2.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	242,21
B	240,57
C	235,63
D	229,22
E	234,02

Nus	ΔPext [Pa]
F	231,10
G-L	0

Taula 81. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 3.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	34,14
B	31,64
C	32,46
D-F	0

Taula 82. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 4.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	248,58
B	239,49
C	231,03
D	218,15
E	217,80
F	192,69
G	182,48
H	204,69
I	196,80
J-X	0

Taula 83. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 5.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	284,13
B	275,27

Nus	ΔPext [Pa]
C	264,03
D	260,91
E	251,08
F	249,32
G-P	0

Taula 84. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 6.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	254,32
B	231,54
C	223,42
D	205,79
E	219,20
F	206,52
G-P	0

6.3.5. Perfil de pressions i resultats finals

Per últim, es realitzen els gràfics amb els diferents perfils de pressions i s'obtenen les característiques dels ventiladors i la superfície de xapa necessària.

a) Zona 1
   - Cabal del ventilador: 376 m^3/h.
   - Pressió del ventilador: 56,28 Pa.
   - Superfície de xapa de conductes: 20,49 m^2.

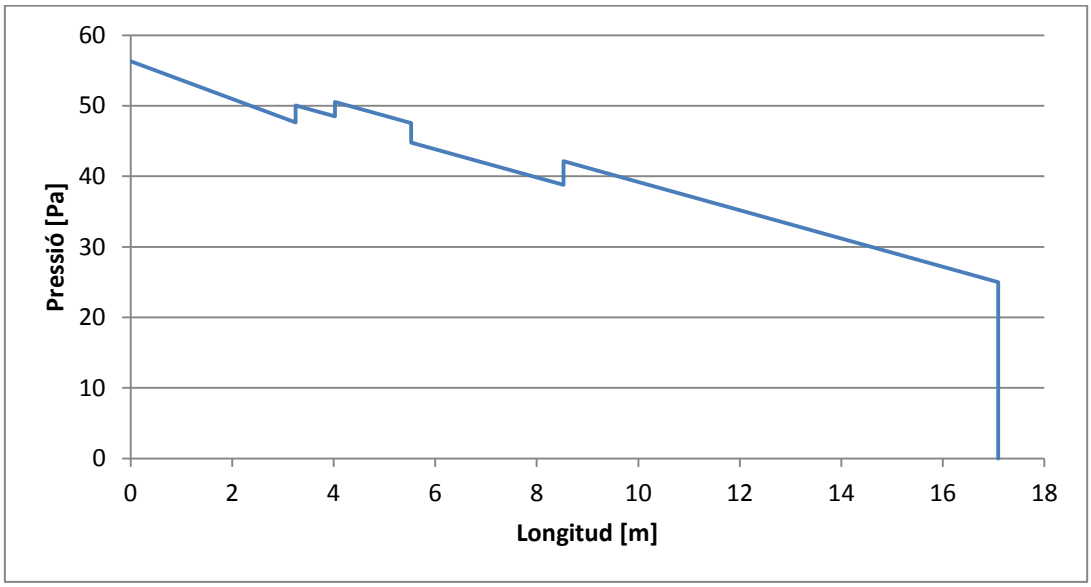


Figura 10. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 1.*

b) Zona 2
- Cabal del ventilador: 1961 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 242,21 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 20,42 m^2.

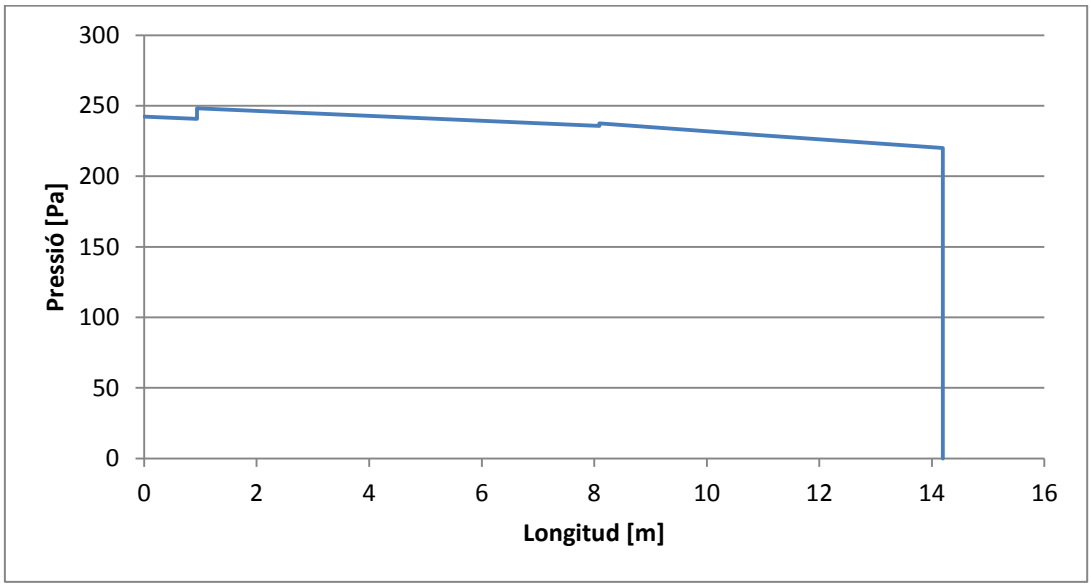


Figura 11. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 2.*

c) Zona 3
- Cabal del ventilador: 202 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 34,14 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 9,84 m^2.

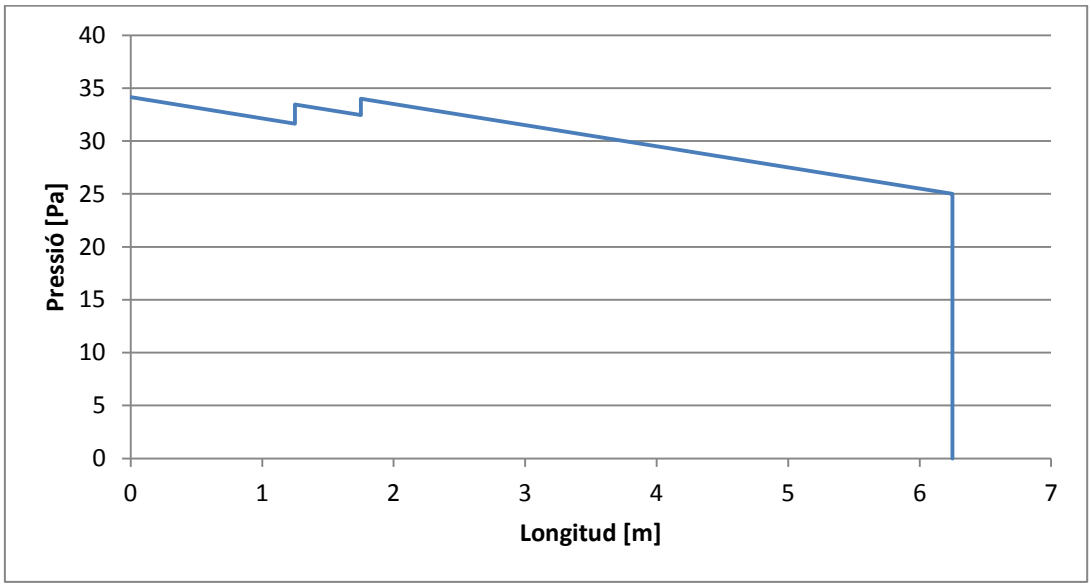


Figura 12. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 3.*

d) Zona 4
- Cabal del ventilador: 4000 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 248,58 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 34,78 m^2.

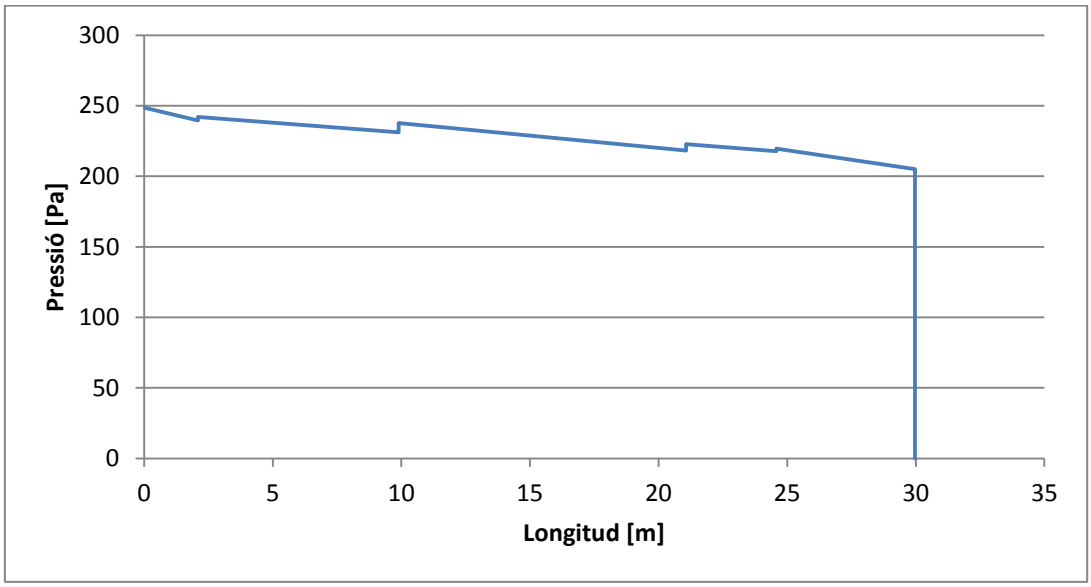


Figura 13. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 4.*

e) Zona 5
- Cabal del ventilador: 3500 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 284,13 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 49,31 m^2.

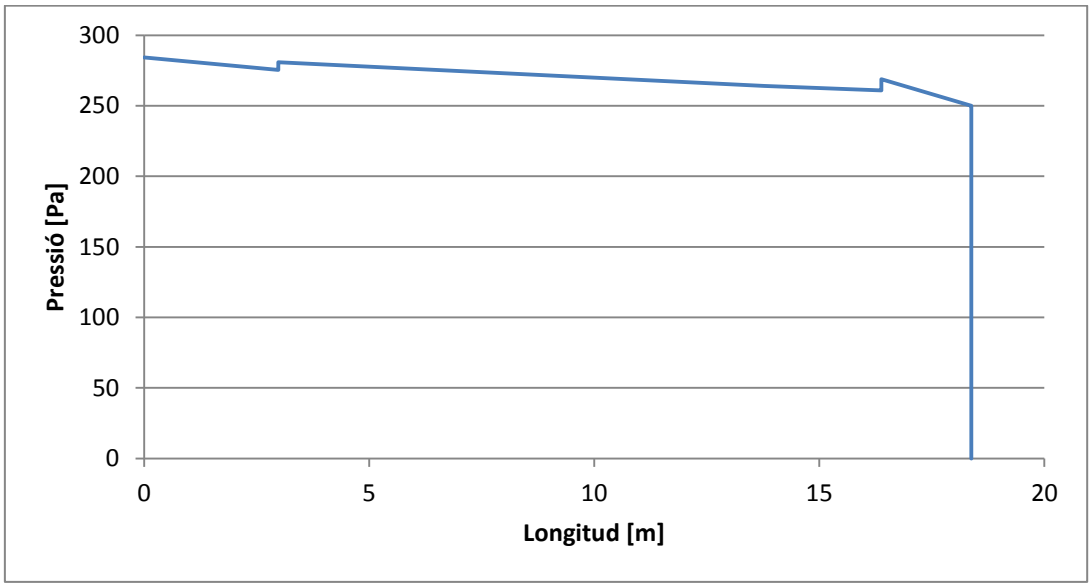


Figura 14. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 5.*

f) Zona 6
- Cabal del ventilador: 1764 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 254,32 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 30,37 m^2.

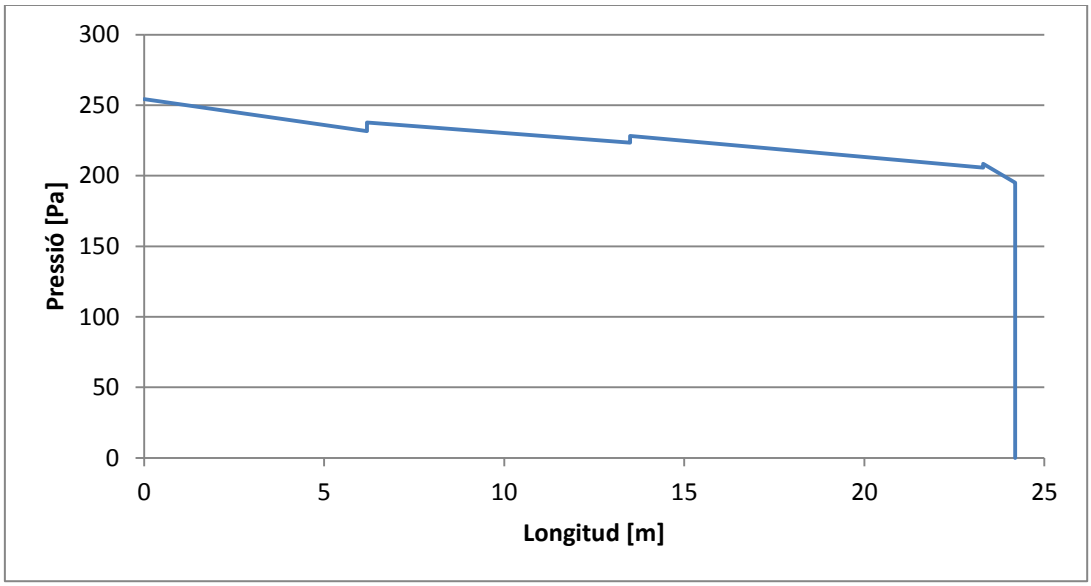


Figura 15. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 6.*

ANNEX 7: CÀLCUL I DISSENY DE LA XARXA DE CONDUCTES D'AIRE D'EXTRACCIÓ

7.1. Cabal d'aire d'extracció per estància

El cabal d'extracció a cada estància és el mateix que el cabal d'impulsió.

Taula 85. *Cabal, reixetes d'extracció i cabal per reixeta de cada estància.*

Zona	Estància	V [m^3/h]	Número de reixetes	V per reixeta [m^3/h]
Zona 1	Hall	144	1	144
	Oficina 1	58	1	58
	Oficina 2	58	1	58
	Oficina 3	58	1	58
	Oficina 4	58	1	58

Zona 2	Vestuaris femenins	961	1	961
	Vestuaris masculins	1000	1	1000
Zona 3	Sala de descans	144	1	144
	Banys masculins	29	1	29
	Banys femenins	29	1	29
Zona 4	Sala d'activitats 3	1176	1	1176
	Sala de màquines fitness	1299	1	1299
	Sala de pes lliure	1524	1	1524
Zona 5	Sala d'activitats 1	1721	1	1721
	Sala d'activitats 2	1780	1	1780
Zona 6	Pista d'esquaix 1	600	1	600
	Pista d'esquaix 2	582	1	582
	Pista d'esquaix 3	582	1	582

7.2. Disseny de la xarxa d'extracció

Amb els diferents cabals de totes les estàncies, es dissenya la xarxa de conductes d'extracció, que serà de baixa velocitat i de conductes rectangulars de xapa galvanitzada de 0,6 mm d'espessor. Aquesta evitarà que l'aire viciat es mescli amb el cabal d'aire renovat que s'impulsa als habitacles. Per tant, els ventiladors d'extracció poden estar lluny de les unitats climatitzadores perquè no hi haurà aire de recirculació.

Les diferents xarxes es poden observar al volum plànols i les reixetes escollides al capítol 8 dels annexes.

7.3. Dimensionament dels conductes i càlcul de la pressió del ventilador

Per tal de realitzar el dimensionament dels conductes es realitza el mètode de la pèrdua de càrrega constant.

En aquest mètode, primer es fixa la velocitat del primer tram (7 m/s per als gimnasos) i s'obtenen les dimensions del conducte en aquesta part.

A continuació, mitjançant un gràfic, es coneix la pèrdua de càrrega constant i segons el cabal de cada tram s'escullen la resta de mides. Aquesta caiguda de pressió s'aplica al llarg de tot el conducte principal.

En les derivacions, la pèrdua és la suficient per tal que a la reixeta hi hagi la pressió necessària per al bon funcionament d'aquesta.

7.3.1. Característiques bàsiques de les xarxes

Per tal de començar a calcular, s'ha de conèixer la longitud, cabal, accessoris i reixetes que hi ha a cada tram de cada xarxa.

Taula 86. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	0,60	376	-	-
2	B	C	2,05	318	-	Derivació T
3	C	D	8,25	260	-	1 colze
4	D	E	9,55	202	-	1 colze
5	E	F	11,75	144	18	2 colzes
6	B	G	7,25	58	6	5 colzes i derivació T
7	C	H	6,55	58	6	4 colzes i derivació T
8	D	I	5,45	58	6	4 colzes i derivació T
9	E	J	4,20	58	6	2 colzes i derivació T

Taula 87. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 2.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	5,85	1961	-	-
2	B	C	13,15	961	77	2 colzes i caixa VAV
3	B	D	4,25	1000	82	1 colze, caixa VAV i derivació T

Taula 88. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	1,00	202	-	-
2	B	C	0,75	173	-	-
3	C	D	5,75	144	18	1 colze
4	B	E	6,73	29	4	7 colzes i derivació T
5	C	F	6,53	29	4	6 colzes i derivació T

Taula 89. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 4.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	7,30	3999	-	-
2	B	C	8,00	2475	-	-
3	C	D	20,29	1176	27	4 colzes i caixa VAV
4	B	E	6,40	1524	42	1 colze, caixa VAV i derivació T
5	C	F	6,40	1299	32	1 colze, caixa VAV i derivació T

Taula 90. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 5.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	1,35	3501	-	-
2	B	C	19,65	1721	54	2 colzes i caixa VAV
3	B	D	18,05	1780	58	1 colze, caixa VAV i derivació T

Taula 91. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 6.*

Número de tram	Nus inicial	Nus final	Longitud [m]	V [m^3/h]	Δp reixeta [Pa]	Accessoris
1	A	B	6,30	1764	-	-
2	B	C	7,30	1164	-	-
3	C	D	12,,15	582	57	2 colzes i caixa VAV
4	B	E	4,85	600	60	1 colze, caixa VAV i derivació T
5	C	F	4,85	582	57	1 colze, caixa VAV i derivació T

7.3.2. Dimensions del conductes

Amb les dades de disseny de la xarxa, es calculen les dimensions dels conductes.

Taula 92. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	3,48	189	150	200
2	3,93	164	150	150
3	3,21	164	150	150
4	3,90	131	120	120
5	2,78	131	120	120

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
6	1,12	131	120	120
7	1,12	131	120	120
8	1,12	131	120	120
9	1,12	131	120	120

Taula 93. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 2.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,23	322	250	350
2	5,08	245	150	350
3	4,63	266	200	300

Taula 94. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	3,90	131	120	120
2	3,34	131	120	120
3	2,78	131	120	120
4	0,56	131	120	120
5	0,56	131	120	120

Taula 95. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 4.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,94	437	400	400
2	6,55	354	300	350
3	5,23	273	250	250

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
4	5,64	299	250	300
5	5,77	273	250	250

Taula 96. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 5.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,95	409	350	400
2	6,37	299	250	300
3	5,49	328	300	300

Taula 97. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 6.*

Número de tram	c [m/s]	De [mm]	W [mm]	H [mm]
1	6,53	299	250	300
2	6,47	244	200	250
3	5,39	189	150	200
4	5,56	189	150	200
5	5,39	189	150	200

7.3.3. Pèrdues de càrrega

A continuació, es calculen les pèrdues de càrrega en cada tram per tal de conèixer els ventiladors que es necessitaran.

