

1. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

1.1. MEMORIA

Para el desarrollo de la instalación de climatización se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- RD 1027/2007 del 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Corrección de errores al RITE. BOE nº 51, del 28 de febrero de 2008.
- CTE DB HE 1.
- Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto. Guía Técnica IDEA.

1.1.1. CONDICIONES DE PARTIDA

Las condiciones de partida son la que recomienda el RITE en su IT 1.1, es decir,

	Verano	Invierno
Temperatura (°C)	23 °C	21 °C
Humedad (%)	-	-

La velocidad media del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar.

Las condiciones exteriores del proyecto se toman para la zona climática según la Guía de condiciones climáticas de la Agencia Estatal de Meteorología que ofrece los registros de los últimos 10 años. Consideramos un Nivel Percentil del 99% para las condiciones de invierno y del 2% para las condiciones de verano.

Provincia	Estación	Indicativo
A Coruña	A Coruña (Estación completa)	1387

UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.s.m. (m)	Lat.	Long.	T. seca	Hum. relativa	T. terreno	Rad
58	43°22'02"	08°25'10"W	87.600 (1998-2007)	(2)18.980 (1998-2007)	14.600 (1998-2007)	58.384 (1998-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
0,6	4,4	5,6	8,0	77	21,6

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	11,0	11,8	128	280	0	1,5	10,6
Febrero	10,9	12,0	119	257	0	2,5	10,9
Marzo	12,5	13,6	89	234	1	3,4	12,7
Abril	12,7	13,7	77	219	0	4,6	14,3
Mayo	14,9	15,8	34	160	2	5,6	17,1
Junio	17,6	18,5	5	86	12	6,2	20,1
Julio	18,8	19,7	1	53	16	6,2	21,6
Agosto	19,5	20,4	0	38	21	5,6	22,1
Septiembre	18,4	19,7	2	60	13	4,2	20,6
Octubre	16,2	17,4	18	123	5	2,5	17,5
Noviembre	13,0	14,0	71	210	0	1,6	13,7
Diciembre	11,4	12,3	116	267	0	1,3	11,2

Si la localidad donde se ubica el edificio no está en ninguna de las tablas se toma la estación meteorológica más próxima y, si procede, se corrige la temperatura disminuyendo 1 °C por cada 100 metros de aumento de altura.

En los casos en que en la tabla de valores medios mensuales no aparezca la temperatura del suelo esta se obtendrá aplicando la fórmula:

$$T_{\text{terr}} = 0,0069 TA^2 + 0,963 TA + 0,6965; \text{ donde TA es la temperatura más baja del año.}$$

Como temperatura de los locales no calefactados se toma el valor medio de las temperaturas interior y exterior.

1.1.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

1.1.2.1. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

El procedimiento de cálculo contempla dos factores:

- Carga térmica por transmisión a través de los cerramientos
- Carga térmica por enfriamiento de los locales por la ventilación y las infiltraciones de aire exterior
- Carga térmica por las ganancias internas

Cargas térmicas por transmisión

Para determinar estas cargas se considera la aportación calorífica solamente de los equipos utilizados (motores, iluminación, etc.,) sin considerar la aportación interna de calor por parte de las personas. Se calculan para cada cerramiento en función de:

- Tipo de cerramiento que determina el coeficiente global de transmisión de calor U: El cálculo se realiza conociendo la composición del cerramiento y según las tablas de CTE.
- Superficie de cerramientos expuesto a una diferencia de temperatura
- Temperatura de diseño del local calefactado
- Temperatura exterior
- Coeficientes correctores en función de la orientación de los cerramientos, la intermitencia de la instalación y número de cerramientos al exterior.

Aplicamos la expresión:

$$P_{\text{trans}} = \text{Sup} \times \text{Trans} \times \Delta T$$

siendo: P_{trans} ; Pérdidas por transmisión (W)
 S; Superficie del cerramiento (m^2)
 T; Transmitancia ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$)
 ΔT ; Salto Térmico

Los factores correctores son los siguientes:

- Orientación: Corrige la temperatura exterior en función de la orientación del recinto:

Orientación	Norte	Este - Oeste	Sur
Coeficiente	10 %	5 %	0 %

- Intermitencia de uso: Para compensar los tiempos de parada se corrige cuando la instalación no funciona de modo continuo:

Tipo de parada	Parada nocturna	Parada de 7 a 9 horas	Parada > 12 horas
Coeficiente	5 %	10 %	20 % - 30 %

- Número de cerramientos al exterior. Si hay varios cerramientos las pérdidas debidas a puentes térmicos son mayores.