Taula 98. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	2,40	1.40	3,36	-	-	-	3,36
2	2,05	1.40	2,87	-	1,48	-	4,35
3	9,90	1.40	13,87	-	-2,30	-	11,57

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
4	10,87	1.40	15,22	-	2,20	-	17,41
5	13,07	1.40	18,30	-	-3,36	18	32,94
6	13,85	4.16	57,65	7,51	-4,89	6	66,27
7	11,83	4.31	51,02	11,27	-6,37	6	61,92
8	10,73	3.88	41,67	6,76	-4,07	6	50,35
9	6,84	3.26	22,32	10,89	-6,27	6	32,94

Taula 99. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 2.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	5,85	1,80	10,53	-	-	-	10,53
2	17,35	1,80	31,23	-	-5,81	77	102,42
3	6,35	1,41	8,93	19,29	-7,79	82	102,42

Taula 100. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	1,00	2,50	2,50	-	-	-	2,50
2	0,75	2,50	1,88	-	-1,82	-	0,05
3	7,07	2,50	17,68	-	-1,54	18	34,14
4	15,97	2,07	33,13	3,76	-6,69	4	34,19
5	14,45	2,23	32,19	2,82	-4,87	4	34,14

Taula 101. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 4.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	7,30	1,60	11,68	-	-	-	11,68
2	8,00	1,60	12,80	-	-2,40	-	10,40

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
3	31,29	1,60	50,07	-	-7,00	27	70,07
4	9,40	1,82	17,15	28,67	-7,35	42	80,47
5	9,15	2,01	18,37	24,00	-4,29	32	70,07

Taula 102. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 5.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	1,35	1,65	2,22	-	-	-	2,22
2	28,65	1,65	47,28	-	-3,43	54	97,84
3	27,05	1,10	29,87	18,11	-8,13	58	97,84

Taula 103. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 6.*

Número de tram	Le [m]	ΔP/L [Pa/m]	ΔP/L·Le [Pa]	ΔP deriv[Pa]	ΔP RE [Pa]	ΔP reix [Pa]	ΔP [Pa]
1	6,30	2,00	12,60	-	-	-	12,60
2	7,30	2,00	14,60	-	-0,39	-	14,21
3	15,15	2,00	30,30	-	-5,75	57	81,55
4	6,35	2,09	13,31	27,78	-5,32	60	95,76
5	6,35	2,03	12,88	17,42	-5,75	57	81,55

7.3.4. Pressió als nusos i a les boques d'extracció

Per tal de poder realitzar el perfil de pressions, s'ha de conèixer la pressió a cada nus.

Taula 104. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	69,93
B	66,27
C	61,92

Nus	ΔPext [Pa]
D	50,35
E	32,94
F-J	0

Taula 105. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 2.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	112,95
B	102,42
C-D	0

Taula 106. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	36,69
B	34,19
C	34,14
D-F	0

Taula 107. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 4.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	92,15
B	80,47
C	70,07
D-F	0

Taula 108. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 5.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	100,07
B	97,84

Nus	ΔPext [Pa]
C-D	0

Taula 109. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 6.*

Nus	ΔPext [Pa]
A	108,36
B	95,76
C	81,55
D-F	0

7.3.5. Perfil de pressions i resultats finals

Per últim, es realitzen els gràfics amb els diferents perfils de pressions i s'obtenen les característiques dels ventiladors i la superfície de xapa necessària.

a) Zona 1
- Cabal del ventilador: 376 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 69,93 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 28,08 m^2.

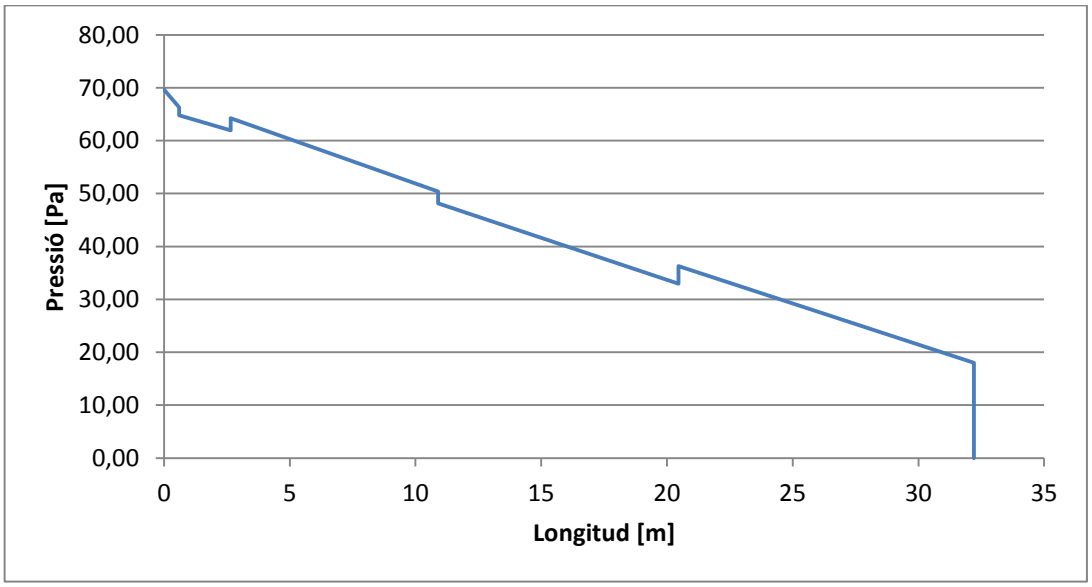


Figura 16. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 1.*

b) Zona 2
- Cabal del ventilador: 1961 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 112,95 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 24,42 m^2.

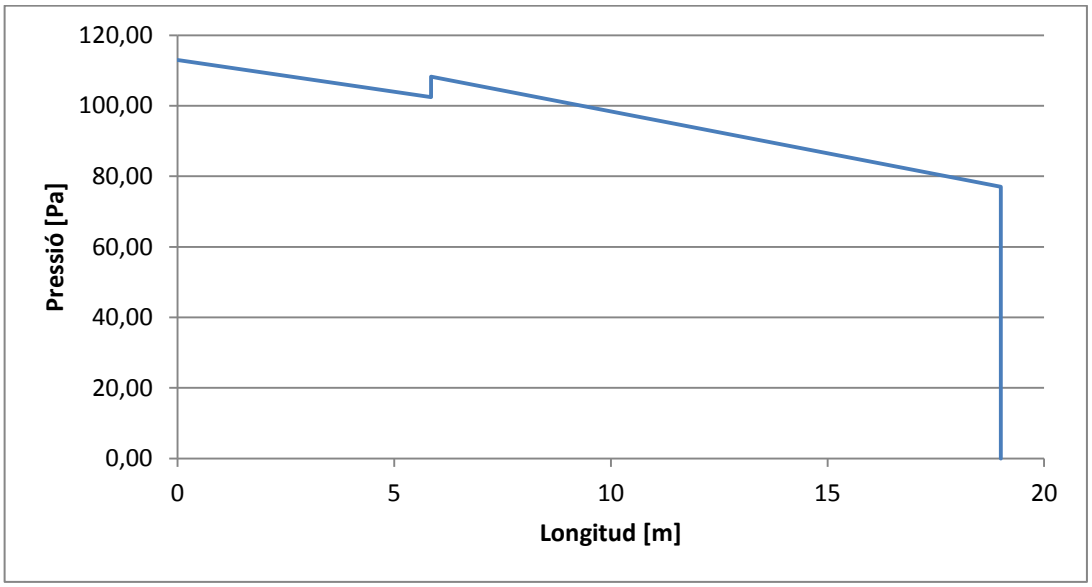


Figura 17. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 2.*

c) Zona 3
- Cabal del ventilador: 202 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 36,69 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 3,60 m^2.

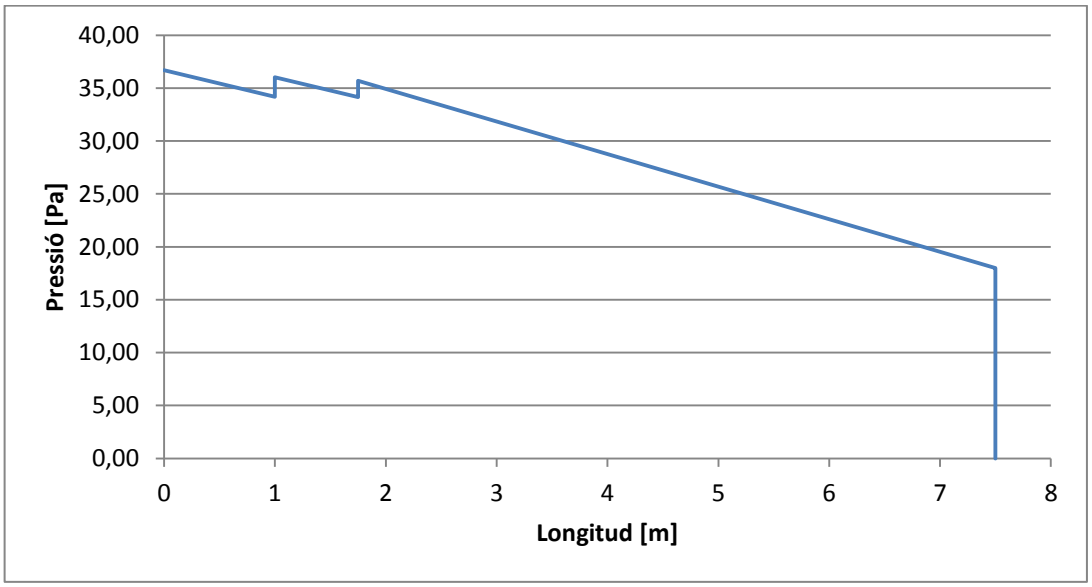


Figura 18. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

d) Zona 4
- Cabal del ventilador: 3999 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 92,15 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 42,37 m^2.

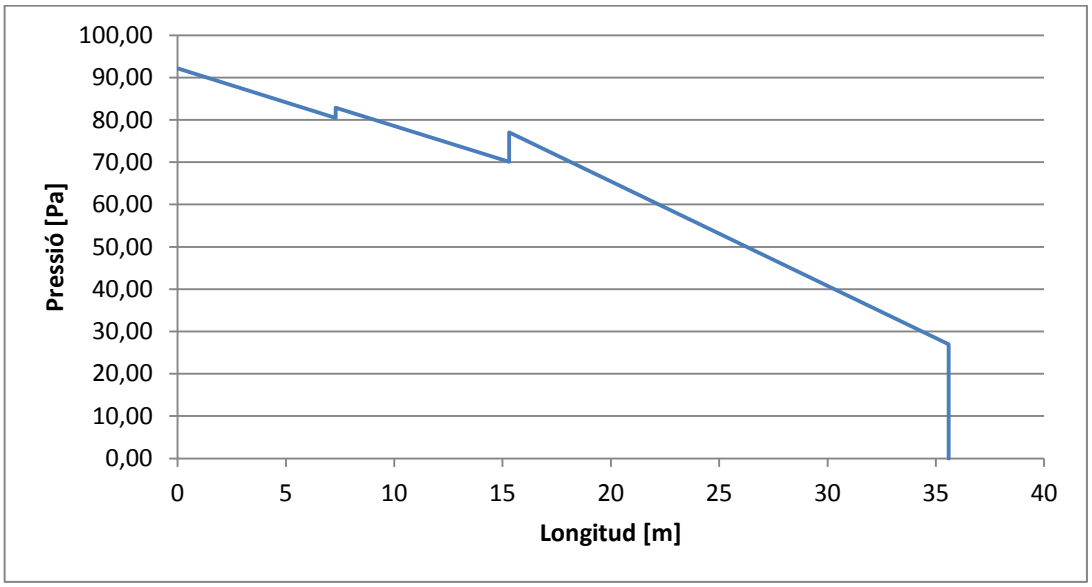


Figura 19. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 3.*

e) Zona 5
- Cabal del ventilador: 3501 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 100,07 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 45,30 m^2.

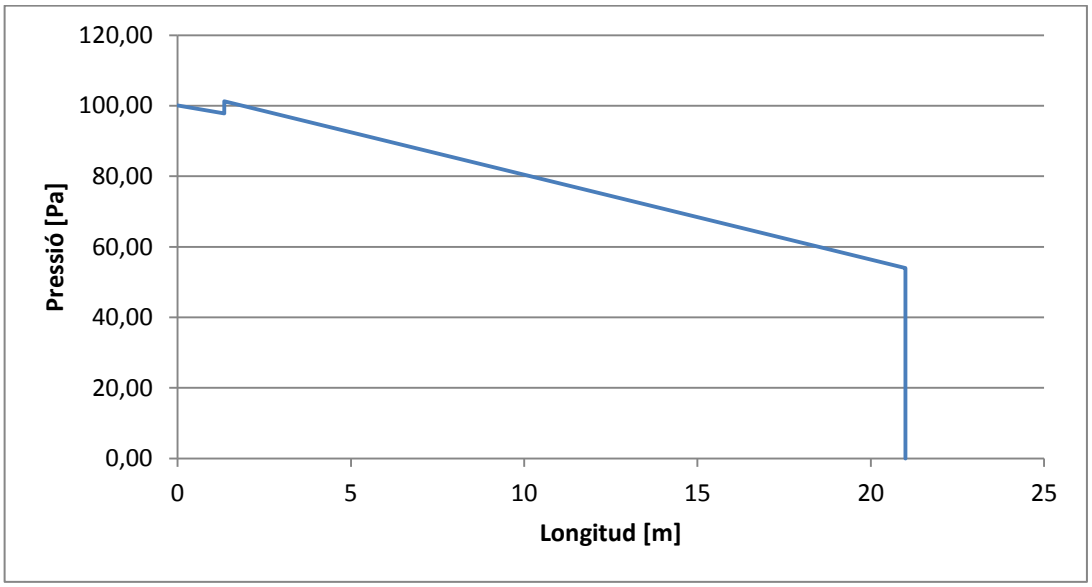


Figura 20. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 5.*

f) Zona 6
- Cabal del ventilador: 1764 m^3/h.
- Pressió del ventilador: 108,36 Pa.
- Superfície de xapa de conductes: 22,01 m^2.

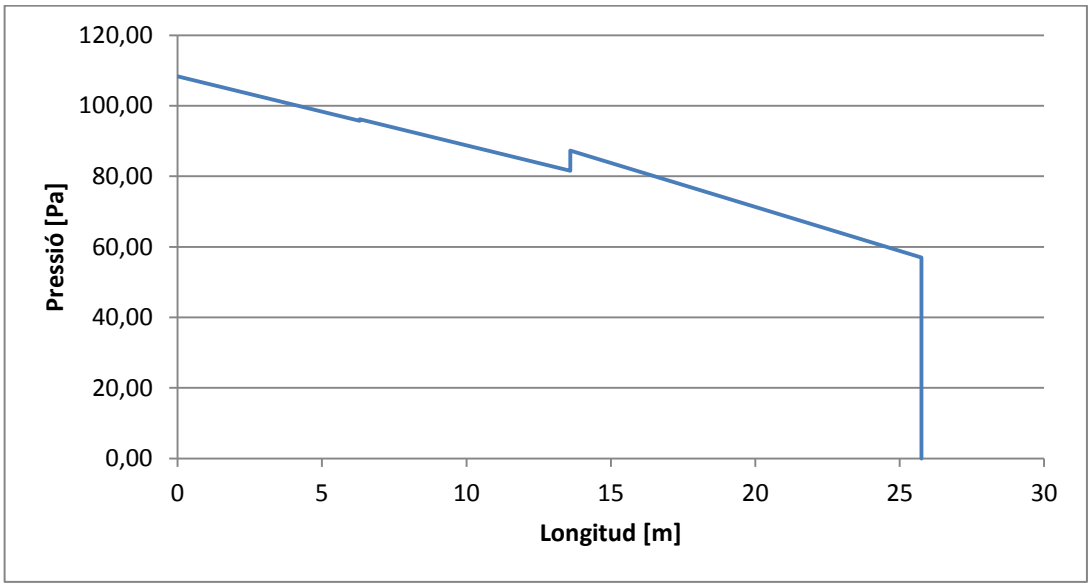


Figura 21. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 6.*

ANNEX 8: DISTRIBUIDORS I COL·LECTORS DE LA XARXA D'AIRE

8.1. Difusors de la xarxa d'impulsió

Els difusors han estat escollits segons la quantitat de cabal que havien de dur i del tipus de xarxa que era (VAV o aire-aigua).

Taula 110. *Difusors de la xarxa d'impulsió.*

Zona	Estància	V [m^3/h]	Tipus de difusor	Número de difusors	V per impulsor [m^3/h]	Δp difusor [Pa]
1	Hall	144	KoolAir DFRE-GR 125	1	144	25
	Oficina 1	58		1	58	15
	Oficina 2	58		1	58	15
	Oficina 3	58		1	58	15
	Oficina 4	58		1	58	15
2	Vestuaris femenins	961	Carrier 37 AG	3	320	220

Zona	Estància	V [m^3/h]	Tipus de difusor	Número de difusors	V per impulsor [m^3/h]	Δp difusor [Pa]
	Vestuaris masculins	1000	(Moduline)	3	333	225
3	Sala de descans	144	KoolAir DFRE-GR 125	1	144	25
	Banys masculins	29		1	29	10
	Banys femenins	29		1	29	10
4	Sala d'activitats 3	1176	Carrier 37 AG (Moduline)	5	235	150
	Sala de màquines fitness	1299		5	260	180
	Sala de pes lliure	1524		5	305	205
5	Sala d'activitats 1	1721		5	344	240
	Sala d'activitats 2	1780		5	356	250
6	Pista d'esquaix 1	600		2	301	200
	Pista d'esquaix 2	582		2	291	195
	Pista d'esquaix 3	582		2	291	195

8.2. Reixetes de la xarxa d'extracció

Les reixetes han estat escollides segons la quantitat de cabal que havien de dur. Es poden veure a la Taula 111.

Taula 111. *Reixetes de la xarxa d'extracció.*

Zona	Estància	V [m^3/h]	Tipus de difusor	Número de difusors	V per impulsor [m^3/h]	Δp difusor [Pa]
1	Hall	144	Airflow Serie R – RH 200x100	1	144	18
	Oficina 1	58		1	58	6
	Oficina 2	58		1	58	6
	Oficina 3	58		1	58	6
	Oficina 4	58		1	58	6
2	Vestuaris femenins	961	Airflow Serie R - RH 400x200	1	961	77
	Vestuaris masculins	1000		1	1000	82
3	Sala de descans	144	Airflow Serie R – RH 200x100	1	144	18
	Banys masculins	29		1	29	4
	Banys femenins	29		1	29	4
4	Sala d'activitats 3	1176	Airflow Serie R – RH 600x300	1	1176	27
	Sala de màquines fitness	1299		1	1299	32
	Sala de pes lliure	1524		1	1524	42
5	Sala d'activitats 1	1721	Airflow Serie R – RH 600x300	1	1721	54
	Sala d'activitats 2	1780		1	1780	58

Zona	Estància	V [m^3/h]	Tipus de difusor	Número de difusors	V per impulsor [m^3/h]	Δp difusor [Pa]
6	Pista d'esquaix 1	600	Airflow Serie R – RH 300x200	1	600	60
	Pista d'esquaix 2	582		1	582	57
	Pista d'esquaix 3	582		1	582	57

ANNEX 9: CÀLCUL I DISSENY DE LA XARXA DE CONDUCTES D'AIGUA

9.1. Obtenció del cabal necessari a cada tram

Per tal de calcular el cabal d'aigua que ha d'arribar a cada fancoil, s'utilitza la fórmula 115:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_{pm} \cdot \Delta T} \tag{115}$$

On Q és la potència tèrmica que ha d'aportar cada fancoil, cpm és el calor específic de l'aigua i ΔT la diferència de temperatura entre les canonades d'impulsió i les de retorn (5 ºC per calefacció i refrigeració).

Un cop obtinguts els cabals i dissenyada la xarxa de canonades, es calcula el cabal que circularà per cada tram del circuit.

Mitjançant el cabal màssic es pot obtenir el volumètric coneixent la densitat de l'aigua (aproximadament 1000 kg/m^3).

Taula 112. *Cabal d'aigua als trams de la xarxa de canonades de la zona 1.*

Tram	Cabal d'aigua [kg/s]	Tram	Cabal d'aigua [m^3/s]	Tram	Cabal d'aigua [m^3/s]
1-2	0,4214	6-10	0,0955	13-19	0,0372
2-3	0,4214	6-11	0,0326	14-18	0,102
3-4	0,2655	7-12	0,1559	15-17	0,0955
4-5	0,2283	8-13	0,0372	16-17	0,0326
5-6	0,1281	9-14	0,1002	17-18	0,1281
3-7	0,1559	10-15	0,0955	18-19	0,2283
4-8	0,0372	11-16	0,0326	19-20	0,2655
5-9	0,1002	12-20	0,1559	20-21	0,4214

Taula 113. *Cabal d'aigua als trams de la xarxa de canonades de la zona 3.*

Tram	Cabal d'aigua [kg/s]	Tram	Cabal d'aigua [m^3/s]	Tram	Cabal d'aigua [m^3/s]
1-2	0,5363	4-7	0,3685	9-11	0,0839
2-3	0,5363	5-8	0,0839	10-11	0,3685
3-4	0,4524	6-9	0,0839	11-12	0,4524
3-5	0,0839	7-10	0,3685	12-13	0,5363
4-6	0,0839	8-12	0,0839		

9.2. Càlcul del diàmetre de les canonades

La velocitat de l'aigua a les canonades ha de ser d'entre 0,5 i 2 m/s. Coneixent els cabals i el rang de velocitats, es trien els diàmetres de les canonades pertinents gràcies a la fórmula 116.

$$\dot{V} = c \cdot A = c \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \tag{116}$$

On V és el cabal volumètric, c la velocitat de l'aigua i A l'àrea de la canonada.