Nº de cerramientos exteriores	Uno	Dos o más
Coeficiente	0 %	10 %

No se consideran las aportaciones internas de las personas. Por tanto la carga resultante está algo mayorada.

Cargas térmicas por ventilación

Los factores que influyen en este término son:

- Volumen del local a calefactar
- Número de renovaciones hora; depende de la ventilación que dotemos al local. Como mínimo se emplea una renovación hora.
- Temperatura del local calefactado.
- Temperatura del exterior. En el caso de que el aire exterior sea previamente calefactado en un precalentador se tomará la temperatura de salida del precalentador.

Aplicamos la expresión:

$$P_{vent} = R_{enov}/h \times Vol \times P_{esp} \times C_{esp} \times \Delta T$$

donde: P_{vent} ; Pérdidas por ventilación (w)
 R_{enov}/h ; Veces que renovamos el aire interior a la hora
 Vol ; Volumen del recinto a ventilar (m^3)
 P_{esp} ; Peso específico del aire = $1,204 \text{ Kg}/m^3$
 C_{esp} ; Calor específico del aire= $0,24 \text{ Kcal}/\text{Kg } ^\circ\text{C} = 0,28 \text{ wh}/\text{Kg } ^\circ\text{C}$
 ΔT ; Salto térmico = $T_{int} - T_{ext}$

Cargas internas

Son las aportaciones internas de calor. En los casos en que desconozcamos los valores de las cargas internas se emplean las indicadas en la tabla siguiente:

Edificio	W/m ²
Oficina	10-20
Planta de laminación de acero	50-70
Taller de coches	15
Taller mecánico	20
Taller de mecánica pesada	50
Taller de calderería	25

Siendo las ganancias; $G_{int} = C \times S$ Donde; C = coeficiente de ganancia (w/m^2)
 S = Superficie útil del local (m^2)

La potencia útil de la instalación de calefacción corresponde a las cargas térmicas globales, que la suma de los factores anteriores:

$$P_u = P_{trans} + P_{vent} - G_{int}$$

La potencia a instalar se suele multiplicar por un factor de seguridad que oscila entre 1,1 y 1,2.

El consumo energético de calefacción depende de los grados día de la localidad, de las horas de funcionamiento y del rendimiento de la instalación. Se obtiene de;

$$E_{consumida} = \frac{P \times G \times h_f}{\Delta T \times \eta \times 365}$$

siendo: P ; Potencia requerida
 G ; Grados día base 15, que se obtiene de la guía de condiciones climáticas
 h_f ; Horas de funcionamiento
 ΔT ; Salto térmico = $T_{int} - T_{ext}$
 η ; Rendimiento de la instalación

1.1.2.2. CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

El procedimiento de cálculo contempla tres factores:

- Carga térmica por transmisión a través de los cerramientos
- Carga térmica por calentamiento de los locales por la ventilación y las infiltraciones de aire exterior
- Carga térmica por ganancias internas

Cargas térmicas por transmisión

Se considera en este caso la transmisión para cada uno de los cerramientos (paredes, suelo, techo y ventanas) considerando la latitud del edificio. Se tiene en cuenta las orientaciones de las mismas así como si es soleada, parcialmente en sombra ó totalmente en sombra. Además se consideran las pérdidas por la ventilación, la ganancia solar de las ventanas y las aportaciones internas de calor debidas a las personas y los equipos. Es decir se considera;

- Tipo de cerramiento que determina el coeficiente global de transmisión de calor U: El cálculo se realiza conociendo la composición del cerramiento y según las tablas de CTE.
- Superficie de cerramientos expuesto a una diferencia de temperatura
- Temperatura de diseño del local calefactado
- Temperatura exterior
- Coeficientes correctores en función de la orientación de los cerramientos, la intermitencia de la instalación y número de cerramientos al exterior.

Aplicamos la expresión:

$$P_{trans} = Sup \times Trans \times \Delta T$$

siendo: P_{trans} : Pérdidas por transmisión (W)
 S; Superficie del cerramiento (m²)
 T; Transmitancia (W/m²°C)
 ΔT ; Salto Térmico

Los factores correctores son los siguientes:

- Orientación: Corrige la temperatura exterior en función de la orientación del recinto:

Orientación	Norte	Este - Oeste	Sur
Coeficiente	0 %	5 %	10 %

- Intermitencia de uso: Para compensar los tiempos de parada se corrige cuando la instalación no funciona de modo continuo:

Tipo de parada	Parada nocturna	Parada de 7 a 9 horas	Parada > 12 horas
Coeficiente	5 %	10 %	20 % - 30 %

- Por número de cerramientos al exterior. Si hay varios cerramientos las pérdidas debidas a puentes térmicos son mayores.

Nº de cerramientos exteriores	Uno	Dos o más
Coeficiente	0 %	10 %

Cargas térmicas por ventilación

Los factores que influyen en este término son:

- Volumen del local a refrigerar
- Número de renovaciones hora; depende de la ventilación que dotemos al local. Como mínimo se emplea una renovación hora.

- Temperatura del local calefactado.
- Temperatura del exterior.

Aplicamos la expresión:

$$P_{vent} = R_{enov}/h \times Vol \times P_{esp} \times C_{esp} \times \Delta T$$

donde: P_{vent} ; Pérdidas por ventilación (w)
 R_{enov}/h ; Veces que renovamos el aire interior a la hora
 Vol ; Volumen del recinto a ventilar (m^3)
 P_{esp} ; Peso específico del aire = $1,204 \text{ Kg}/m^3$
 C_{esp} ; Calor específico del aire= $0,24 \text{ Kcal}/\text{Kg } ^\circ\text{C} = 0,28 \text{ wh}/\text{Kg } ^\circ\text{C}$
 ΔT ; Salto térmico = $T_{int} - T_{ext}$

Cargas internas

- a) Ganancia solar de las ventanas; Es el calor transmitido por el sol a través de las ventanas. Se obtiene como;

$$Q = R \times S \times (1 - F) \times f_1 \times f_2$$

siendo: R = Valor unitario de radiación [w/m^2] (ver tabla)
 S = Superficie de la ventana [m^2].
 F = Tanto por uno de marco
 f_1 = Factor corrector de atenuación por tipo de vidrio
 f_2 = Factor corrector de atenuación por protección

El valor unitario de radiación depende de la orientación y la situación (al sol, a la sombra, con protección) de la ventan. Si lo desconocemos podemos usar el indicado en la tabla adjunta (los datos vienen en $W/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Valor unitario de radiación			
Orientación	Sol	Sombra parcial	Sombra total
NE	135	80	64
E	258	129	80
SE	242	97	64
S	242	113	64
SO	355	145	97
O	484	209	145
NO	387	162	113
N	0	0	0

Elemento en la ventana	Factor f
Persiana color claro	0,56
Persiana color gris	0,65
Persiana color oscuro	0,75
Toldo o lona exterior	0,25
Cortina interior blanca	0,41
Cortina interior gris	0,63
Cortina interior oscura	0,80
Persiana exterior madera	0,24

Tipo de vidrio		Factor 1
Vidrio ordinario simple		1
Vidrio de 6 mm		0.94
Vidrio absorbente (% de absorción)	40-48	0.80
	48-56	0.73
	56-70	0.62
Vidrio doble ordinario		0.90
Vidrio triple		0.83
Vidrio de color:		
ámbar		0.70
rojo oscuro		0.56
azul oscuro		0.60
verde oscuro		0.32
verde grisáceo		0.46
opalescente claro		0.43
opalescente oscuro		0.37

Si un recinto tiene ventanas en dos orientaciones se coge la que de mayores pérdidas.

b) Ganancias por los ocupantes

En refrigeración se considera el aporte de calor de las personas al ambiente. Este aporte depende de la actividad metabólica y de la superficie corporal. En general se aceptan 125 W por persona (108 Frig/h). El número de personas lo obtenemos del HS 3.

c) Ganancias por los equipos y el alumbrado

Aunque no toda la potencia de los equipos eléctricos se transforma en calor normalmente se considera así. En determinadas circunstancias puede aplicarse el 75 % del total.

La potencia útil de la instalación de refrigeración corresponde a las cargas térmicas globales, que la suma de los factores anteriores:

$$P_u = P_{trans} + P_{vent} + G_{int}$$

La potencia a instalar se suele multiplicar por un factor de seguridad que oscila entre 1,1 y 1,2.