Taula 114. *Velocitats i diàmetres dels trams de la xarxa de la zona 1.*

Tram	Diàmetre [mm]	Velocitat [m/s]	Tram	Diàmetre [mm]	Velocitat [m/s]
2-3	19,05	1,48	12-20	12,70	1,23
3-4	19,05	0,93	13-19	6,35	1,18
4-5	12,70	1,80	14-18	9,52	1,41
5-6	9,52	1,80	15-17	9,52	1,34
3-7	12,70	1,23	16-17	6,35	1,03
4-8	6,35	1,18	17-18	9,52	1,80
5-9	9,52	1,41	18-19	12,70	1,80
6-10	9,52	1,34	19-20	19,05	0,93
6-11	6,35	1,03	20-21	19,05	1,48

Taula 115. *Velocitats i diàmetres dels trams de la xarxa de la zona 3.*

Tram	Diàmetre [mm]	Velocitat [m/s]	Tram	Diàmetre [mm]	Velocitat [m/s]
2-3	12,70	1,18	8-12	6,35	0,74
3-4	9,52	1,77	9-11	6,35	0,74
3-5	6,35	0,74	10-11	9,52	1,44
4-6	6,35	0,74	11-12	9,52	1,77
4-7	9,52	1,44	12-13	12,70	1,18

9.3. Càlcul de les pèrdues de càrrega

Amb les dimensions seleccionades es procedeix a calcular les pèrdues de càrrega mitjançant la formula de Darcy i Haaland.

$$h_f = \left(f \cdot \frac{L}{D} + \sum K\right) \cdot \frac{c^2}{2 \cdot \mathrm{g}} \tag{117}$$

On L és la longitud de cada tram, D el seu diàmetre, K les diferents pèrdues pels accessoris, c la velocitat, g la gravetat i f és el factor de fricció que es calcula

amb la fórmula 118. A la Taula 116 es poden observar les pèrdues que provoquen diferents accessoris.

Taula 116. *Pèrdues per accessoris segons el diàmetre de la canonada.*

Diam	Diam [mm]	Colzes	T 90º	Vàlvules de retenció	Vàlvules esfèriques	Vàlvules de seient
¼″	6,35	0,28	0,40	0,60	0,09	0,15
3/8″	9,52	0,32	0,47	0,90	0,12	0,20
½″	12,70	0,37	0,53	1,20	0,15	0,25
¾″	19,05	0,48	0,67	1,80	0,21	0,35
1″	25,40	0,61	0,90	2,40	0,27	0,45

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1{,}8 \cdot log\left[\left(\frac{\frac{\varepsilon}{D}}{3{,}7}\right)^{1{,}1} + \frac{6{,}9}{Re}\right] \qquad (118)$$

Taula 117. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 1).*

Tram	V [kg/s]	Diam [mm]	c [m/s]	L [m]	Rug [mm]	Rug. Rel.
1-2	Bomba de calor					
2-3	0,4214	19,05	1,48	7,48	0,04	0,0021
3-4	0,2655	19,05	0,93	16,22	0,04	0,0021
4-5	0,2283	12,70	1,80	16,39	0,04	0,0031
5-6	0,1281	9,52	1,80	1,48	0,04	0,0042
3-7	0,1559	12,70	1,23	2,00	0,04	0,0031
4-8	0,0372	6,35	1,18	3,33	0,04	0,0063
5-9	0,1002	9,52	1,41	2,00	0,04	0,0042
6-10	0,0955	9,52	1,34	2,00	0,04	0,0042
6-11	0,0326	6,35	1,03	7,82	0,04	0,0063
7-12	0,1559	Fancoil hall				
8-13	0,0372	Fancoil oficina 4				

Tram	V [kg/s]	Diam [mm]	c [m/s]	L [m]	Rug [mm]	Rug. Rel.
9-14	0,1002	Fancoil oficina 2				
10-15	0,0955	Fancoil oficina 1				
11-16	0,0326	Fancoil oficina 3				
12-20	0,1559	12,70	1,23	0,50	0,04	0,0031
13-19	0,0372	6,35	1,18	1,83	0,04	0,0063
14-18	0,102	9,52	1,41	0,50	0,04	0,0042
15-17	0,0955	9,52	1,34	0,50	0,04	0,0042
16-17	0,0326	6,35	1,03	6,32	0,04	0,0063
17-18	0,1281	9,52	1,80	1,48	0,04	0,0042
18-19	0,2283	12,70	1,80	16,39	0,04	0,0031
19-20	0,2655	19,05	0,93	16,22	0,04	0,0021
20-21	0,4214	19,05	1,48	7,48	0,04	0,0021

Taula 118. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 2).*

Tram	μ [Pa·s]	Reynolds	Accesoris	K_{acc}	f	h_f [mca]
1-2	Bomba de calor					1,5427
2-3	0,001429	19708	Colze 90º, T i vàlvula antiretorn	2,95	0,0238	0,3286
3-4	0,001429	12417	2 colzes 90º i T	1,63	0,0238	0,0721
4-5	0,001429	16014	2 colzes 90º i T	1,27	0,0266	0,2102
5-6	0,001429	11990	Colze 90º i T	0,79	0,0289	0,1304
3-7	0,001429	10936	Vàlvula esfèrica	0,15	0,0266	0,0116

Tram	μ [Pa·s]	Reynolds	Accesoris	K_{acc}	f	h_f [mca]
4-8	0,001429	5223	Colze i vàlvula esfèrica	0,37	0,0327	0,0261
5-9	0,001429	9373	Vàlvula esfèrica	0,12	0,0289	0,0121
6-10	0,001429	8940	Vàlvula esfèrica	0,12	0,0289	0,110
6-11	0,001429	4573	2 colzes i vàlvula esfèrica	0,65	0,0327	0,351
7-12	Fancoil hall					0,8056
8-13	Fancoil oficina 4					0,6832
9-14	Fancoil oficina 2					1,2033
10-15	Fancoil oficina 1					1,2033
11-16	Fancoil oficina 3					0,6832
12-20	0,001429	12644	Vàlvula de seient	0,25	0,0266	0,0193
13-19	0,001429	6038	Colze 90º i vàlvula de seient	0,43	0,0327	0,0303
14-18	0,001429	10837	Vàlvula de seient	0,20	0,0289	0,0202
15-17	0,001429	10336	Vàlvula de seient	0,20	0,0289	0,0184
16-17	0,001429	5287	2 colzes 90º i vàlvula de seient	0,71	0,0327	0,0383
17-18	0,001429	13862	Colze 90º i T	0,79	0,0238	0,1304
18-19	0,001429	18515	2 colzes 90º i T	1,27	0,0238	0,2102

Tram	μ [Pa·s]	Reynolds	Accesoris	K_{acc}	f	h_f [mca]
19-20	0,001429	14356	2 colzes 90º i T	1,63	0,0249	0,0721
20-21	0,001429	22785	2 colzes 90º, T i vàlvula esfèrica	1,84	0,0235	0,2050

Taula 119. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 1).*

Tram	V [kg/s]	Diam [mm]	c [m/s]	L [m]	Rug [mm]	Rug. Rel.
1-2	Bomba de calor					
2-3	0,5363	12,70	1,18	7,27	0,04	0,0031
3-4	0,4524	9,52	1,77	0,91	0,04	0,0042
3-5	0,0839	6,35	0,74	2,00	0,04	0,0063
4-6	0,0839	6,35	0,74	7,06	0,04	0,0063
4-7	0,3685	9,52	1,44	7,91	0,04	0,0042
5-8	Fancoil banys femenins					
6-9	Fancoil banys masculins					
7-10	Fancoil sala de descans					
8-12	0,0839	6,35	0,74	0,5	0,04	0,0063
9-11	0,0839	6,35	0,74	5,56	0,04	0,0063
10-11	0,3685	9,52	1,44	6,41	0,04	0,0042
11-12	0,4524	9,52	1,77	0,91	0,04	0,0042
12-13	0,5363	12,70	1,18	7,27	0,04	0,0031

Taula 120. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 2).*

Tram	μ [Pa·s]	Reynolds	Accesoris	K_{acc}	f	h_f [mca]
1-2	Bomba de calor					1,2477

Tram	μ [Pa·s]	Reynolds	Accesoris	K_{acc}	f	h_f [mca]
2-3	0,001429	10452	Colze 90º, T i vàlvula antiretorn	2,10	0,0266	0,1480
3-4	0,001429	11762	2 colzes 90º i T	1,11	0,0289	0,1763
3-5	0,001429	4270	Vàlvula esfèrica	0,09	0,0326	0,0025
4-6	0,001429	4270	2 colzes 90º i vàlvula esfèrica	0,65	0,0326	0,0179
4-7	0,001429	9580	Colze 90º i vàlvula esfèrica	0,44	0,0289	0,0464
5-8	Fancoil banys femenins					0,6832
6-9	Fancoil banys masculins					0,6832
7-10	Fancoil sala de descans					0,8260
8-12	0,001429	4270	Vàlvula de seient	0,15	0,0326	0,0041
9-11	0,001429	4270	2 colzes 90º i vàlvula de seient	0,71	0,0326	0,0196
10-11	0,001429	9580	2 colzes 90º i vàlvula de seient	0,84	0,0289	0,0885
11-12	0,001429	11762	2 colzes 90º i T	1,11	0,0289	0,1763
12-13	0,001429	10452	2 colzes 90º, T i vàlvula esfèrica	1,42	0,0266	0,1001

Amb aquestes dades, es calculen les pèrdues de cada tram i es dimensiona la bomba hidràulica en funció del més desfavorable.

Taula 121. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 3).*

Tram	h_f [mca]	h_f [Pa]	h_f [kPa]
Hall	2,9127	28564	28,56
Oficina 4	2,9599	29027	29,03
Oficina 2	3,8763	38013	38,01
Oficina 1	4,1342	40543	40,54
Oficina 3	3,6852	35875	35,87

A la zona 1, el tram més desfavorable és el que passa per l'oficina 1. La bomba de calor té una bomba hidràulica incorporada que per al cabal necessari en aquesta zona (0,4214 l/s) aporta fins a 60 kPa, per tant, amb aquesta és suficient.

Taula 122. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 3).*

Tram	h_f [mca]	h_f [Pa]	h_f [kPa]
Banys femenins	2,1857	21434	21,43
Banys masculins	2,5693	25196	25,20
Sala de descans	2,8094	27551	27,55

A la zona 3, el tram més desfavorable és el que passa per la sala de descans. La bomba de calor té una bomba hidràulica incorporada que per al cabal necessari en aquesta zona (0,1490 l/s) aporta fins a 52 kPa, per tant, amb aquesta és suficient.

Els vasos d'expansió per tal d'evitar danys a la instal·lació per dilatació del fluid estan inclosos a les bombes de calor.

9.4. Càlcul dels vasos d'expansió

Per el càlcul del vas d'expansió cal saber la quantitat de fluid caloportador que hi ha al sistema. Per a la zona 1, està repartit en:

- 5 fancoils amb un volum unitari de 1,0 litres.
- Canonades:
  - 47,40 metres de canonades amb un diàmetre de 19,05 mm.
  - 35,28 metres de canonades amb un diàmetre de 12,70 mm.
  - 7,96 metres de canonades amb un diàmetre de 9,52 mm.
  - 19,28 metres de canonades amb un diàmetre de 6,35 mm.

Això suposa un volum total que es troba calculat a les fórmules 119 i 120.

$$V_{tub} = \left(\left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}01905\right)^2 \cdot 47{,}40 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}01270\right)^2 \cdot 35{,}28 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}00952\right)^2 \cdot 7{,}96 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}00635\right)^2 \cdot 19{,}28\right) \cdot 1000 = 15{,}05\ l \quad (119)$$

$$V = V_{fc} + V_{tub} = 5 + 15{,}05 = 20{,}05\ l \quad (120)$$

El coeficient de volum de l'aigua a la temperatura de la xarxa, Ce, és de 0,0098 (és un valor que es troba tabulat).

Per calcular el volum útil de la instal·lació es segueix el mètode de la norma UNE 100155 (fórmula 121).

$$V_u = V \cdot C_e = 20{,}05 \cdot 0{,}0098 = 0{,}20\ l \quad (121)$$

Per determinar el volum del vas d'expansió tancat cal conèixer el coeficient de pressió que relaciona el volum total amb l'útil.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} = \frac{6}{6-1} = 1{,}2 \quad (123)$$

On P_M és la pressió màxima del circuit (que s'obté segons la vàlvula de seguretat empleada) i P_m és la pressió mínima (0,5 kg/cm2 que és el mínim per evitar l'entrada d'aire al circuit més 1 kg/cm2 per la pressió atmosfèrica més la pressió corresponent a la columna d'aigua per sobre del vas).

Per últim, s'obté el volum del vas d'expansió.

$$V_t = V_u \cdot C_p = 0{,}20 \cdot 1{,}2 = 0{,}24\ l \quad (124)$$

La bomba de calor inclou un vas d'expansió de 2 litres, per tant serà suficient per a la instal·lació.

Per a la zona 3, el volum està repartit en:

- 3 fancoils amb un volum unitari de 1,0 litres.
- Canonades:
  - 14,53 metres de canonades amb un diàmetre de 12,70 mm.
  - 16,13 metres de canonades amb un diàmetre de 9,52 mm.
  - 15,12 metres de canonades amb un diàmetre de 6,35 mm.

Això suposa un volum total que es troba calculat a les fórmules 125 i 126.

$$V_{tub} = \left(\left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}01270\right)^2 \cdot 14{,}53 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}00952\right)^2 \cdot 16{,}13 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}00635\right)^2 \cdot 15{,}12\right) \cdot 1000 = 2{,}72\ l \quad (125)$$

$$V = V_{fc} + V_{tub} = 3 + 2{,}72 = 5{,}72\ l \quad (126)$$

El coeficient de volum de l'aigua a la temperatura de la xarxa, Ce, és de 0,0098 (és un valor que es troba tabulat).

Per calcular el volum útil de la instal·lació es segueix el mètode de la norma UNE 100155 (fórmula 127).

$$V_u = V \cdot C_e = 5{,}72 \cdot 0{,}0098 = 0{,}06\ l \quad (127)$$

Per determinar el volum del vas d'expansió tancat cal conèixer el coeficient de pressió que relaciona el volum total amb l'útil.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} = \frac{6}{6-1} = 1{,}2 \tag{128}$$

On P_M és la pressió màxima del circuit (que s'obté segons la vàlvula de seguretat empleada) i P_m és la pressió mínima (0,5 kg/cm2 que és el mínim per evitar l'entrada d'aire al circuit més 1 kg/cm2 per la pressió atmosfèrica més la pressió corresponent a la columna d'aigua per sobre del vas).

Per últim, s'obté el volum del vas d'expansió.

$$V_t = V_u \cdot C_p = 0{,}06 \cdot 1{,}2 = 0{,}07\ l \tag{129}$$

La bomba de calor inclou un vas d'expansió d'un litre, per tant serà suficient per a la instal·lació.

ANNEX 10: CÀLCUL I DISSENY DE LA XARXA D'AIGUA CALENTA SANITÀRIA

10.1. Col·lectors solars

10.1.1. Dades de la ciutat

Per tal de calcular la superfície de captadors necessària s'han d'utilitzar diverses dades com la radiació solar diària mitjana mensual, les temperatures mitjanes diàries diürnes mensuals, les temperatures de l'aigua de la xarxa mensual i les hores d'insolació diàries en mitjana mensual. Totes aquestes dades les proporciona l'Institut Català de l'Energia (ICAEN), que es poden veure a la Taula 123.

Les dades s'han pres per a col·lectors inclinats 40º i orientats al sud, ja que segons els càlculs previs són la inclinació i orientació que més aprofiten la radiació solar que arriba a Barcelona.

10.1.2. Dades dels col·lectors

A més, s'ha de disposar de les dades dels captadors: corba de rendiment, temperatura mitjana del mateix i coeficients de pèrdues.

S'han escollit els col·lectors Schuco U.5 DG Natur, amb un rendiment òptic del 79,8 % i uns coeficients de pèrdues calorífiques a_1 = 2,275 W/m^{2}K i a_2 = 0,022 W/m^{2}K^2.

Aquests coeficients també es poden expressar com a les fórmules 130 i 131.

$$b = 0{,}798 \tag{130}$$

$$m = 0{,}75 \cdot a_1 + 16 \cdot \sqrt{\eta \cdot a_2} = 0{,}75 \cdot 2{,}275 + 16 \cdot \sqrt{0{,}798 \cdot 0{,}022} = 3{,}8262 \tag{131}$$

I el rendiment del captador s'expressa com a la fórmula 132.

$$\eta = b - m \cdot \frac{(t_m - t_a)}{I_s} = 0{,}798 - 3{,}8262 \cdot \frac{(t_m - t_a)}{I_s} \tag{132}$$

El factor de pèrdues al captador és d'un 6 % i el del sistema un 15 % (dades estàndard).

L'àrea de l'absorbidor és de 2,51 m^2, mentre que l'àrea total és de 2,69 m^2.

Taula 123. *Dades prèvies al càlcul de la superfície de captació dels col·lectors solars.*

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun
t_a (ºC)	11	12	14	17	20	24
t_x (ºC)	8	9	11	13	14	15
t_m (ºC)	35	35	35	40	45	45
Rg [MJ/m^{2}dia]	12,44	14,88	17,91	20,23	21,35	21,70
h	7,5	8	9	9,5	9,5	9,5
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
t_a (ºC)	26	26	24	20	16	12
t_x (ºC)	16	15	14	13	11	8
t_m (ºC)	45	45	45	40	35	35
Rg [MJ/m^{2}dia]	21,69	21,12	19,37	16,43	13,47	11,77
h	9,5	9,5	9	9	8	7

On t_a és la temperatura ambient, t_x la temperatura de l'aigua de la xarxa, t_m la temperatura mitjana del captador, R_g la radiació global diària mensual per a la ciutat de Barcelona per a un captador orientat cap al Sud i inclinat 40º i h les hores de sol diàries per mes.

10.1.3. Comprovació de pèrdues

Les pèrdues per orientació i inclinació depenen de dos factors.

- L'angle d'inclinació β: angle respecte a l'horitzontal (40º en aquest cas).
- L'angle d'azimut α: definit com l'angle entre la projecció sobre el pla horitzontal de la normal de la superfície del mòdul i el meridià del lloc (0º perquè les plaques estan orientades cap al sud).

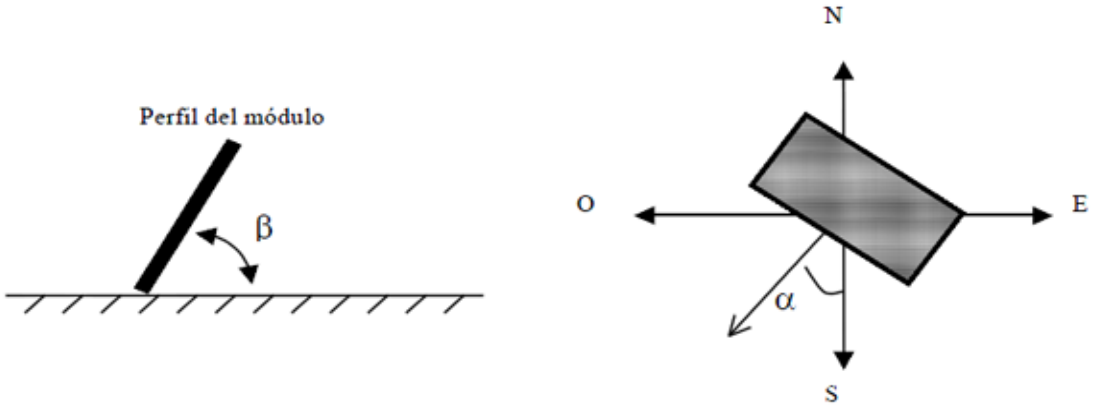


Figura 22. *Orientació i inclinació dels captadors.*

Amb aquestes dues dades es pot observar a la Figura 23 les pèrdues aproximades que s'obtindran per orientació i inclinació (entre un 0 % i un 5 %)

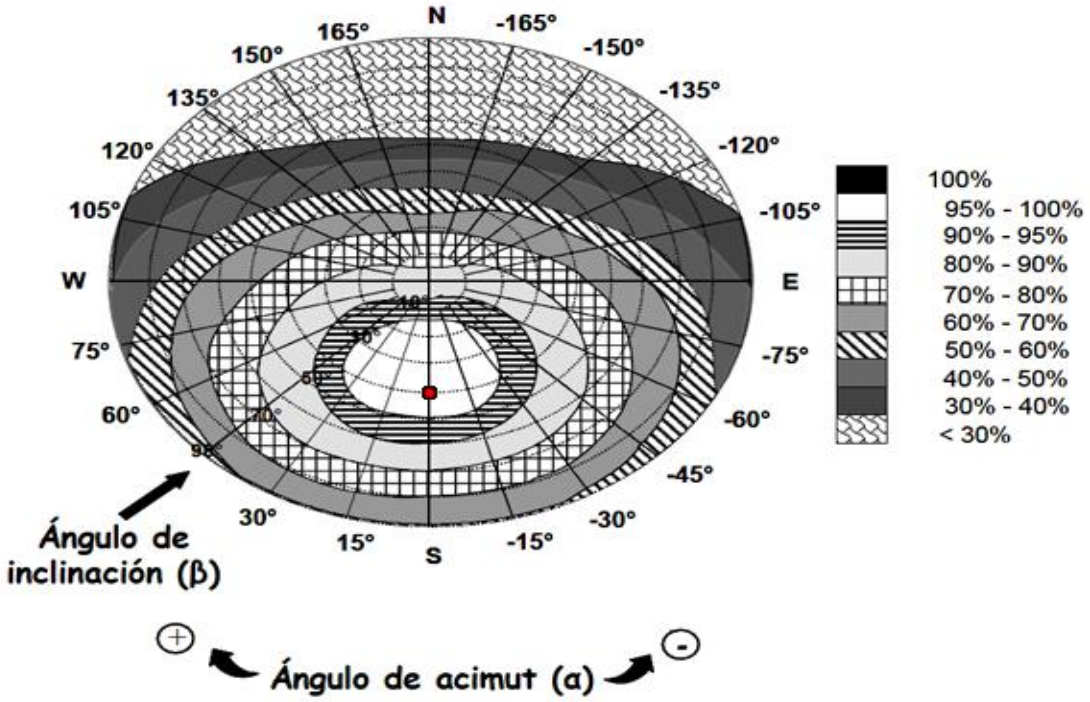


Figura 23. *Percentatge d'energia perduda per orientació i inclinació dels captadors.*

Les pèrdues per ombres es consideren nul·les, ja que no hi ha cap element que les provoqui sobre els col·lectors.

10.1.4. Càlcul de la superfície de captació

Segons el DB HE en la seva secció 4, en un gimnàs es consumeixen entre 20 i 25 litres d'aigua calenta sanitària a 60 ºC diaris per usuari. A l'ordenança municipal de Barcelona les dades són les mateixes.

Suposant que cada dia entren 250 usuaris, la demanda és de 5000 litres diaris.

La demanda tèrmica es calcula amb l'expressió 133.

$$E_d = 0{,}001163 \cdot n_u \cdot C \cdot (t_s - t_r) \tag{133}$$

On nu és el número d'usuaris, C el consum individual en l/usuari, ts la temperatura de servei i tr la temperatura de l'aigua a la xarxa corresponent al mes calculat.

La radiació solar efectiva es calcula mitjançant l'equació 134.

$$R_e = (1 - \sigma_c) \cdot R_g \tag{134}$$

On σc és el coeficient de pèrdues de radiació que arriba al captador i Rg la radiació global incident sobre el captador.

La irradiància solar es calcula amb la fórmula 135 (aplicant els factors de conversió adients).

$$I_s = \frac{R_e}{h} \tag{135}$$

La radiació solar absorbida pel captador es calcula amb l'expressió 136.

$$R_c = \eta \cdot R_e \tag{136}$$

La radiació solar absorbida pel sistema es troba aplicant la fórmula 137.

$$R_s = (1 - \sigma_s) \cdot R_c \tag{137}$$

On σs és el coeficient de pèrdues del sistema.

Amb totes aquestes dades i fórmules, s'efectua la Taula 124.

Taula 124. *Resultats del càlcul de la superfície de captació.*

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun
Rg [kWh/m^{2}dia]	3,46	4,13	4,98	5,62	5,93	6,03
Re [kWh/m^{2}dia]	3,25	3,89	4,68	5,28	5,57	5,67
Is [W/m^2]	433,1	485,7	519,6	556,0	586,8	596,4
η	0,5860	0,6168	0,6434	0,6397	0,6350	0,6633
Rc [kWh/m^{2}dia]	1,903	2,396	3,009	3,379	3,540	3,758
Rs [kWh/m^{2}dia]	1,618	2,037	2,557	2,872	3,009	3,194

	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun
Ed [kWh/m^{2}dia]	289,19	286,58	276,87	266,63	252,21	236,16
Sc [m^2] per a 100%	178,75	140,69	108,26	92,83	83,82	73,93
E'd [80 m^2]	129,43	162,96	204,59	222,79	240,71	255,56
C (%)	44,75	56,86	73,90	86,18	95,44	100
E'd [60,24 m^2] (24 captadors)	97,46	122,71	154,06	173,03	181,26	192,44
C (%)	33,70	42,82	55,64	64,90	71,87	81,49
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
Rg [kWh/m^{2}dia]	6,03	5,87	5,38	4.56	3,74	3,27
Re [kWh/m^{2}dia]	5,66	5,51	5,06	4,29	3,52	3,07
Is [W/m^2]	596,2	580,5	562,0	476,7	439,6	439,0
η	0,6761	0,6728	0,6550	0,6375	0,6326	0,5976
Rc [kWh/m^{2}dia]	3,829	3,710	3,313	2,735	2,225	1,836
Rs [kWh/m^{2}dia]	3,255	3,154	2,816	2,325	1,891	1,561
Ed [kWh/m^{2}dia]	227,32	218,42	223,71	238,02	261,98	280,88
Sc [m^2] per a 100%	69,85	69,26	79,44	102,39	138,51	179,94
E'd [80 m^2]	260,36	252,28	225,28	185,96	151,31	124,88
C (%)	100	100	100	78,13	57,76	44,46
E'd [60,24 m^2] (24 captadors)	196,05	189,97	169,63	140,03	113,93	94,03
C (%)	86,25	86,97	75,83	58,83	43,49	33,48

Amb una superfície de captació de 60,24 m^2, és a dir, amb 24 captadors, es tindrà una cobertura mitjana del 60 %, que és el requerit per l'ordenança municipal.

10.1.5. Disposició dels captadors

Els captadors es col·locaran en 4 fileres de 6 captadors cada una. Les 4 branques estaran connectades en paral·lel entre sí, i els 6 captadors de cada branca també estaran connectats en paral·lel entre ells.

Això es degut a que el rendiment dels captadors baixa molt ràpidament si aquests es connecten en sèrie, perquè el fluid caloportador arriba a molta temperatura als últims captadors.

10.1.6. Separació entre fileres de captadors

Per tal d'evitar les ombres entre captadors, les fileres han de tenir una separació mínima. Aquesta, ha de ser suficient com per a que el dia del solstici d'hivern (on l'altura solar és la més petita de l'any) no es projectin ombres d'una filera a altra.

La separació mínima es calcula mitjançant la fórmula 138.

$$D = d + L \cdot cos\beta \tag{138}$$

On d és la distància mínima entre la part superior d'una bateria de captadors i la part inferior de la següent, L és la longitud del captador en metres i β l'angle d'inclinació dels captadors.

La distància d es pot calcular amb la fórmula 139, on h és l'altura fins a la qual s'eleven els captadors i K és un valor tabulat segons la latitud de la ciutat (41º per a Barcelona).

$$d = h \cdot K \tag{139}$$

$$d = 0{,}805 \cdot 2{,}747 = 2{,}21\ m \tag{140}$$

$$D = 2{,}21 + 1{,}252 \cdot \cos(40º) = 3{,}17\ m \tag{141}$$

Per tant, la distància mínima entre fileres de captadors ha de ser 3,17 metres. La distància final escollida ha estat de 3,5 metres.

10.1.7. Fluid caloportador

El fluid caloportador serà el líquid solar Schüco HT, recomanat especialment pel fabricant per a aquests col·lectors. És una mescla d'aigua al 60 % i propilenglicol al 40 %.

10.2. Circuit primari

10.2.1. Càlcul del cabal

El primer pas per calcular el cabal és realitzar el disseny de la xarxa de canonades. Aquesta es pot observar a la Figura 24.

El cabal per m^2 recomanat pel fabricant és de 30 $l/h \cdot m^2$ per a aquest model de col·lector solar. El cabal total del circuit primari es calcula mitjançant la fórmula 142.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{captador} \cdot S_C \cdot N \tag{142}$$

On Q és el cabal (en l/h), $Q_{captador}$ el cabal per cada captador solar (en l/h), Sc la superfície de captació (en m^2) i N el número de captadors.

$$\dot{Q} = 30 \cdot 2{,}51 \cdot 24 = 1807{,}2\ l/h \tag{143}$$

El cabal del circuit primari serà de 1807,2 l/h.

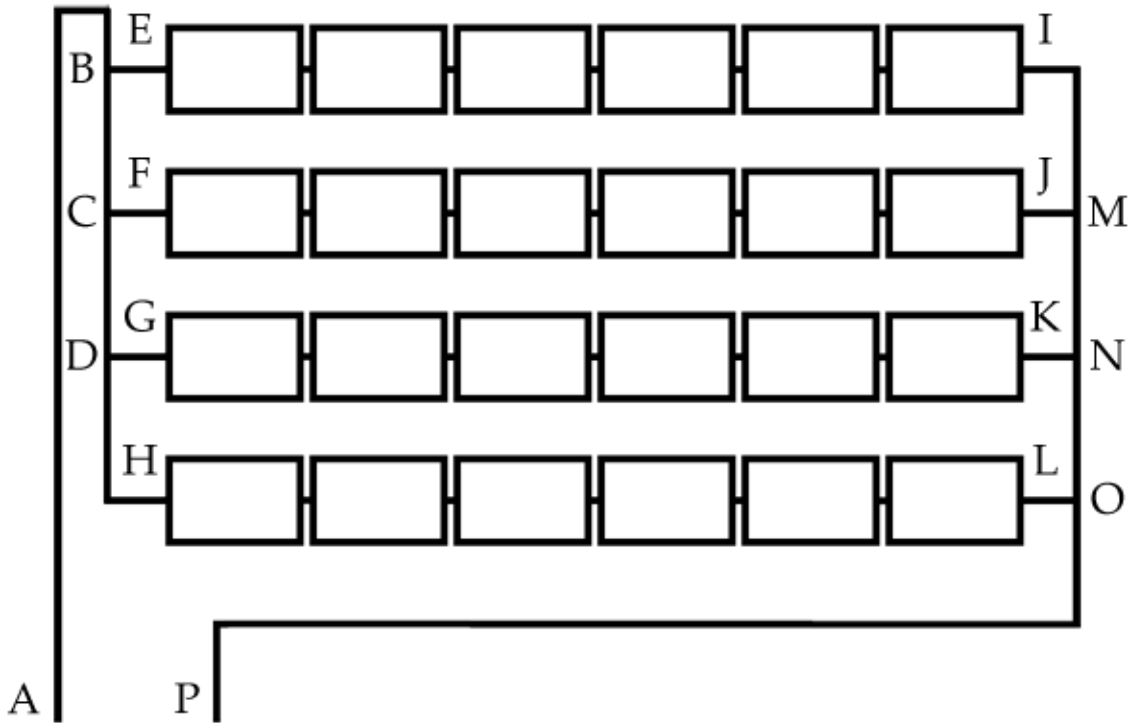


Figura 24. *Esquema del circuit primari.*

10.2.2. Dimensionat de les canonades

La velocitat del fluid caloportador a les canonades ha de ser d'entre 0,5 i 2 m/s. A més, la pèrdua de càrrega lineal preferiblement no ha de passar dels 40 mm.c.a./m. Coneixent els cabals, el rang de velocitats i el de pèrdua de càrrega, es trien els diàmetres de les canonades pertinents gràcies a la fórmula 144.

$$c = 0{,}354 \cdot \frac{\dot{Q}}{D^2} \tag{144}$$

On c és la velocitat del fluid en m/s, Q el cabal en l/h i D el diàmetre en mm.

La pèrdua de càrrega lineal es calcula mitjançant la fórmula de Flamant (145).

$$Pdc = 378 \cdot \frac{\dot{Q}^{1{,}75}}{D^{4{,}75}} \cdot 1{,}4 \tag{145}$$

On Q és el cabal en l/h, D el diàmetre interior en mm, 1,4 és degut a la quantitat de propilenglicol i la pèrdua s'obté en mm.c.a./m.

Les canonades seran de coure i estaran aïllades tèrmicament per tal de complir el RITE.

Taula 125. *Cabal, diàmetre, velocitat i pèrdua de càrrega lineal del circuit primari d'ACS.*

Tram	Q [l/h]	D_{int} [mm]	c [m/s]	Pdc [mm.c.a./m]
A-B	1807	31,75	0,63	19,50
B-C	1355	25,40	0,74	34,02
C-D	904	25,40	0,50	16,73
B-E	452	15,88	0,63	46,39
C-F	452	15,88	0,63	46,39
D-G	452	15,88	0,63	46,39
D-H	452	15,88	0,63	46,39
I-M	452	15,88	0,63	46,39
J-M	452	15,88	0,63	46,39
K-N	452	15,88	0,63	46,39
L-O	452	15,88	0,63	46,39
M-N	904	25,40	0,50	16,73
N-O	1355	25,40	0,74	34,02
O-P	1807	31,75	0,63	19,50

Per a les canonades de 15,88 mm (5/8 de polzada) s'ha seleccionat aquest diàmetre perquè és el que proporciona una velocitat i pèrdua de càrrega més properes a les desitjades (amb diàmetres més grans la velocitat era massa baixa i es podien produir sedimentacions). La pèrdua de càrrega només es troba 6,19 mm.c.a./m per sobre de la recomanada.

10.2.3. Pèrdues de càrrega a les canonades

Per tal de calcular les pèrdues de càrrega que es produeixen a les canonades s'ha de tenir en compte les pèrdues de càrrega primàries (per fregament) i secundàries (per accidents, accessoris, etcètera).

Taula 126. *Pèrdues per accessoris segons el diàmetre de la canonada.*

Diam	Diam [mm]	Colzes	T 90º	Vàlvules de retenció	Vàlvules esfèriques
5/8"	15,88	0,42	0,60	1,5	0,18
1"	25,40	0,61	0,90	2,4	0,27
1 ¼"	31,75	1,00	1,52	4,2	0,46

Els accessoris i accidents es poden consultar a la Taula 127.

Taula 127. *Accessoris i accidents del circuit primari d'ACS.*

Tram	Colzes	T 90º	Vàlvula d'esfera	Vàlvula antiretorn	L_e [m]
A-B	4	-	-	1	8,2
B-C	-	1	-	-	0,9
C-D	-	1	-	-	0,9
B-E	2	-	1	-	1,02
C-F	2	-	1	-	1,02
D-G	2	-	1	-	1,02
D-H	3	1	1	-	2,04
I-M	3	-	-	-	1,26
J-M	2	-	-	-	0,84
K-N	2	-	-	-	0,84
L-O	2	-	-	-	0,84
M-N	-	1	-	-	0,9
N-O	-	1	-	-	0,9
O-P	2	1	-	-	2,12

Amb totes aquestes dades ja es poden calcular les pèrdues totals del circuit primari d'ACS. Es poden consultar a la Taula 128. Les pèrdues de càrrega produïdes a cada ramal, es poden veure a la Taula 129.

Taula 128. *Pèrdues de càrrega totals del circuit primari d'ACS.*

Tram	Pèrdua de càrrega unitària [mm.c.a./m]	L [m]	Pèrdua de càrrega principal [mm.c.a.]	Le accidents i accessoris [m]	Pèrdua de càrrega secundària [mm.c.a.]	Pèrdua de càrrega total [mm.c.a.]
A-B	19,50	30,58	596,40	8,2	159,92	756,32
B-C	34,02	3,50	119,08	0,9	30,62	149,70
C-D	16,73	3,50	58,57	0,9	15,06	73,63
B-E	46,39	1,07	49,59	1,02	47,31	96,90
C-F	46,39	1,07	49,59	1,02	47,31	96,90
D-G	46,39	1,07	49,59	1,02	47,31	96,90
D-H	46,39	4,57	211,94	2,04	94,63	306,56
I-M	46,39	4,50	208,74	1,26	58,45	267,18
J-M	46,39	1,00	46,39	0,84	38,96	85,35
K-N	46,39	1,00	46,39	0,84	38,96	85,35
L-O	46,39	1,00	46,39	0,84	38,96	85,35
M-N	16,73	3,50	58,57	0,9	15,06	73,63
N-O	34,02	3,50	119,08	0,9	30,62	149,70
O-P	19,50	12,68	247,28	2,12	41,35	288,63

Taula 129. *Pèrdues de càrrega total del circuit segons el ramal.*

Ramal	Pèrdua de càrrega total [mm.c.a.]
Ramal E-I	1632,37
Ramal F-J	1600,24
Ramal G-K	1600,24
Ramal H-L	1660,20

Per tant, el ramal més desfavorable és el H-L.

10.2.4. Interacumulador

L'interacumulador és un aparell que compleix les funcions d'acumulador d'aigua calenta i d'intercanviador de calor. Aquest ha de complir dos requisits:

- Que el seu dipòsit sigui de la capacitat suficient.
- Que el seu intercanviador de calor sigui de la potència necessària.

La capacitat del depòsit ha de complir la fórmula 146, procedent del DB-HE (Documento Básico HE Ahorro de Energía).

$$50 < \frac{V}{S_C} < 180 \tag{146}$$

Habitualment es calcula amb la fórmula 147.

$$\frac{V}{S_C} = 70 \rightarrow \mathrm{V} = 70 \cdot 60{,}24 = 4217\ litres \tag{147}$$

Per altra banda, la potència de l'intercanviador de calor ha de complir la fórmula 148, també procedent del DB-HE.

$$P \geq 500 \cdot S_C = 500 \cdot 60{,}24 = 30120\ W = 30{,}12\ kW \tag{148}$$

Per tant, s'escull de la marca Suicalsa l'interacumulador inox amb serpentí extraible – Serie IV de 4000 litres de capacitat i 81 kW de potència amb un temps d'escalfament de 2 hores.

10.2.5. Bomba hidràulica

La bomba hidràulica a escollir ha d'aportar el cabal i la pressió necessàries per tal que la xarxa funcioni correctament.

El cabal que ha d'aportar és de 1807,2 l/h (0,502 l/s). L'alçada manomètrica del punt de funcionament ha de compensar les pèrdues de càrrega del circuit primari de captació, que es calcula amb la fórmula 149.

$$H = Pdc_{canonades} + Pdc_{intercanviador} + Pdc_{captadors} \tag{149}$$

La pèrdua a les canonades es correspon amb la pèrdua al circuit més desfavorable, que és el H-L. Les pèrdues a l'intercanviador i als captadors es troben als diferents catàlegs dels fabricants. Com que els captadors estan connectats en paral·lel, només es sumarà la pèrdua de càrrega d'un d'ells.

$$H = 1660{,}24 + 2680 + 0{,}03 = 4340{,}27\ mm.c.a. = 4{,}34\ m.c.a. \tag{150}$$

Es selecciona la bomba Willo Stratos – D32/1-12 CAN PN 6/10, que compleix amb les necessitats del sistema.

10.2.6. Vas d'expansió

Per el càlcul del vas d'expansió cal saber la quantitat de fluid caloportador que hi ha al sistema. Aquest, està repartit en:

- 24 captadors amb un volum unitari de 2,0 litres.
- Canonades:
    - 43,26 metres de canonades amb un diàmetre de 31,75 mm.
    - 14 metres de canonades amb un diàmetre de 25,4 mm.
    - 15,28 metres de canonades amb un diàmetre de 15,88 mm.
- Volum d'intercanviador de 10,2 litres.

Això suposa un volum total que es troba calculat a les fórmules 151 i 152. El DB-HE (Documento Básico de Ahorro de Energia) obliga a sumar un 10 % per seguretat.

$$V_{tub} = \left(\left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}03175\right)^2 \cdot 43{,}26 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}0254\right)^2 \cdot 14 + \left(\frac{\pi}{4} \cdot 0{,}01588\right)^2 \cdot 15{,}28\right) \cdot 1000 = 34{,}85\ l \quad (151)$$

$$V = 1{,}1 \cdot \left(V_{cap} + V_{tub} + V_{int}\right) = 1{,}1 \cdot (48 + 34{,}85 + 10{,}2) = 102{,}35\ l \quad (152)$$

El coeficient de volum del fluid caloportador (aigua més un 40 % de glicol), Ce, és de 0,0654 (és un valor que es troba tabulat).

Per calcular el volum útil de la instal·lació es segueix el mètode explicat a la norma UNE 100155 (fórmula 153).

$$V_u = V \cdot C_e = 102{,}35 \cdot 0{,}0654 = 6{,}69\ l \quad (153)$$

Per determinar el volum del vas d'expansió tancat cal conèixer el coeficient de pressió que relaciona el volum total amb l'útil.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m} = \frac{6}{6-2} = 1{,}5 \quad (154)$$

On P_M és la pressió màxima del circuit (que s'obté segons la vàlvula de seguretat empleada) i P_m és la pressió mínima (0,5 kg/cm2 que és el mínim per evitar l'entrada d'aire al circuit més 1 kg/cm2 per la pressió atmosfèrica més la pressió corresponent a la columna d'aigua per sobre del vas).