1.1.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS

Para su dimensionado de estos se sigue el método de pérdida de carga variable y recuperación estática procurando obtener dimensiones comerciales. La velocidad inicial máxima se fija en 10 m/s para evitar ruido, en naves y almacenes y de 5 m/s en zonas de oficinas y vestuarios. La pérdida unitaria estará entre 0,05 y 0,08 mmca. Como norma general consideraremos que el caudal en las rejillas estará entre 400 y 800 m³/h y en los difusores entre 600 y 2.000 m³/h.

Conductos principales	Uso del local	Velocidad M/s
	Viviendas y salones	4
	Oficinas, restaurantes	5,5 a 6,5
	Salas de espectáculos	6,5 a 9
	Grandes almacenes	9 a 10,5
Ramales pequeños		Velocidad M/s
	Viviendas y salones	3
	Oficinas, restaurantes	6,5
	Salas de espectáculos	5,5
	Grandes almacenes	7,5
Salidas de aire		Velocidad M/s
	Viviendas y salones	2,5 a 3,5
	Oficinas, restaurantes	2,5 a 3,5
	Salas de espectáculos	4,5 a 5,5
	Grandes almacenes	6 a 9
Tomas aire exterior	Todos	3,5

A los efectos de determinar la pérdida de carga total se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Temperatura del aire.
- Tipo de conducto (rectangular o circular).
- Rugosidad del material.
- Número de codos.
- Relación radio/dimensión de los codos.
- Sentido del codo (respecto a la anchura o altura).
- Bifurcaciones.
- Tipo de bifurcaciones :
- Lateral.
- Bifurcación brusca ó cola de milano.
- Al final se añaden las pérdidas de carga en las rejillas.

Para el cálculo de la pérdida de carga en conductos se utilizan las fórmulas expuestas en el manual ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS 1997 editado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. y utilizando la ecuación de Blasius $f = 0,173 \cdot \alpha \cdot \text{Re}^{-0,18} \cdot D_h^{-0,04}$, se obtiene la ecuación para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{D_h^{1,22}}$$

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1.000,00 m. y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.

Siendo:

ΔP_f ;	perdidas por fricción (Pa)
α ;	factor de fricción que depende del material interior y del régimen de flujo.
v ;	velocidad del aire (m/s)
L ;	longitud el tramo (L)
D_h ;	diámetro hidráulico interior (m)

Para evitar un ruido excesivo el ruido excesivo debido a la conducción se limita el valor de la pérdida máxima de carga unitaria de acuerdo al tipo de local aplicando los criterios de la tabla adjunta.

Pérdida de carga unitaria en función del ruido admisible en el local	
Tipo de local	mm. c.d.a/m
Viviendas y locales silenciosos (cines, museo, bibliotecas)	0,05
Locales comerciales, tiendas, bares, restaurantes	0,06 – 0,07
Grandes centros comerciales y locales ruidosos	0,08 – 0,1
Lugares donde no importa el ruido (fabricas, talleres)	0,30 – 0,50

Para el cálculo de la pérdida de carga en codos, bifurcaciones, rejillas, cambios de sección y demás accesorios se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta P_s = C_o \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

Siendo: ΔP_s ; Pérdidas de presión por singularidades (Pa)
 C_o ; Coeficiente de pérdida dinámica (adimensional).
 V ; Velocidad (m/s)
 P ; Densidad del aire húmedo (1,2 kg/m³)

Los coeficientes C_o de pérdida de carga dinámica vienen tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

1.1.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS

En la tabla siguiente se indican las características de los cerramientos cuyo cálculo figura en el anejo correspondiente:

Cerramiento	Características	Transmitancia W/m² °C
Muro exterior parte inferior T01	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Fábrica de bloque termoarcilla espesor 14 cm + Lana de roca espesor 4 cm + Cámara de aire espesor 3 cm + Fábrica de bloque de hormigón hidrófugo espesor 8 cm	0,440
Muro exterior parte superior T01	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Fábrica de bloque termoarcilla espesor 14 cm + Enfoscado de mortero hidrófugo espesor 1,5 cm + Lana de roca espesor 6 cm + Cámara de aire espesor 6 cm + Panel minionda de chapa de acero lacado espesor 1 mm.	0,496
Tabique interior talleres (seco) T02	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Fábrica de bloque termoarcilla espesor 14 cm + Lana de roca espesor 4 cm + Tabique de ladrillo hueco simple + enlucido de yeso pintado espesor 1,5 cm	0,526
Tabique interior talleres (húmedo) T02	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Fábrica de bloque termoarcilla espesor 14 cm + Lana de roca espesor 4 cm + Tabique de ladrillo hueco simple + enfoscado de cemento espesor 1 cm + alicatado cerámico 1 cm	0,528
Tabique almacenes talleres T03	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Fábrica de bloque termoarcilla espesor 14 cm + enlucido de yeso pintado espesor 1,5 cm	1,273
Tabiques aseos (seco) T04	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Tabique de medio pie de ladrillo hueco doble espesor 12 cm + enlucido de yeso pintado espesor 1,5 cm	1,694
Tabiques aseos (húmedo) T04	Enlucido de yeso acabado pintado espesor 1,5 cm + Tabique de medio pie de ladrillo hueco doble espesor 12 cm + enfoscado de cemento espesor 1 cm + alicatado cerámico 1 cm	1,710
Ventana exterior	Aluminio con rotura de puente térmico + doble cristal Climalit 5 + 14 + 4	2,280
Forjado sobre suelo	Losa de hormigón armado espesor 20 cm + Aislamiento de Poliuretano expandido espesor 5 cm + Recrecido con mortero espesor 5 cm + Pintado con resina de epoxi	0,310
Forjado Techo	Forjado de hormigón armado con bovedilla ligera de porexpan espesor 35 cm + Barrera de vapor + lana de roca espesor 4 cm	0,413
Cubierta	Cubierta de panel sandwich de acero lacado + aislamiento de poliuretano espesor 4 cm.	

1.1.5. SISTEMA ELEGIDO

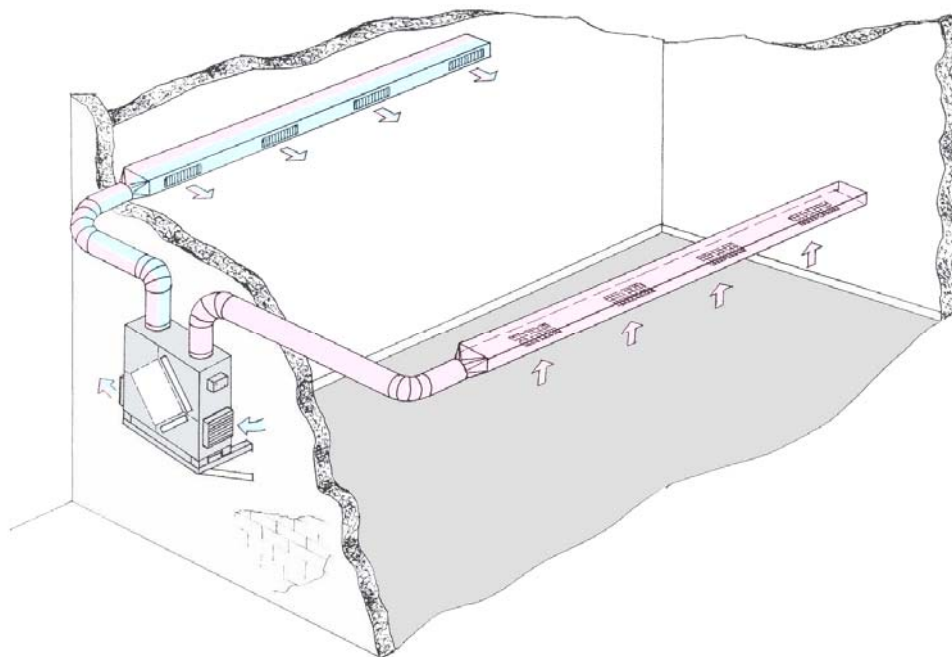
La instalación de calefacción proyectada se trata de una instalación bitubular de retorno invertido para así igualar la longitud de los tubos de ida y de vuelta. De este modo todos los radiadores actúan a la misma temperatura consiguiendo que no haya un desequilibrio entre las diferentes estancias por estar en una posición anterior o posterior al orden de llegada del agua.

Para dimensionar la instalación calculamos las pérdidas totales, ya aplicando el coeficiente de seguridad, de 45,34 Kw. Por ser lugares donde se contamina más el ambiente, para los talleres se ha considerado una ventilación de 4 renovaciones hora, mientras que para los aseos, vestíbulo y acceso se ha considera una ventilación de una renovación hora.