Per últim, s'obté el volum del vas d'expansió.

$$V_t = V_u \cdot C_p = 6{,}69 \cdot 1{,}5 = 10{,}04\ l \quad (155)$$

S'escull el vas d'expansió tancat de la casa Zilmet, model Solar Plus 18 amb un volum de 18 litres.

ANNEX 11: CATÀLEGS

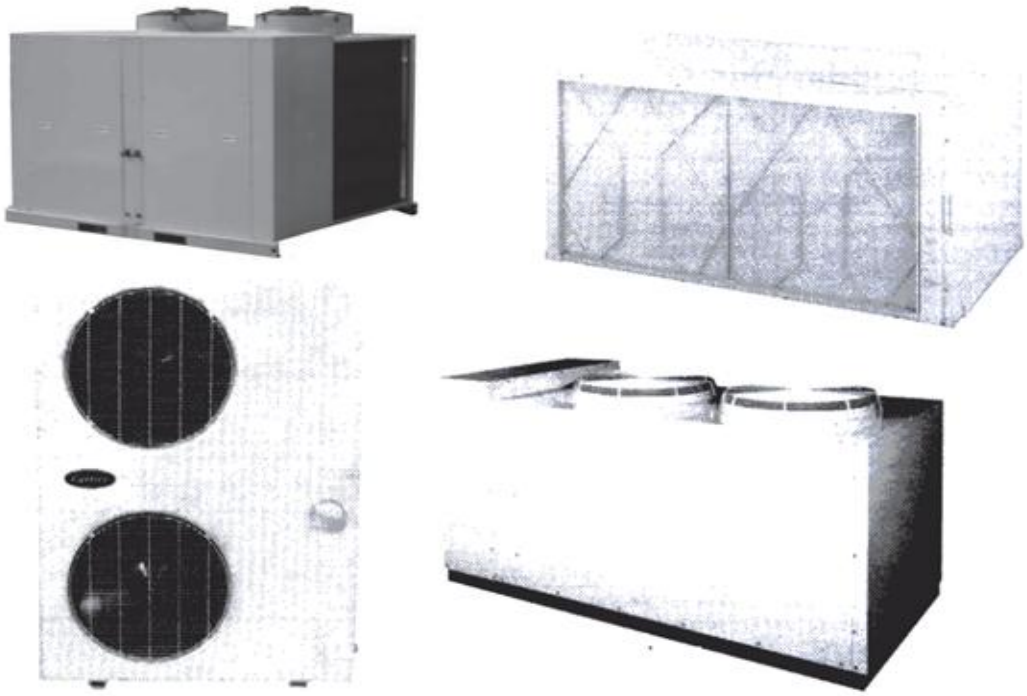
11.1. Bombes de calor

Datos físicos

30RH		005	007†	009	011	013
Capacidad frigorífica nominal*	kW	5,1	6,7/6,3	7,2	9,6	11,5
Capacidad calorífica nominal**	kW	5,7	7,5/7,7	8,7	10,2	13,8
Peso en operación	kg	83	85	88	112	123
Refrigerante		R-410A	R-410A	R-410A	R-410A	R-410A
Compresor		Uno, scroll				
Intercambiador de calor refrigerante-agua		Uno, de tipo placas				
Volumen neto de agua	l	1,09	1,27	1,57	2,14	2,41
Presión máx. de funcionamiento del lado agua	kPa	300	300	300	300	300
Circuito hidráulico						
Bomba		Uno, a tres velocidades				
Presión disponible***	kPa	46	35/37	50	53	54
Conexiones entrada/salida agua	pulg.	1	1	1	1	1
Volumen del vaso de expansión	l	1	2	3	3	3
Ventiladores		Uno o dos, axial				
N° de ventiladores/diámetro	mm	1/370	1/370	1/370	2/370	2/370
N° de palas		4	4	4	4	4
Velocidad ventilador	r/s	14,0	17,2	19,1	17,2	20,0
Nivel de presión sonora‡	dB(A)	34	39	43	43	45
Nivel de potencia sonora	dB(A)	62	67	71	71	73

* Basada en condiciones Eurovent: temperatura entrada/salida agua evaporador 12°C/7°C, una temperatura de entrada del aire en el condensador de 35°C.
** Basada en condiciones Eurovent: temperatura de entrada/salida del agua en el condensador 40°C/45°C, una temperatura de entrada del aire en el evaporador de 7°C bs/6°C bh.
*** Para caudal nominal y alto velocidad de la bomba
† El primer valor es para unidades de fase única, el segundo valor para unidades de tres fases.
‡ Nivel de presión sonora a 10 m de distancia.

11.2. Unitats climatitzadores



Datos físicos

Modelos 40 ALZ - Unidad interior		016	020	024
Modelos 38 UQZ - Unidad exterior		**016**	**020**	**024**
Capacidad Frigorífica Nominal *	Kw	43,3	53,5	67,0
Capacidad Calorífica Nominal**	Kw	45,5	57,5	78,4
Carga Refrigerante (R-407c)***	Kg	7,8 x 2	8,4 x 2	12,8 x 2

Modelo 38 UQZ - Unidad exterior		016	020	024
Peso	Kg	480	555	590
Compresor	**Tipo**	Alternativo (Hermético)		
Cantidad		2	2	2
Carga de aceite (cada uno)	l.	4	4	4
Tipo de aceite		POE-160 PZ		
Intercambiador exterior		Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado		
Area frontal	m²	2,29 x 2	2,29 x 2	2,29 x 2
Nº de filas....aletas/m		2....472	2....555	3....555
Presión de prueba	bar	30	30	30
Ventilador de exterior	**Tipo**	Axial		
Cantidad		2	2	2
Caudal de aire nominal	l/s	5850	11200	10700
Lineas de refrigerante				
Gas (Diámetro en pulg - Cantidad)		1 1/8" - 2	1 1/8" - 2	1 1/8" - 2
Líquido (Diámetro en pulg - Cantidad)		5/8" - 2	5/8" - 2	5/8" - 2

Modelo 40 ALZ - Unidad de interior		016	020	024
Peso	Kg	290	305	325
Intercambiador interior		Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado		
Area frontal	m²	1,06	1,06	1,36
Nº de filas....aletas/m		4....555	6....472	6....555
Presión de prueba	bar	30	30	30
Ventilador de interior	**Tipo**	Centrífugo, doble entrada		
Cantidad		2	2	2
Caudal de aire nominal	l/s	2820	3120	3370
Rango de caudal de aire	l/s	2397-3243	2652-3588	2864-3875
Presión estáticas disponibles (seca/húmeda)	Pa	160/120	180/120	210/160
Filtro de aire		Clase M1 lavable		
Cantidad		2	2	2
Ancho x alto	mm	632x615	632x615	632x780

* Basado en una temperatura seca exterior de 35°C, una temperatura húmeda interior de 19°C y una temperatura seca interior de 27°C.

** Basado en una temperatura húmeda exterior de 6°C y una temperatura seca interior de 21°C.

*** La carga de refrigerante es para el sistema completo (38 UQZ+ 40 ALZ) SIN líneas de interconexión entre unidad interior y exterior.

Datos físicos

Modelos 40 ALZ - Unidad interior		016	020	024
Modelos 38 UQZ - Unidad exterior		**016**	**020**	**024**
Capacidad Frigorífica Nominal *	Kw	43,3	53,5	67,0
Capacidad Calorífica Nominal**	Kw	45,5	57,5	78,4
Carga Refrigerante (R-407c)***	Kg	7,8 x 2	8,4 x 2	12,8 x 2

Modelo 38 UQZ - Unidad exterior		016	020	024
Peso	Kg	480	555	590
Compresor	**Tipo**	Alternativo (Hermético)		
Cantidad		2	2	2
Carga de aceite (cada uno)	l.	4	4	4
Tipo de aceite		POE-160 PZ		
Intercambiador exterior		Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado		
Area frontal	m²	2,29 x 2	2,29 x 2	2,29 x 2
Nº de filas....aletas/m		2....472	2....555	3....555
Presión de prueba	bar	30	30	30
Ventilador de exterior	**Tipo**	Axial		
Cantidad		2	2	2
Caudal de aire nominal	l/s	5850	11200	10700
Lineas de refrigerante				
Gas (Diámetro en pulg - Cantidad)		1 1/8" - 2	1 1/8" - 2	1 1/8" - 2
Líquido (Diámetro en pulg - Cantidad)		5/8" - 2	5/8" - 2	5/8" - 2

Modelo 40 ALZ - Unidad de interior		016	020	024
Peso	Kg	290	305	325
Intercambiador interior		Tubo de cobre, aletas de aluminio pretratado		
Area frontal	m²	1,06	1,06	1,36
Nº de filas....aletas/m		4....555	6....472	6....555
Presión de prueba	bar	30	30	30
Ventilador de interior	**Tipo**	Centrifugo, doble entrada		
Cantidad		2	2	2
Caudal de aire nominal	l/s	2820	3120	3370
Rango de caudal de aire	l/s	2397-3243	2652-3588	2864-3875
Presión estáticas disponibles (seca/húmeda)	Pa	160/120	180/120	210/160
Filtro de aire		Clase M1 lavable		
Cantidad		2	2	2
Ancho x alto	mm	632x615	632x615	632x780

* Basado en una temperatura seca exterior de 35°C, una temperatura húmeda interior de 19°C y una temperatura seca interior de 27°C.

** Basado en una temperatura húmeda exterior de 6°C y una temperatura seca interior de 21°C.

*** La carga de refrigerante es para el sistema completo (38 UQZ+ 40 ALZ) SIN lineas de interconexión entre unidad interior y exterior.

X-POWER PLUS TEIDE		50B	65B	70B	100B-S	100B	125B
Capacidad frigorífica Nominal	kW-(Kcal/h)	5,00-(4300)	6,60-(5676)	7,00-(6020)	10,00-(8600)	10,00-(8600)	12,50-(10750)
Capacidad frigorífica Min.	kW-(Kcal/h)	0,77-(662)	0,85-(731)	1,81-(1557)	3,40-(2924)	3,40-(2924)	3,41-(2933)
Capacidad frigorífica Máx.	kW-(Kcal/h)	5,77-(4962)	7,01-(6029)	8,32-(7155)	12,50-(10750)	12,50-(10750)	14,70-(12642)
Consumo eléctrico Nominal	W	1557	2055	2180	3115	3120	4153
E.E.R (Eficiencia en frío)	W/W	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,01
Clase Energética (Frío)		A	A	A	A	A	nd
C.E.A (Consumo eléctrico anual)	kWh	779	1028	1090	1558	1560	nd
Capacidad calorífica Nominal	kW-(Kcal/h)	5,50-(4730)	7,00-(6020)	7,20-(6192)	10,40-(8944)	11,00-(9460)	13,10-(11266)
Capacidad calorífica Min.	kW-(Kcal/h)	0,86-(740)	0,85-(731)	1,83-(1574)	3,39-(2915)	3,59-(3087)	3,70-(3182)
Capacidad calorífica Máx.	kW-(Kcal/h)	6,44-(5538)	8,88-(7637)	8,54-(7344)	13,11-(11274)	13,87-(11928)	16,06-(13812)
Consumo eléctrico Nominal	W	1523	1940	1995	3050	3050	3742
C.O.P.	W/W	3,61	3,61	3,61	3,41	3,41	3,50
Clase Energética (Calor)		A	A	A	B	A	nd
Unidad interior		**40XPD050**	**40XPD070**	**40XPD070**	**40XPD100S**	**40XPD100**	**40XPD125**
Deshumidificación	l/h	1,6	2,5	2,6	4,1	3,3	3,8
Caudal de aire nominal (B/M/A)	m3/h	756/947/1044	738/760/968	738/760/968	1066/1282/1426	1404/1714/2030	2048/2218/2401
Nivel presión estática Nominal	Pa	50	50	50	50	80	80
Nivel presión sonora (B/M/A) (Frío)	dB(A) (1)	39/40/42	38/40/42	38/40/42	39/42/45	44/46/49	47/51/54
Nivel potencia sonora (B/M/A) (Frío)	dB(A)	52/53/55	51/53/55	51/53/55	52/55/58	57/59/62	60/64/67
Nivel presión sonora (B/M/A) (Calor)	dB(A) (1)	39/40/42	38/40/42	38/40/42	39/42/45	44/46/49	47/51/54
Nivel potencia sonora (B/M/A) (Calor)	dB(A)	52/53/55	51/53/55	51/53/55	52/55/58	57/59/62	60/64/67
Dimensiones (AlxAnxPr)	mm	290x925x750	290x925x750	290x925x750	290x925x750	290x1325x750	290x1325x750
Peso	kg	32	35	35	49	48	53
Tensión de alimentación	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
Unidad Exterior		**38XPS050**	**38XPS065**	**38XPS070**	**38XPS100**	**38XPS100**	**38XPS125**
Tipo de compresor		Rotativo gemelo	Rotativo gemelo	Rotativo gemelo	Rotativo gemelo	Rotativo gemelo	Rotativo gemelo
Máxima longitud de tubería	m	50	30	50	70	70	70
Máxima diferencia de altura	m	30	30	30	30	30	30
Sistema de precargado	m	20	20	20	30	30	30
Caudal de aire	m3/h	2620	2820	2670	5970	5970	6360
Nivel presión sonora (Frío)	dB(A) (2)	44	45	45	48	48	50
Nivel potencia sonora (Frío)	dB(A)	64	65	65	68	68	70
Nivel presión sonora (Calor)	dB(A) (2)	44	48	48	49	49	50
Nivel potencia sonora (Calor)	dB(A)	64	68	68	69	69	70
Dimensiones (AlxAnxPr)	mm	690x900x320	820x900x320	820x900x320	1360x900x320	1360x900x320	1360x900x320
Peso	kg	49	51	73	73	88	88
Conexiones Flare	Pulg	1/2"-1/4"	5/8"-3/8"	5/8"-3/8"	5/8"-3/8"	5/8"-3/8"	5/8"-3/8"
Tensión de alimentación	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50

1)Nivel presión sonora medida en campo libre (JIS9612std)
2)Nivel presión sonora medida en campo hemisférico a 4m de distancia de la unidad
Rendimiento evaluado con 5m de tubería de interconexión de acuerdo con EN 14511

11.3. Difusors

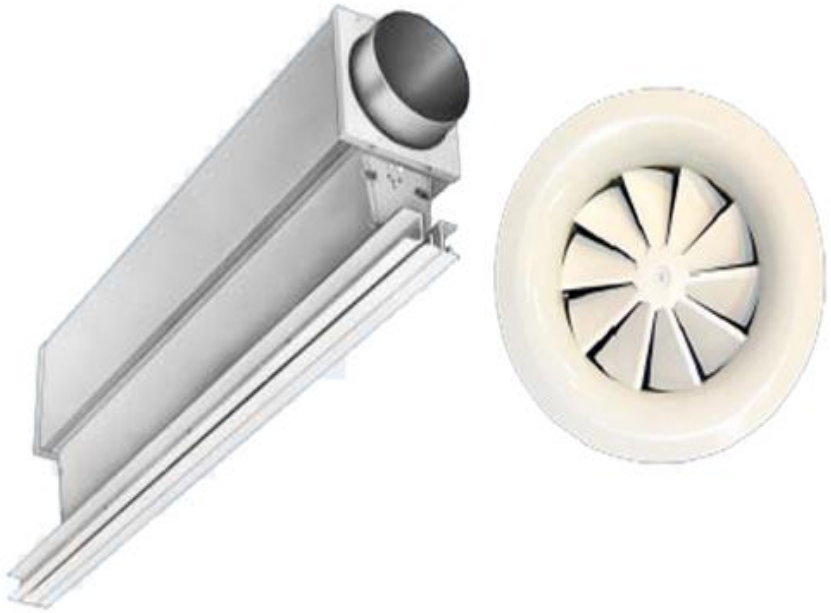


Tabla de selección.

Q		SERIE DF RE - GR					
(m^3/h)	(l/s)	Tamaño	125	160	200	250	315
50	13,9	X (m)	0,6				
		ΔP_t (Pa)	2				
		dB(A)	<20				
100	27,8	X (m)	1,1	0,9			
		ΔP_t (Pa)	10	7			
		dB(A)	20	<20			
150	41,7	X (m)	1,7	1,3	1,1		
		ΔP_t (Pa)	22	16	11		
		dB(A)	30	29	26		
200	55,6	X (m)	2,2	1,8	1,5	1,2	1,0
		ΔP_t (Pa)	39	29	20	8	3
		dB(A)	37	36	33	24	<20
300	83,3	X (m)	3,4	2,7	2,3	1,9	1,4
		ΔP_t (Pa)	88	65	46	19	6
		dB(A)	47	46	43	34	21
400	111,1	X (m)			3,0	2,5	1,9
		ΔP_t (Pa)			81	34	11
		dB(A)			50	41	28
500	138,9	X (m)				3,1	2,4
		ΔP_t (Pa)				53	17
		dB(A)				46	34
600	166,7	X (m)				3,7	2,9
		ΔP_t (Pa)				76	24
		dB(A)				51	38
700	194,4	X (m)					3,3
		ΔP_t (Pa)					32
		dB(A)					42
800	222,2	X (m)					3,8
		ΔP_t (Pa)					42
		dB(A)					45
900	250,0	X (m)					4,3
		ΔP_t (Pa)					54
		dB(A)					48

Alcance óptimo del aire*

Caudal de aire por unidad, l/s	Doble salida de aire, m		Unica salida de aire, m	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.
19,0	0,6	1,5	0,9	2,1
28,5	0,6	2,3	1,2	3,0
37,5	0,9	3,0	1,4	3,8
47,0	1,2	3,8	1,5	4,6
56,5	1,4	4,5	1,8	5,5
66,0	1,7	5,3	2,1	6,1
75,5	2,0	6,1	2,4	7,0
85,0	2,3	6,9	2,7	8,0
94,5	2,7	7,6	3,2	8,7
104,0	3,0	8,4	3,6	9,5
113,0	3,3	9,1	4,0	10,0
123,0	3,6	9,9	4,4	10,6
132,0	4,0	10,6	4,9	11,9

* Datos basados en 2,70 m de altura del techo. El alcance se reduce en 0,1 m por cada 0,1 m de mayor altura. El alcance depende del caudal y no de la presión del aire en el conducto.

Presiones del conducto

Caudal de aire por unidad, l/s	Presión conducto, Pa		Caudal min. por ranura, l/s
	Min.	Máx.	
19,0	100	1250	11,3
28,5	100	1250	11,3
37,5	100	1250	11,3
47,0	100	1250	11,3
56,5	125	1250	11,3
66,0	150	1250	11,3
75,5	185	1250	11,3
85,0	210	1250	11,3
94,5	235	1250	11,3
104,0	260	1250	11,3
113,0	300	1250	11,3
123,0	335	1250	11,3
132,0	370	1250	11,3

Guía de selección para distintos niveles de NC y efectos de habitación

Nivel NC	Efecto-habitación (Lw-Lp)	Caudal aire máx. l/s*
30	4 dB	52,0
35		64,5
40		88,5
30	6 dB	55,0
35		72,0
40		92,0

NC35 es el usado normalmente en edificios de oficinas.
Lw - Nivel de potencia sonora (dB re 10^{-12} W)
Lp - Nivel de presión sonora
* - a una presión de 245 Pa

Caudal máximo de entrada

Medidas plénum, mm	Diámetro conducto de aire, mm	Adaptadores de plénum	
		Tipo	Caudal de aire máx., l/s
180	160	Circular	200
230	200	Circular	311
280	250	Circular	486

11.4. Reixetes

TABLA DE SELECCIÓN PARA REJILLAS DE RETORNO RH - RV

SELECTION TABLE FOR RETURN AIR GRILLES RH - RV

TABLE DE SELECTION POUR GRILLES DE REPRISE RH - RV

L x H		200 x 100		300 x 100		400 x 100				600 x 100											
L x H				200 x150				300 x 150		400 x 150		500 x 150				600 x 150		800 x 150		1200 x 150	
L x H						200 x 200				300 x 200				400 x 200				600 x 200		900 x 200	
L x H																300 x 300		400 x 300		600 x 300	
A_{eff}		0,006		0,01		0,012		0,015		0,02		0,025		0,029		0,03		0,04		0,062	
Q \ Montaje		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
100	V_{ef}	4,6	4,6	2,8	2,8	2,3	2,3	1,9	1,9												
m³/h	ΔP_t	18	16	7	6,3	5	4,5	3,5	3												
150	V_{ef}	6,9	6,9	4,2	4,2	3,5	3,5	2,8	2,8	2,1	2,1	1,7	1,7								
m³/h	ΔP_t	43	39	17	15	11	10	7	6	4	3,5	3	2,5								
200	V_{ef}	9,3	9,3	5,6	5,6	4,6	4,6	3,7	3,7	2,8	2,8	2,2	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9				
m³/h	ΔP_t	80	72	29	26	18	16	13	12	7	6	4	3,5	3,5	3	3,5	3				
300	V_{ef}			8,3	8,3	6,9	6,9	5,6	5,6	4,2	4,2	3,3	3,3	2,9	2,9	2,8	2,8	2,1	2,1		
m³/h	ΔP_t			60	54	43	39	29	26	17	15	10	8,8	8	7	7	6	4	3		
400	V_{ef}					9,3	9,3	7,4	7,4	5,6	5,6	4,4	4,4	3,8	3,8	3,7	3,7	2,8	2,8	1,8	1,8
m³/h	ΔP_t					80	72	50	45	29	26	18	16	14	12	13	11	7	6	3,2	2,7
500	V_{ef}							9,3	9,3	6,9	6,9	5,6	5,6	4,8	4,8	4,6	4,6	3,5	3,5	2,2	2,2
m³/h	ΔP_t							80	72	43	38	29	26	20	17	18	15	11	9	4	3,3
600	V_{ef}									8,3	8,3	6,7	6,7	5,7	5,7	5,6	5,6	4,2	4,2	2,7	2,7
m³/h	ΔP_t									60	53	42	37	30	26	29	25	17	14	6,8	5,6
700	V_{ef}									9,7	9,7	7,8	7,8	6,7	6,7	6,5	6,5	4,9	4,9	3,1	3,1
m³/h	ΔP_t									85	75	55	48	42	36	40	34	22	19	8	6,6
800	V_{ef}											8,9	8,9	7,7	7,7	7,4	7,4	5,6	5,6	3,6	3,6
m³/h	ΔP_t											70	62	52	44	50	43	29	25	12	10
900	V_{ef}													8,6	8,6	8,3	8,3	6,2	6,2	4	4
m³/h	ΔP_t													65	55	60	51	33	28	15	12
1000	V_{ef}													9,6	9,6	9,3	9,3	6,9	6,9	4,5	4,5
m³/h	ΔP_t													82	70	80	68	43	37	17	14
1500	V_{ef}																			6,7	6,7
m³/h	ΔP_t																			42	35
2000	V_{ef}																			9	9
m³/h	ΔP_t																			71	59
3000	V_{ef}																				
m³/h	ΔP_t																				
4000	V_{ef}																				
m³/h	ΔP_t																				

< 25 dB (A)
25 / 35 dB (A)
35 / 45 dB (A)
> 45 dB (A)

A_{ef}: Área efectiva (m²)
V_{ef}: Velocidad efectiva (m/sg)
X: Alcance (m)
ΔP_t: Pérdida de carga (Pa)

A_{ef}: Effective area (m²)
V_{ef}: Effective velocity (m/seg)
X: Throw (m)
ΔP_t: Pressure loss (Pa)

A_{ef}: Aire effective (m²)
V_{ef}: Vitesse effective (m/seg)
X: Portée (m)
ΔP_t: Perte de charge (Pa)

NOTAS

Los valores de las columnas C corresponden a rejillas conectadas a sistemas de conductos.
Los valores de las columnas P corresponden a montajes sobre plenums con aspiración libre.

11.5. Fancoils

Datos físicos y eléctricos

42N		16			25			33			43			50			60			75		
Velocidad del ventilador		Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Sistema estándar de 2 tubos																						
Tipo de ventilador		Tangencial			Tangencial			Tangencial			Tangencial			Tangencial			-	-	-	-	-	-
Caudal de aire	l/s	43	69	90	72	99	131	69	128	158	111	179	227	128	196	242	-	-	-	-	-	-
	m³/h	155	248	324	259	356	472	248	461	569	400	644	817	461	706	871	-	-	-	-	-	-
Capacidad frigorífica total*	kW	0,91	1,2	1,43	1,41	1,82	2,18	1,61	2,63	3,14	2,58	3,44	4,04	2,73	3,82	4,42	-	-	-	-	-	-
Capacidad frigorífica sensible*	kW	0,63	0,89	1,11	1,10	1,43	1,82	1,20	2,06	2,52	1,87	2,67	3,28	2,07	2,95	3,55	-	-	-	-	-	-
Caudal de agua, refrigeración y calefacción	l/s	0,068	0,057	0,068	0,068	0,087	0,104	0,068	0,126	0,15	0,068	0,164	0,193	0,068	0,183	0,211	-	-	-	-	-	-
	l/h	246	206	246	246	313	375	246	452	540	246	592	695	246	657	760	-	-	-	-	-	-
Caída de presión del agua, refrigeración	kPa	6,6	12,7	17,8	5,2	8,4	11,8	3,4	7,9	10,3	8,1	13,3	17,6	8,6	16,3	19,9	-	-	-	-	-	-
Capacidad calorífica*	kW	1,14	1,56	1,88	1,80	2,33	2,84	2,00	3,28	3,93	3,35	4,51	5,38	3,75	4,95	5,80	-	-	-	-	-	-
Caída de presión del agua, calefacción	kPa	6,7	11,3	15,7	4,7	7,3	9,5	3,2	6,7	8,8	6,6	11,2	15,0	8,0	14,2	19,0	-	-	-	-	-	-
Sistema estándar de 4 tubos																						
Capacidad frigorífica total*	kW	0,86	1,28	1,51	1,35	1,83	2,18	1,2	2,07	2,34	2,58	3,44	4,04	2,71	3,7	4,2	-	-	-	-	-	-
Capacidad frigorífica sensible*	kW	0,61	0,91	1,13	1,06	1,44	1,82	1,07	1,85	2,15	1,87	2,67	3,28	2,04	2,87	3,34	-	-	-	-	-	-
Caudal de agua (refrigeración)	l/s	0,068	0,061	0,072	0,068	0,088	0,104	0,068	0,099	0,112	0,068	0,164	0,193	0,068	0,176	0,201	-	-	-	-	-	-
	l/h	246	220	260	246	315	375	246	356	402	246	592	695	246	636	722	-	-	-	-	-	-
Caída de presión del agua, refrigeración	kPa	7,2	14,2	21,7	6,6	11,5	14,3	2,3	6,6	7,7	8,1	13,3	17,6	8,6	14,8	18,9	-	-	-	-	-	-
Capacidad calorífica*	kW	1,26	1,84	2,18	2,26	2,60	3,10	1,98	2,86	3,24	3,29	4,19	4,93	3,66	4,56	6,00	-	-	-	-	-	-
Caudal de agua, calefacción	l/s	0,03	0,044	0,052	0,054	0,062	0,074	0,047	0,069	0,078	0,079	0,10	0,118	0,088	0,109	0,143	-	-	-	-	-	-
	l/h	108	158	187	194	224	267	170	246	279	283	360	424	315	392	516	-	-	-	-	-	-
Caída de presión del agua, calefacción	kPa	2,2	4,2	4,7	6,6	8,3	10,5	6,1	11,6	13,2	16,4	25,0	32,9	19,8	28,2	35,2	-	-	-	-	-	-
Nivel de potencia sonora	dB(A)	33	43	49	33	43	49	38	49	55	43	54	59	46	55	61	-	-	-	-	-	-
Nivel de presión sonora**	dB(A)	21	31	37	21	31	37	26	37	43	31	42	47	34	43	49	-	-	-	-	-	-
Valor NR		16	26	32	16	26	32	21	32	38	26	37	42	29	38	44						
Potencia absorbida	W	10	20	32	10	21	32	15	30	44	23	44	63	28	52	80	-	-	-	-	-	-
Sistema de 2 tubos de alta presión																						
Tipo de ventilador		Centrífugo			Centrífugo			Centrífugo			Centrífugo			Centrífugo			Centrífugo			Centrífugo		
Caudal de aire (l/m/h)	l/s	60	74	92	81	100	167	93	144	190	125	194	238	150	231	282	175	272	339	228	328	438
	m³/h	216	266	331	292	360	601	335	518	684	450	698	857	540	832	1015	630	979	1220	821	1181	1577
Capacidad frigorífica total*	kW	1,11	1,26	1,44	1,45	1,73	2,43	1,98	2,95	3,53	2,68	3,63	4,17	3,41	4,14	4,67	3,42	4,82	5,57	4,11	5,16	6,55
Capacidad frigorífica sensible*	kW	0,80	0,96	1,12	1,16	1,40	2,04	1,52	2,28	2,82	2,01	2,83	3,31	2,41	3,41	3,93	2,49	3,61	4,36	3,04	4,03	5,23
Caudal de agua, refrigeración y calefacción	l/s	0,068	0,060	0,069	0,068	0,083	0,116	0,068	0,141	0,169	0,068	0,173	0,199	0,068	0,198	0,223	0,068	0,230	0,266	0,068	0,247	0,313
	l/h	246	217	248	246	298	418	246	507	607	246	624	717	246	712	803	246	829	958	246	888	1127
Caída de presión del agua, refrigeración	kPa	9,9	13,0	16,6	6,2	7,7	13,6	5,0	9,3	12,5	9,9	16,4	20,0	10,7	19,2	23,0	7,9	15,2	19,4	8,1	12,3	18,3
Capacidad calorífica*	kW	1,43	1,65	1,88	2,07	2,39	3,43	2,54	3,69	4,65	3,53	4,70	5,58	3,87	5,20	5,88	4,19	5,95	7,30	5,30	7,13	9,11
Caída de presión del agua, calefacción	kPa	9,4	13,1	15,9	4,9	6,7	11,1	4,6	7,9	10,7	7,2	12,1	16,0	10,6	18,3	23,3	7,3	13,2	17,2	6,5	9,7	14,7
Sistema de 4 tubos de alta presión																						
Capacidad frigorífica total*	kW	1,12	1,35	1,54	1,65	1,95	2,73	1,49	2,27	2,78	2,68	3,63	4,17	3,08	4,08	4,65	3,20	4,34	5,20	4,01	4,78	5,98
Capacidad frigorífica sensible*	kW	0,80	0,97	1,12	1,23	1,47	2,15	1,27	1,92	2,38	2,01	2,83	3,31	2,33	3,22	3,74	2,47	3,48	4,18	3,12	3,97	4,99
Caudal de agua, enfriamiento	l/s	0,068	0,064	0,074	0,068	0,093	0,131	0,068	0,108	0,133	0,068	0,173	0,199	0,068	0,195	0,222	0,068	0,207	0,248	0,068	0,228	0,286
	l/h	246	232	265	246	335	470	246	390	478	246	624	717	246	702	800	246	746	894	246	822	1029
Caída de presión del agua, refrigeración	kPa	11,7	15,7	22,2	7,6	10,1	17,7	3,9	7,6	10,6	9,9	16,4	20,0	12,7	20,0	24,1	14,2	20,9	25,0	24,0	28,2	36,3
Capacidad calorífica*	kW	1,60	1,90	2,15	2,46	2,63	3,62	2,30	2,81	3,27	3,47	4,38	4,91	3,54	4,36	4,86	3,80	4,88	5,66	4,34	5,20	6,24
Caudal de agua, calefacción	l/s	0,038	0,045	0,051	0,059	0,063	0,086	0,055	0,067	0,078	0,083	0,105	0,117	0,084	0,104	0,116	0,091	0,117	0,135	0,104	0,124	0,149
	l/h	138	163	185	212	226	311	198	242	281	298	377	422	304	375	418	327	420	487	373	447	537
Caída de presión del agua, calefacción	kPa	3,5	4,7	4,8	7,6	8,4	13,5	9,5	13,3	16,0	19,0	27,7	34,7	23,9	33,5	41,3	24,4	39,8	47,6	26,0	37,0	46,8
Nivel de potencia sonora	dB(A)	36	43	48	38	45	58	43	54	61	42	54	59	47	58	63	46	57	62	53	62	69
Nivel de presión sonora**	dB(A)	24	31	36	26	33	46	31	42	49	30	32	47	36	46	51	34	45	50	41	50	57
Valor NR		19	26	31	21	28	41	26	37	44	25	37	42	30	41	46	29	40	45	36	45	52
Potencia absorbida	W	10	20	32	20	33	78	22	52	85	30	57	75	42	75	98	45	82	113	73	116	164
Calentadores eléctricos (i/h)	W	500/1000			1000/2000			1000/2000			1500/3000			1500/3000			1500/3000			1500/3000		
Unidades con mueble																						
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	mm	657 x 830 x 220			657 x 1030 x 220			657 x 1030 x 220			657 x 1230 x 220			657 x 1230 x 220			657 x 1430 x 220			657 x 1430 x 220		
Peso	kg	17			19			19			22			22			35			35		
Unidades ocultas																						
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	mm	618 x 599 x 220			618 x 799 x 220			618 x 799 x 220			618 x 999 x 220			618 x 999 x 220			618 x 1199 x 220			618 x 1199 x 220		
Peso	kg	13			15			15			16			16			28			28		
Alimentación eléctrica	V-fases-Hz	230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60			230-1-50/230-1-60		

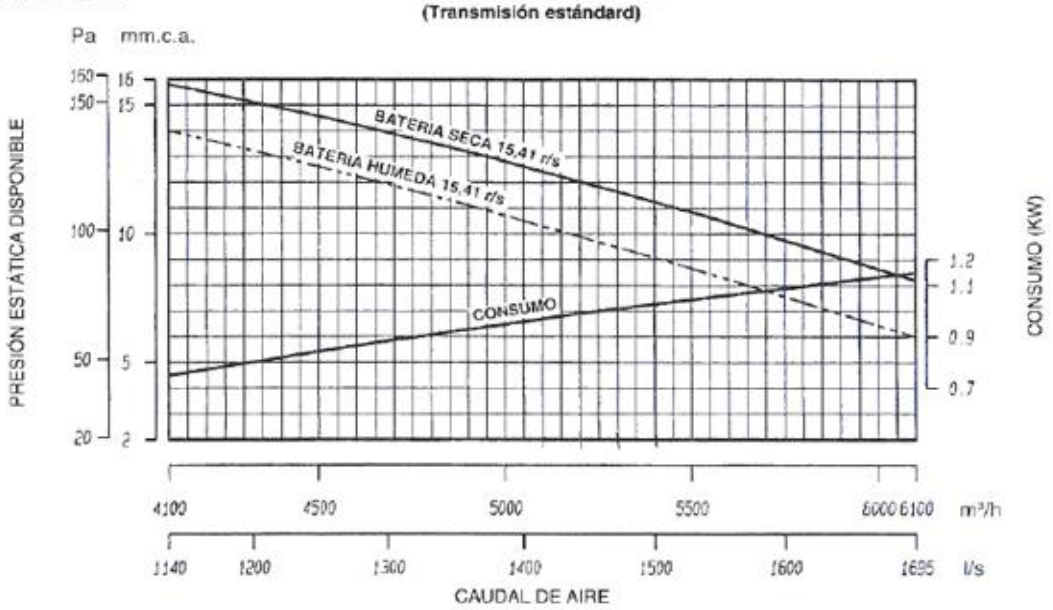
* Basado en las condiciones de las normas Eurovent:
Temperatura del aire de refrigeración 27°C bulbo seco/19°C bulbo húmedo, temperatura de entrada/salida del agua 7°C/12°C
Calefacción con 2 tubos: Temperatura del aire de 20°C, temperatura de entrada del agua de 50°C, igual caudal de agua que en refrigeración
Calefacción con 4 tubos: Temperatura del aire 20°C, temperatura de entrada/salida del agua 70°C/60°C

11.6. Ventiladors

Curvas de ventilación (estándard)

Modelo 40ALZ 007

REGULACIÓN POLEA MOTOR
(Transmisión estándard)

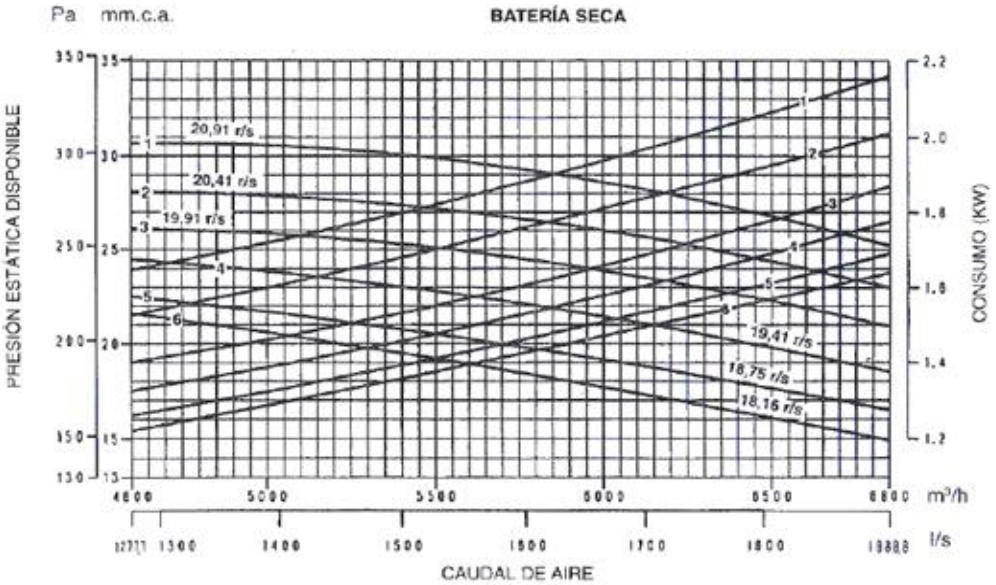


Datos transmisión std.	
Motor:	1.5 C.V. (1,104 KW)
Poleas:	– Motor: ø 100; Eje ø 24
	– Ventilador: ø 125; Eje ø 20
Abertura polea motor std: Abierta 4 vueltas	

Caudal de aire nominal	
Batería húmeda	Batería seca
Caudal: 1416 l/s	Caudal: 1416 l/s
P. estática: 105 Pa	P. estática: 125 Pa

Curvas de ventilación Transmisiones especiales (Opción)

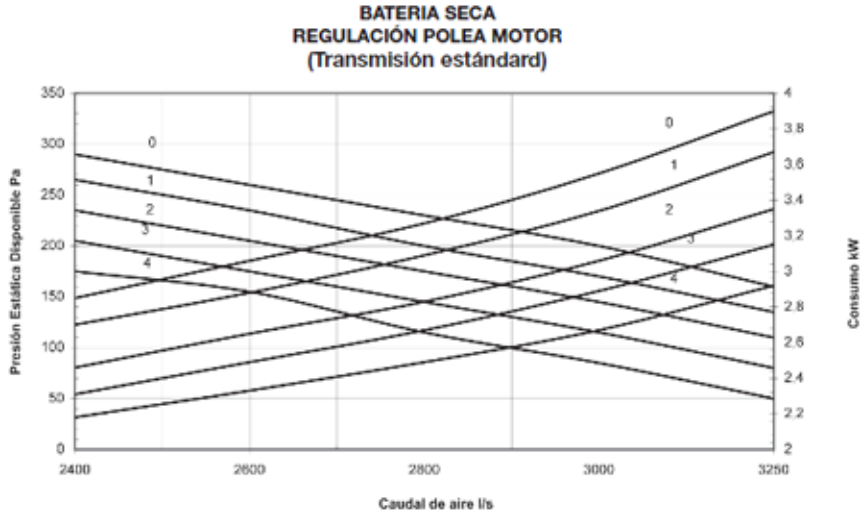
Modelo 40ALZ 008



Polea motor transmisión especial	
1-Cerrada	4-Abierta 3 vuelta
2-Abierta 1 vuelta	5-Abierta 4 vuelta
3-Abierta 2 vuelta	6-Abierta 4-1/2 vuelta

Curvas de ventilación

Modelo "40ALZ 016"

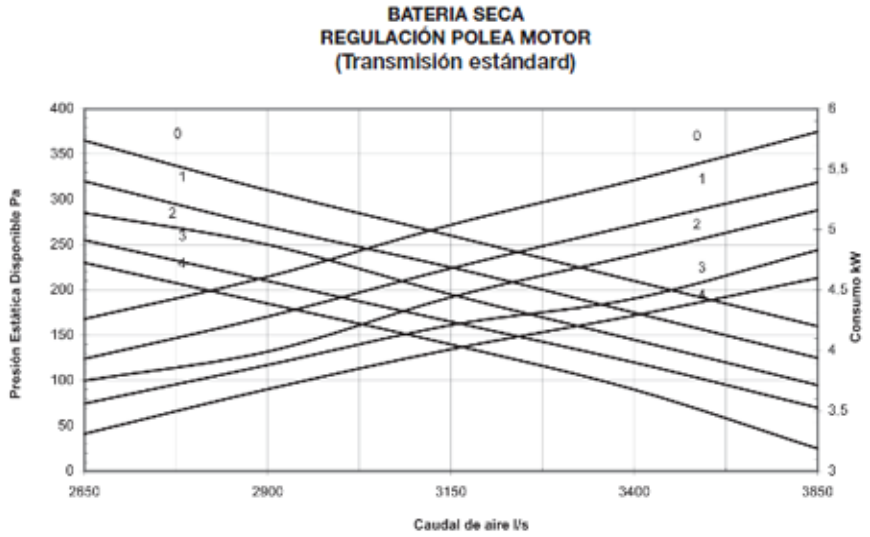


Datos de transmisión std.	
Motor:	4 C.V. (2,944 kW)
Poleas:	-Motor: ø 125; Eje ø 28
	-Ventilador: ø 175; Eje ø 25
Abertura polea motor std: Abierta 2 vueltas	

Caudal de aire nominal	
Batería húmeda	Batería seca
Caudal: 2820 l/s	Caudal: 2820 l/s
P. estática: 120 Pa	P. estática 160 Pa

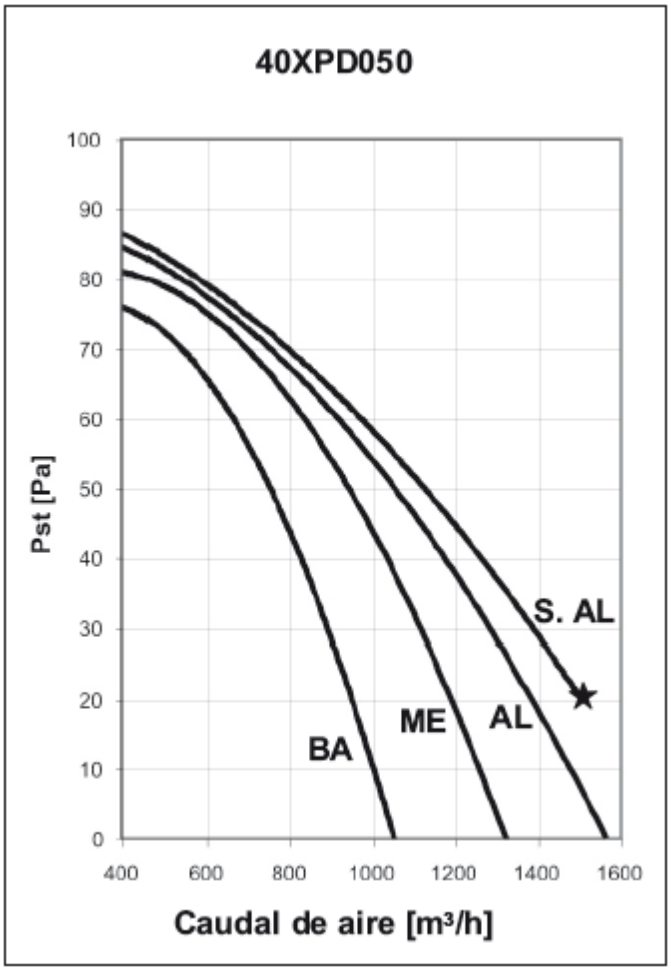
Curvas de ventilación

Modelo "40ALZ 020"

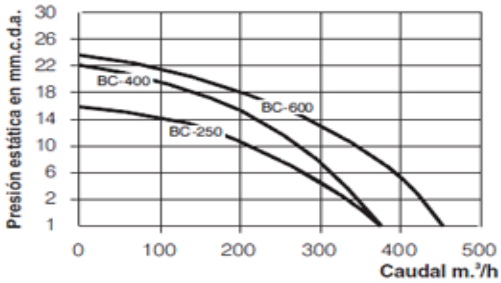


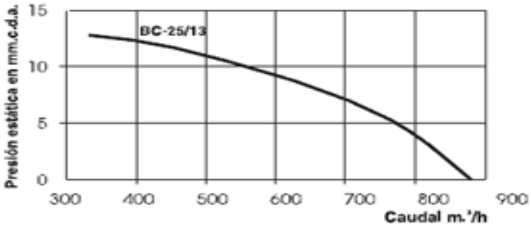
Datos de transmisión std.	
Motor:	5,5 C.V. (4,048 kW)
Poleas:	-Motor: ø 150; Eje ø 28
	-Ventilador: ø 175; Eje ø 25
Abertura polea motor std.: Abierta 2 $^{1}/_{2}$ vueltas	

Caudal de aire nominal	
Batería húmeda	Batería seca
Caudal: 3120 l/s	Caudal: 3120 l/s
P. estática: 120 Pa	P. estática 180 Pa



Código	Tipo	Poten-cia	m³/h	r.p.m	Cotas					
					A	B	C	Ø	D	E
SERIE BC - MODELO «OBRA» (GALVANIZADA)										
CV 02 031	**BC 250**	65 W	290	2450	300	300	230	120	—	—
CV 02 032	**BC 400**	80 W	375	2400	300	300	195	110	—	—
CV 02 033	**BC 600**	85 W	460	1250	425	375	195	110	—	—
CV 01 006	**BC 25/13**	1/10 CV	875	890	500	490	300	—	267	175





RENDIMIENTO serie BV (transmisión a poleas)

Rendimiento a CAUDAL y PRESIÓN, más normales de esta serie.

Modelo	Caudal aire m³/h	PRESIÓN ESTÁTICA (mm c.d.a.)																	
		10		15		20		25		30		35		40		45		50	
		CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm	CV	rpm
BV 19/19 7/7	750	0,25	900	0,25	1.100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.000	0,25	905	0,33	1.060	0,50	1.250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.250	0,33	950	0,50	1.100	0,50	1.275	0,75	1.400	0,75	1.575	—	—	—	—	—	—	—	—
	1.500	0,50	1.000	0,75	1.150	0,75	1.300	0,75	1.450	1	1.575	—	—	—	—	—	—	—	—
	2.000	0,75	1.200	1	1.250	1	1.400	1	1.500	1	1.600	—	—	—	—	—	—	—	—
BV 25/25 9/9	2.000	0,25	760	0,33	880	0,50	1.000	0,50	1.100	0,50	1.200	0,75	1.260	—	—	—	—	—	—
	2.500	0,33	800	0,50	900	0,50	1.025	0,75	1.120	0,75	1.210	0,75	1.320	1	1.400	—	—	—	—
	3.000	0,50	840	0,50	950	0,75	1.050	0,75	1.150	1	1.250	1	1.330	1	1.425	—	—	—	—
BV 28/28 10/10	3.000	0,50	800	0,50	900	0,75	965	0,75	1.050	0,75	1.110	1	1.200	1	1.270	1	1.350	—	—
	3.500	0,50	800	0,75	920	1	1.000	1	1.075	1	1.150	1	1.225	1	1.300	1,50	1.350	1,50	1.425
	4.000	0,75	920	1	1.000	1	1.075	1	1.150	1,50	1.205	1,50	1.275	1,50	1.320	1,50	1.400	1,50	1.450
	4.500	1	1.000	1,50	1.080	1,50	1.150	1,50	1.200	1,50	1.275	1,50	1.320	2	1.375	2	1.435	2	1.500
BV 33/33 12/12	4.000	0,50	560	0,50	675	0,75	750	0,75	830	1	900	1,50	960	—	—	—	—	—	—
	4.500	0,75	600	0,75	700	0,75	770	1	840	1,50	910	2	970	—	—	—	—	—	—
	5.000	0,75	610	1	720	1	800	1	850	1,50	920	2	980	—	—	—	—	—	—
	5.500	1	680	1	750	1,50	820	1,50	875	1,50	940	2	1.000	2	1.060	2	1.120	2	1.160
	6.000	1	710	1,50	770	1,50	840	1,50	900	2	960	2	1.020	2	1.065	2	1.140	3	1.180
	6.500	1,50	750	1,50	810	2	870	2	920	2	990	2	1.040	3	1.100	3	1.150	3	1.200
BV 39/39 15/15	6.000	0,75	510	0,75	560	1	630	1,50	710	1,50	775	1,50	830	2	875	2	950	2	980
	7.000	1	575	1,50	610	1,50	680	1,50	750	2	800	2	850	2	900	3	950	3	1.000
	8.000	1,50	600	1,50	675	2	720	2	770	3	820	3	865	3	910	3	965	3	1.010
	9.000	2	670	2	710	3	760	3	830	3	870	3	915	4	980	4	980	4	1.040
	10.000	3	705	3	760	3	800	3	850	4	900	4	930	4	1.000	5,50	1.020	5,50	1.050
	11.000	3	760	4	800	4	845	4	900	4	930	5,50	970	5,50	1.020	5,50	1.050	5,50	1.090
BV 47/47 18/18	9.000	1,50	460	1,50	520	2	570	2	620	2	660	3	700	3	740	3	770	3	810
	10.000	1,50	500	2	550	2	600	3	640	3	680	3	720	3	760	4	790	4	820
	11.000	2	530	3	575	3	620	3	660	3	700	3	740	4	780	4	805	4	840
	12.000	2	560	3	605	3	650	4	690	4	730	4	765	5,50	800	5,50	830	5,50	865
	13.000	3	600	3	630	4	680	4	710	5,50	750	5,50	785	5,50	820	7,50	850	7,50	880
	14.000	4	630	4	675	5,50	705	5,50	740	5,50	780	7,50	805	7,50	845	7,50	875	7,50	900
	15.000	4	660	4	700	5,50	735	5,50	770	5,50	805	7,50	830	7,50	860	7,50	905	7,50	935
	16.000	7,50	705	7,50	735	7,50	760	7,50	800	7,50	835	7,50	860	7,50	900	—	—	—	—
	17.000	7,50	730	7,50	765	7,50	800	7,50	830	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

11.7. Col·lectors solars

Referencia:	**249 634**
Denominación:	**SchücoSol U.5 DG Natur**

Captador plano

Dimensiones (L x A x G):		2152 x 1252 x 108 mm	
Área del captador:		2,69	m^2
Peso:		73,7	kg
Rendimiento:	η_0 =	79,8	%
Coeficiente de pérdida calorífica:	a_1 =	2,275	W/m^2K
	a_2 =	0,022	W/m^2K^2
Factor corrección rad. inclin.:	$K_{(50)}$ =	0,90	
Potencia térmica nominal:		2,0	kW

Absorbedor

Emisión:	ε = 5,0	%
Absorción:	α = 95,0	%
Área absorbedor:	2,51	m^2
Área de apertura:	2,47	m^2
Material/Recubrimiento:	Cobre / Absorción altamente selectiva	

Parte hidráulica

Fluido caloportador admisible:	Líquido solar Schüco HT	
Capacidad fluido caloportador:	2,0	l
Pérdida presión (2,5l/min - líquido solar):	200	mbar
Conexión:	18,0	mm tubo Cu
Tipo de conexión:	Racor con anillo compresión	
Presión máx. de trabajo:	10	bar
Temperatura de parada A: (G_S = 1000 W/ m^2; t_{ss} = 30 °C)	232	°C
Temperatura de parada B: (G_S = 1100 W/ m^2; t_{ss} = 40 °C)	257	°C
Temperatura máx. con impulsión:	120	°C

Cubierta frontal

Cristal solar:	4 x antirreflejo, en hierro, alta transparencia	
Índice de transmisión:	>90,0	%
Grosor:	interior 3 mm, exterior 4 mm	

Carcasa

Material	Aluminio pulido
Juntas:	EPDM / Silicona
Aislamiento:	40 mm lana mineral

SchücoSol U.5 DG

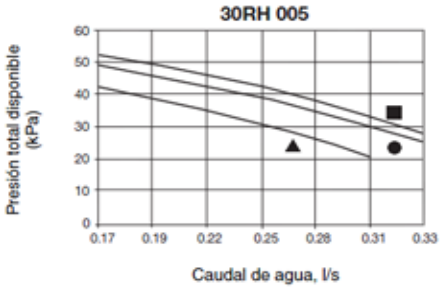
SchücoSol U.5 es un captador plano de alto rendimiento de la serie Schüco Premium con tecnología de acristalamiento doble. Este captador no sólo es apto para el calentamiento de agua potable y agua caliente sanitaria, sino también para aplicaciones de altas temperaturas, tales como la refrigeración y el calor industrial a través de instalaciones solares. La reducción sistemática de la pérdida de calor frontal gracias al acristalamiento doble y a un revestimiento antirreflectante de 4 capas permite un aumento del rendimiento solar particularmente elevado.
El absorbedor presenta un recubrimiento dotado de una absorción altamente selectiva. La chapa y tubos absorbedores están conectados mediante el proceso de soldadura por ultrasonido. En el desarrollo del producto, además de la optimización del rendimiento, se da la máxima importancia a una vida útil larga, un sencillo montaje y una conexión hidráulica fácil. El captador está equipado con un serpentín especial con tubos colectores y 4 tomas instaladas en los lados cortos del captador. Esto hace que sea especialmente idóneo para grandes campos. Los captadores se montan generalmente en horizontal.
Es posible conectar hidráulicamente hasta 13 captadores en serie. El SchücoSol U.5 DG necesita el líquido solar Schüco HT resistente a altas temperaturas como fluido caloportador.

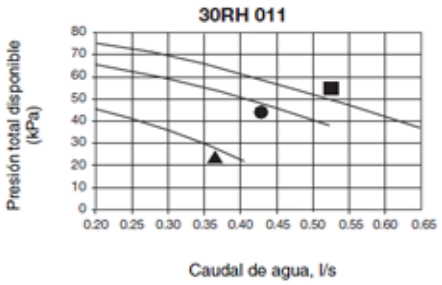
Características de calidad, certificados

- Óptimo para aplicaciones a altas temperaturas como, por ejemplo, refrigeración o calefacción industrial mediante sistemas solares.
- Acristalamiento doble de alta transparencia y relleno de gas inerte con recubrimiento antirreflectante de 4 capas para evitar la pérdida de calor frontal.
- Alta efectividad gracias al recubrimiento con absorción altamente selectiva.
- Mínima pérdida de energía, aislamiento térmico óptimo.
- Tipo de instalación: disposición horizontal uno al lado del otro, montaje sobre tejado o cubierta plana.
- Su marco estable de aluminio y su recubrimiento posterior también de aluminio garantizan una larga vida útil
- La utilización de materiales de alta calidad y resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas proporciona una alta seguridad de funcionamiento y una larga vida útil.
- Montaje sencillo, optimizado para grandes instalaciones
- Blauer Engel
- Directiva 97/23/CE (Directiva sobre aparatos a presión)
- Marca CE
- Ensayos según UNE EN 12975–2 incl. ensayo de impacto con granizo.
- Ensayado en CENER

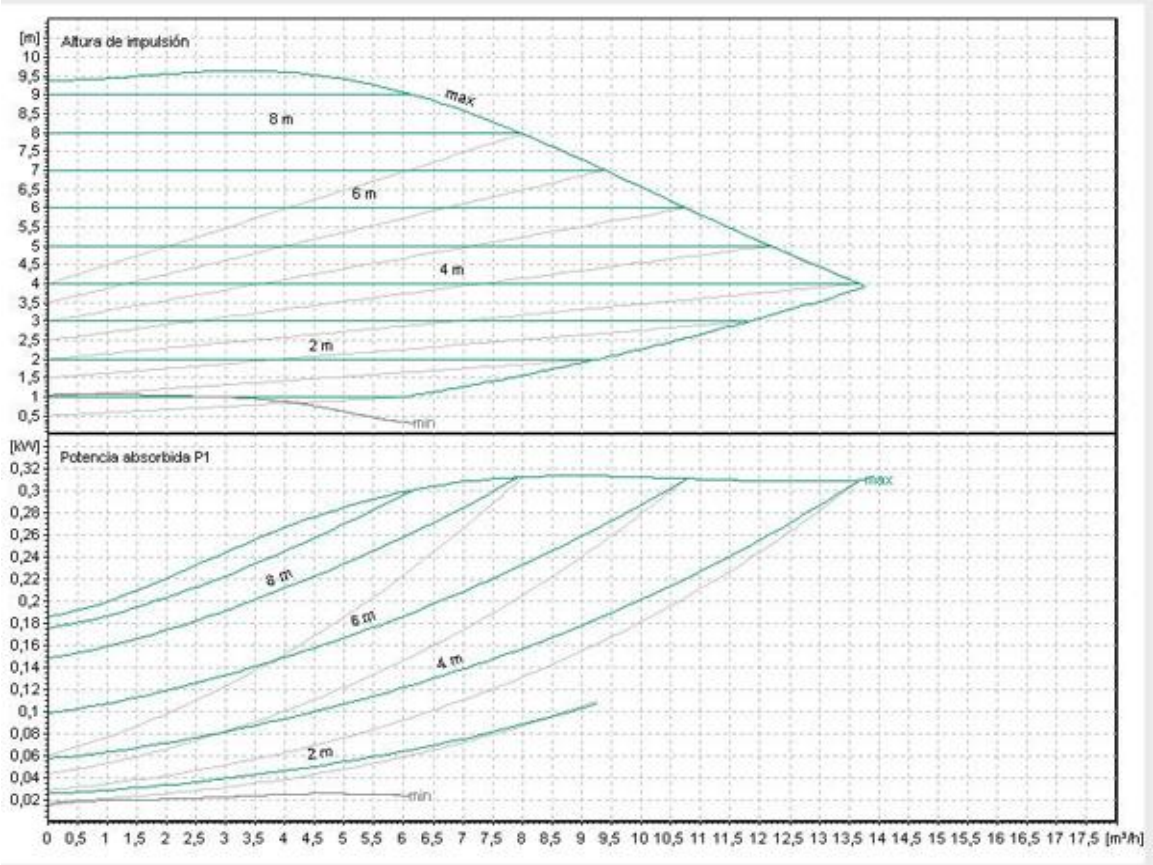
11.8. Bombes hidràuliques

Presión total disponible

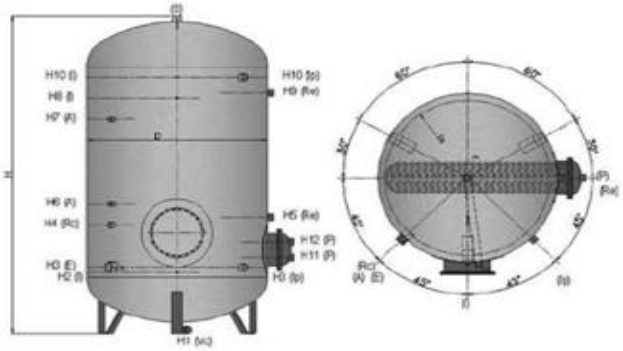




Willo Stratos
WILO


Altura de impulsión
[m]
max
8 m
6 m
4 m
2 m
min
Potencia absorbida P1
[kW]
max
8 m
6 m
4 m
2 m
min
[m³/h]

11.9. Interacumulador



CONDICIONES DE DISEÑO

	Presión diseño	Temperatura diseño
Depósito	8 bar	95°C
Serpentín	8 bar	95°C

Bajo petición se pueden suministrar acumuladores para otras presiones de diseño (6 y 10 bar), así como otras capacidades y dimensiones.

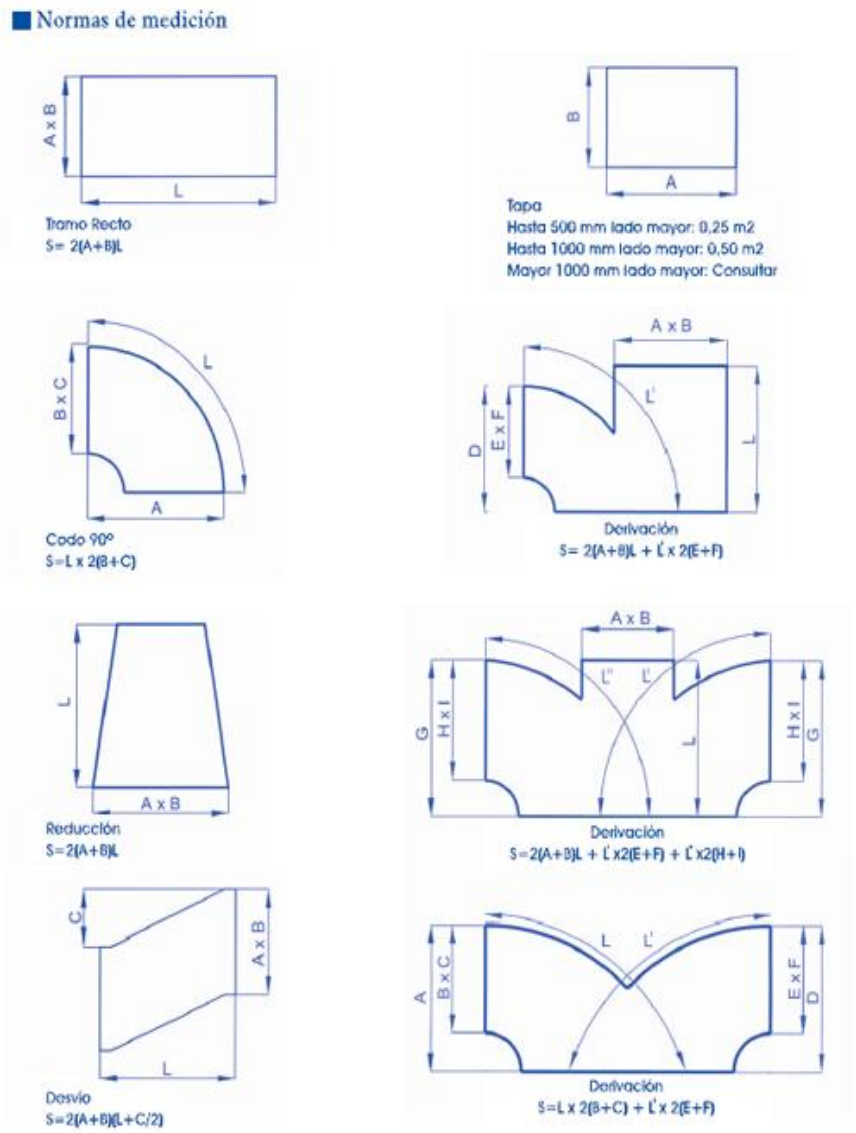
E - Entrada agua fría
S - Salida agua caliente
Rc - Recirculación
A - Ánodo de protección catódica
Re - Resistencia eléctrica
Ip - Salida a intercambiadores de placas externas
Vc - Vaciado
I - Instrumentación
P - Conexiones a serpentín

DIMENSIONES PARA TODOS LOS MODELOS - TC1 - TC2 - TC1/2

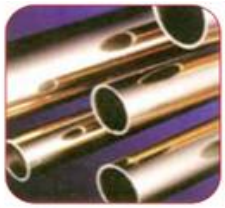
Vol. (litros)	Dimensiones (mm)															Conexiones roscas gas hembra							
	D	Ds	H	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	E	S	Rc	A	Re	Ip	Vc*	I	P
4.000	1.400	1.291	2.934	61	554	604	1.004	1.079	1.204	2.004	2.204	2.254	2.404	61	554	2"1/2	2"1/2	1"1/2	1"1/4	2"	2"	2"	1/2"	2"

Capacidad nominal (litros)	Código	Superficie intercambio (m²)	Volumen serpentín (litros)	Potencia (kw)	Producción (litros/h)	Peso (kg)
4.000	IV400TC26L808	3,31	10,2	81	2.000	780

11.10. Conductes d'aire



11.11. Canonades d'aigua



Tubería rígida de cobre Tipo "L"

Productos, Medidas y Especificaciones

Descripción General

Tubería de cobre tipo "L" en medidas nominales de 1/4" a 4".

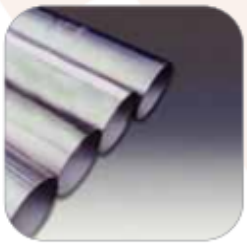
Especificaciones Generales

La tubería rígida de cobre se fabrica bajo la Norma ASTM B88. Se usa en instalaciones de Gas Combustible y Medicinal, tomas Domiciliarias de Agua fría y caliente Potable, en instalaciones de fluidos a presión en condiciones mas severas de servicio y seguridad.

TUBERIA DE COBRE TIPO L

PRESENTACION TRAMOS STANDARD DE 6.10 MTS.

MEDIDA NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	GRUESO PARED	PESO KGS. POR METRO	PESO KGS. POR TRAMOS	PRESION MAXIMA Lbs. x Pulg.²	PRESION CONSTANTE Lbs. x Pulg.²	FLUJO EN LITROS X MINUTO
1/4" 6.35 mm.	.375" 9.525 mm.	.030" .762 mm.	87	1.143	7200	1440	
3/8" 9.5 mm.	.500" 12.700 mm.	.035" .889 mm.	.295	1.798	6300	1260	7.089
1/2" 12.7 mm.	.625" 15.875 mm.	.040" 1.016 mm.	.424	2.585	5760	1152	13.493
5/8" 15.8 mm.	.750" 19.050 mm.	.042" 1.067 mm.	.539	3.285	5040	1008	
3/4" 19 mm.	.875" 22.225 mm.	.045" 1.143 mm.	.677	4.126	4632	926	36.336
1 " 25 mm.	1.125 " 28.575 mm.	.050 " 1.270 mm.	.975	5.938	4000	800	74.94
1 1/4 " 32 mm.	1 375 " 34.925 mm.	.055 " 1.397 mm.	1.315	8.019	3600	720	132.66
1 1/2" 38 mm.	1.625" 41.275 mm.	.060" 1.524 mm.	1.696	10.369	3323	664	212.56
2 " 51 mm.	2.125 " 53.975 mm.	.070 " 1.778 mm.	2.604	15.894	2965	593	450.79
2 1/2" 64 mm.	2.625" 66.675 mm.	.80" 2.032 mm.	3.690	22.489	2742	548	811.12
3" 76 mm.	3.125 " 79.375 mm.	.090 " 2.286 mm.	4.955	30.173	2592	518	1314.90
3 1/2" 89 mm.	3.625" 92.075 mm.	100" 2.540 mm.	6.384	38.942	2482	496	
4" 102 mm.	4.125" 102.77 mm.	.110" 2.794 mm.	8.005	48.789	2400	480	2827.77
5" 125 mm.	5.125" 142.87 mm.	.125" 3.175 mm.	11.325	69.076	2195	439	5173.35



TUBERIA CON COSTURA ASTM A-312					
TAMAÑO	DIÁMETRO EXTERNO	SCH 106 GROS.PARED	PESO K/M	SCH 40S GROS.PARED	PESO K/M
1/4"	13.72mm	1.65mm	0 50	2.24mm	0.64
3/8"	17.15mm	1.65mm	0.64	2.31mm	0.86
1/2"	21.34mm	2.11mm	1.02	2.77mm	1.29
3/4"	26.67mm	2.11mm	1.30	2.87mm	1.71
1"	33.40mm	2.77mm	2.13	3.38mm	2.54
1 1/4"	42.16mm	2.77mm	2.74	3.56mm	3.45
1 1/2"	48.26mm	2.77mm	3.16	3.68mm	4.11
2"	60.33mm	2.77mm	4.00	3.91mm	5.53
2 1/2"	73.03mm	3.05mm	5.35	5.16mm	8.78
3"	88.90mm	3.05mm	6.56	5.49mm	11.50
4"	114.30mm	3.05mm	8.51	6.02mm	16.30
6"	168.28mm	3.40mm	14.10	7.11mm	28.70
8"	219.08mm	3.40mm	20.30	8.18mm	43.20

11.12. Vàlvules i vasos d'expansió

SOLAR-PLUS: in the solar circuit, the particularly high temperature requires heat relief. He solar liquid reaches temperatures higher than 392°F, evaporates and can reach the solar station damaging essential parts such as pumps, fittings, gaskets and above all the tank membrane. ZILMET has developed a special membrane that can withstand temperatures of over 212°F.

Overall Specifications and Conditions						
max working pressure					10 bar	
max operating temperature - membrana					+ 100°C	
max operating temperature - system					+ 120°C	
Factory precharge					+2,5 bar	
Colore					White - Red	
Model	**Code**	**Type litres**	**Diameter mm**	**Height mm**	**Max pressure**	**Connection**
SOLAR - PLUS 18	11A2001811	18	270	350	10	-

03 VÁLVULA DE BOLA 2 VÍAS MOTORIZADA

Serie R2S

CONSTRUCCIÓN

- Cuerpo: **Latón**
- Junta de bola: **PTFE**
- Junta de vástago: **O-ring viton**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

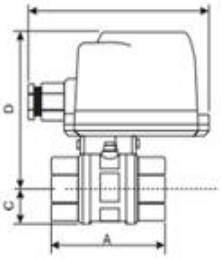
- Presión nominal: **16 bar**
- Presión diferencial: **6 bar**
- Temperatura de trabajo: **-20°C a 120°C**
- Protección: **IP55**
- Voltaje: **230V 50Hz**
- Potencia absorbida: **4Watt**
- Par de fuerza: **9Nm**
- Tiempo de maniobra: **90 sec.**
- Temperatura ambiente: **0°C / +60°C**
- Contactos auxiliares: **5 (1) A**

APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

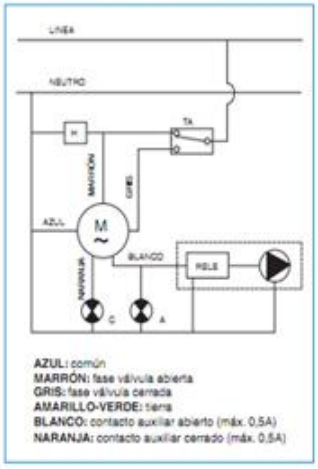
Distribución de agua sanitaria, plantas industriales, refrigeración, irrigación, energías alternativas.

DIMENSIONES

Código	DN	Ø	A	C	D	Kv
AA 03 711	15	1/2"	73	17	107	16,2
AA 03 712	20	3/4"	84	21,5	111,5	26,5
AA 03 713	25	1"	95	26	116	47
AA 03 714	32	1-1/4"	107	32,5	122,5	70
AA 03 715	40	1-1/2	120	39,5	129,5	145



CONEXIONADO ELÉCTRICO



05 VÁLVULA DE RETENCIÓN DE DISCO ACERO INOXIDABLE

Válvula de retención de pequeñas dimensiones y poco peso. Se puede instalar en cualquier posición, incluso en caso de flujo descendente.

CONSTRUCCIÓN

- Cuerpo: **Inox. CF8M/WCB**
- Disco: **Inox. CF8M/WC8**
- Muelle: **AISI 316**
- Tornillos: **AISI 316**

CONDICIONES DE TRABAJO

- Temperatura máx.: **250°C**
- Prueba hidrostática: **60 bar**
- Presión de cierre: **40 bar**

Montaje

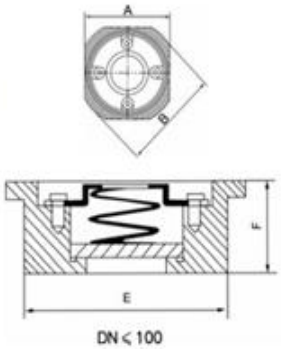
- Tipo wafer entre bridas DIN PN10/16/25/40

APLICACIONES

Agua, vapor, aire, aceite y fluidos agresivos

DIMENSIONES

Cod.	Size	A	B	E	F
AA 05 071	15	45	53	43	16
AA 05 072	20	55	63	53	19
AA 05 073	25	65	73	63	22
AA 05 074	32	78	84	75	28
AA 05 075	40	88	94	86	31,5
AA 05 076	50	98	109	95	40
AA 05 077	65	118	129	115	46
AA 05 078	80	134	144	131	50
AA 05 079	100	154	170	151	60



02 VÁLVULAS DE ASIENTO DE BRONCE PN-16 JENKINS (de interrupción) y ASIENTO CÓNICO (de regulación)

CONSTRUCCIÓN

- Cuerpo: Bronce
- Bonete: Latón
- Eje: Latón
- Volante: Aluminio
- Cierre:
  - Jenkins: Mediante anillo de teflón
  - Asiento cónico: Mediante un cono de latón afinado
- Conexiones: Roscas BSP

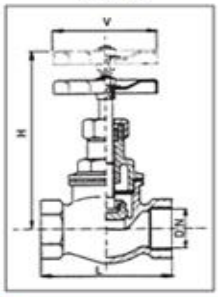
CONDICIONES DE TRABAJO

- Presión nominal: 16 bar
- Temperatura máxima: 180 °C

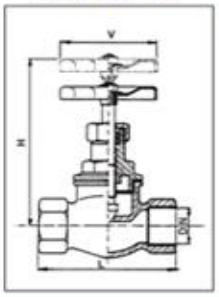
APLICACIONES

- Agua caliente y fría, vapor, aire comprimido, freón, aceites minerales y vegetales, etc...

JENKINS



ASIENTO CÓNICO



DIMENSIONES EN mm

DN	L	H	V	KG
1/4	45	75	50	0,100
3/8	45	75	50	0,150
1/2	50	85	50	0,250
3/4	60	95	50	0,370
1"	70	105	60	0,520
1"-1/4	85	118	70	0,870
1"-1/2	90	130	80	1,150
2"	110	145	80	1,900

ANNEX 12: SUMARI DE FIGURES

Figura 1. *Tancament tipus B amb aïllament Colover.* 5
Figura 2. *Exemple de forjat amb volta ceràmica.* 8
Figura 3. *Parquet amb aïllament IBR-Isover.* 10
Figura 4. *Finestra de triple vidre (Climati).* 14
Figura 5. *Esquema del procés de condicionament típic d'estiu.* 39
Figura 6. *Esquema del procés de condicionament típic d'hivern.* 40
Figura 7. *Exemple del procés de càlcul pel cicle de refrigeració (iteració 1 de la zona 2).* 51
Figura 8. *Exemple del procés de càlcul pel cicle de calefacció (zona 4).* 51
Figura 9. *Exemple del procés de càlcul del cicle de refrigeració d'un fancoil (hall).* 64
Figura 10. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 82
Figura 11. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 2.* 82
Figura 12. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 3.* 83
Figura 13. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 4.* 83
Figura 14. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 5.* 84

Figura 15. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'impulsió de la zona 6.* 84

Figura 16. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 95

Figura 17. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 2.* 96

Figura 18. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 3.* 96

Figura 19. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 3.* 97

Figura 20. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 5.* 97

Figura 21. *Perfil de pressions del conducte principal de la xarxa d'extracció de la zona 6.* 98

Figura 22. *Orientació i inclinació dels captadors.* 117

Figura 23. *Percentatge d'energia perduda per orientació i inclinació dels captadors.* 117

Figura 24. *Esquema del circuit primari.* 121

ANNEX 13:

SUMARI DE TAULES

Taula 1. *Superfície de murs exteriors.* 6
Taula 2. *Superfície de murs interiors.* 7
Taula 3. *Superfície ocupada pel sostre.* 8
Taula 4. *Superfície ocupada pel terra.* 10
Taula 5. *Superfície de portes de fusta.* 11
Taula 6. *Superfície de portes de vidre sense fusteria.* 12
Taula 7. *Superfície de portes dobles de vidre sense fusteria.* 12
Taula 8. *Superfície de portes de vidre amb cambra d'aire Primalit.* 13
Taula 9. *Superfície de portes d'emergència.* 13
Taula 10. *Superfície de finestres grans.* 14
Taula 11. *Superfície de finestres petites.* 15
Taula 12. *Càrrega de calefacció per transmissió.* 18
Taula 13. *Cabal mínim d'aire exterior de ventilació.* 19
Taula 14. *Cabal d'infiltracions i de ventilació.* 20
Taula 15. *Càrrega de calefacció per infiltració i ventilació.* 21
Taula 16. *Càrrega total de calefacció.* 23
Taula 17. *Càrrega de refrigeració per radiació per elements transparents.* 26
Taula 18. *Càrrega de refrigeració per radiació i transmissió a través de les parets i el sostre.* 27
Taula 19. *Càrrega de refrigeració per transmissió a través de parets i sostres no exteriors.* 28
Taula 20. *Càrrega sensible de refrigeració deguda a l'aire de ventilació.* 30

Taula 21. *Càrrega sensible de refrigeració per ocupació del local.* 31

Taula 22. *Càrrega de refrigeració per il·luminació del local.* 32

Taula 23. *Càrrega sensible de refrigeració.* 33

Taula 24. *Càrrega latent de refrigeració deguda a l'aire d'infiltracions i ventilació.* 34

Taula 25. *Càrrega latent de refrigeració per ocupació.* 36

Taula 26. *Càrrega latent de refrigeració.* 37

Taula 27. *Càrrega total de refrigeració.* 38

Taula 28. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 2.* 41

Taula 29. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 2.* 41

Taula 30. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 2.* 43

Taula 31. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 4.* 43

Taula 32. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 4.* 44

Taula 33. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 4.* 45

Taula 34. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 5.* 45

Taula 35. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 5.* 46

Taula 36. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 5.* 47

Taula 37. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 6.* 48

Taula 38. *Dades finals pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu de la zona 6.* 48

Taula 39. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern de la zona 6.* 49

Taula 40. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del climatitzador de la zona 1.* 53

Taula 41. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del climatitzador de la zona 1.* 54

Taula 42. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del hall.* 54

Taula 43. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del hall.* 55

Taula 44. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 1.* 55

Taula 45. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 1.* 56

Taula 46. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 2.* 56

Taula 47. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 2.* 57

Taula 48. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 3.* 57

Taula 49. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 3.* 58

Taula 50. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de l'oficina 4.* 58

Taula 51. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de l'oficina 4.* 59

Taula 52. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del climatitzador de la zona 3.* 60

Taula 53. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del climatitzador de la zona 3.* 60

Taula 54. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil de la sala de descans.* 61

Taula 55. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil de la sala de descans.* 62

Taula 56. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del lavabo de dones.* 62

Taula 57. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del lavabo de dones.* 63

Taula 58. *Dades pel càlcul de la potència de refrigeració en règim d'estiu del fancoil del lavabo d'homes.* 63

Taula 59. *Dades pel càlcul de la potència de calefacció en règim d'hivern del fancoil del lavabo d'homes.* 64

Taula 60. *Cabal, impulsors i cabal per impulsor de cada estància.* 65

Taula 61. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 67

Taula 62. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 2.* 67

Taula 63. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 3.* 68

Taula 64. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 4.* 68

Taula 65. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 5.* 70

Taula 66. *Característiques bàsiques de la xarxa d'impulsió de la zona 6.* 70

Taula 67. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 71

Taula 68. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 2.* 72

Taula 69. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 3.* 72

Taula 70. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 4.* 73

Taula 71. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 5.* 74

Taula 72. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'impulsió de la zona 6.* 74

Taula 73. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 75

Taula 74. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 2.* 76

Taula 75. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 3.* 76

Taula 76. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 4.* 76

Taula 77. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 5.* 78

Taula 78. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'impulsió de la zona 6.* 78

Taula 79. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 1.* 79

Taula 80. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 2.* 79

Taula 81. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 3.* 80

Taula 82. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 4.* 80

Taula 83. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 5.* 80

Taula 84. *Pressió als nusos de la xarxa d'impulsió de la zona 6.* 81

Taula 85. *Cabal, reixetes d'extracció i cabal per reixeta de cada estància.* 85

Taula 86. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 87

Taula 87. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 2.* 88

Taula 88. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 3.* 88

Taula 89. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 4.* 88

Taula 90. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 5.* 89

Taula 91. *Característiques bàsiques de la xarxa d'extracció de la zona 6.* 89

Taula 92. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 89

Taula 93. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 2.* 90

Taula 94. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 3.* 90

Taula 95. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 4.* 90

Taula 96. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 5.* 91

Taula 97. *Velocitat de l'aire i dimensions dels trams de la xarxa d'extracció de la zona 6.* 91
Taula 98. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 91
Taula 99. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 2.* 92
Taula 100. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 3.* .. 92
Taula 101. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 4.* .. 92
Taula 102. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 5.* .. 93
Taula 103. *Pèrdues de càrrega per tram de la xarxa d'extracció de la zona 6.* .. 93
Taula 104. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 1.* 93
Taula 105. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 2.* 94
Taula 106. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 3.* 94
Taula 107. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 4.* 94
Taula 108. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 5.* 94
Taula 109. *Pressió als nusos de la xarxa d'extracció de la zona 6.* 95
Taula 110. *Difusors de la xarxa d'impulsió.* 99
Taula 111. *Reixetes de la xarxa d'extracció.* 101
Taula 112. *Cabal d'aigua als trams de la xarxa de canonades de la zona 1.* 104
Taula 113. *Cabal d'aigua als trams de la xarxa de canonades de la zona 3.* 104
Taula 114. *Velocitats i diàmetres dels trams de la xarxa de la zona 1.* 105
Taula 115. *Velocitats i diàmetres dels trams de la xarxa de la zona 3.* 105
Taula 116. *Pèrdues per accessoris segons el diàmetre de la canonada.* 106
Taula 117. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 1).* 106
Taula 118. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 2).* 107
Taula 119. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 1).* 109
Taula 120. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 2).* 109
Taula 121. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 1 (part 3).* 111
Taula 122. *Pèrdues de càrrega als trams de la xarxa de la zona 3 (part 3).* 111
Taula 123. *Dades prèvies al càlcul de la superfície de captació dels col·lectors solars.* 116
Taula 124. *Resultats del càlcul de la superfície de captació.* 118
Taula 125. *Cabal, diàmetre, velocitat i pèrdua de càrrega lineal del circuit primari d'ACS.* 122
Taula 126. *Pèrdues per accessoris segons el diàmetre de la canonada.* 123
Taula 127. *Accessoris i accidents del circuit primari d'ACS.* 123
Taula 128. *Pèrdues de càrrega totals del circuit primari d'ACS.* 124
Taula 129. *Pèrdues de càrrega total del circuit segons el ramal.* 124