Local	Taller 1	Taller 2	Aseos Masc.	Aseos Fem.	Acceso	Vestíbulo	TOTAL (Kw)
Pot. cálculo	16,71	25,82	0,58	0,58	0,93	0,72	45,34

Para la zona común de aseos y vestíbulo se utilizan radiadores de agua caliente dotados de válvula termostática.

Para los talleres, como la frecuencia de apertura de puertas es reducida, se emplean recuperadores-aerotermos con doble pared aislante y batería de agua caliente. En estos el aire se precalienta con el calor del aire de salida y luego pasa a través de una batería de agua caliente procedente de la caldera aumentando su temperatura. Como la altura del taller es de 4,5 m., y las superficies son de 200 y 300 m², dispondremos un aerotermo-recuperador en cada taller situados a 3,5 m. del suelo, no siendo necesario que sean de tipo estratificado. Para mejorar el rendimiento de los equipos se instalarán con By-pass. En los recuperadores se instalarán los filtros correspondientes ya calculados. Al estar en un local potencialmente explosivo deberán soportar 400 °C durante 90 minutos



Las características de los equipos son las siguientes:

Local	Potencia teórica (Kw)	Gradiente altura	Altura aerotermo	ΔT °C	Altura nave (m)	Potencia real (Kw)	Caudal (m ³ /h)	By-pass
Taller 1	11,1	2,20	3,50	7,7	4,5	15,41	3.615	Si
Taller 2	16,27	2,20	3,50	7,7	4,5	22,60	5.423	Si

Para las zonas comunes, aseos, acceso y vestíbulo se colocan 3 radiadores, uno en cada uno de los aseos de 6 elementos y el último de 16 elementos en el vestíbulo. Su disposición se puede ver en el plano correspondiente.

Las características de los radiadores son las siguientes:

Local	Potencia teórica (Kw)	Nº elementos	Temp. Media (°C)
Vestíbulo	630	6	59
Aseo Femenino	630	6	59
Aseo Masculino	1840	16	59

Los tubos irán por encima del falso techo de esta forma se reduce su peligrosidad para las personas y evitamos la corrosión en el tubo. A partir de este tubo principal saldrán los tubos secundarios que llevan el agua a los radiadores.

1.2. CÁLCULOS

Se pretende calefactar las aulas-taller y las zonas comunes, aseos, vestíbulo y acceso. Los almacenes serán zonas no calefactadas. Si bien el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, establece como temperatura mínima para los centros de trabajo la de 17°C, por tratarse de un centro docente se ha utilizado la recomendada por el R.I.T.E. que es de 21°C.

Las condiciones climáticas para esa zona son:

Provincia	Estación		Indicativo			
A Coruña	A Coruña (Estación completa)		1387			
UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T. seca	Hum. relativa	T. terreno	Rad
58	43º22'02"	08º25'10"W	87.600 (1998-2007)	(2)18.980 (1998-2007)	14.600 (1998-2007)	58.384 (1998-2007)
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)						
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)	
0,6	4,4	5,6	8,0	77	21,6	

Para un nivel percentil del 99%: Ts = 5,6 °C

VALORES MEDIOS MENSUALES							
Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD ₁₅ (°C)	GD ₂₀	GDR ₂₀	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	11,0	11,8	128	280	0	1,5	10,6
Febrero	10,9	12,0	119	257	0	2,5	10,9
Marzo	12,5	13,6	89	234	1	3,4	12,7
Abril	12,7	13,7	77	219	0	4,6	14,3
Mayo	14,9	15,8	34	160	2	5,6	17,1
Junio	17,6	18,5	5	86	12	6,2	20,1
Julio	18,8	19,7	1	53	16	6,2	21,6
Agosto	19,5	20,4	0	38	21	5,6	22,1
Septiembre	18,4	19,7	2	60	13	4,2	20,6
Octubre	16,2	17,4	18	123	5	2,5	17,5
Noviembre	13,0	14,0	71	210	0	1,6	13,7
Diciembre	11,4	12,3	116	267	0	1,3	11,2

La temperatura media del terreno considerada es de: TTER = 10,6 °C

1.2.1. CÁLCULO DE LOS CERRAMIENTOS

Transmitancias térmicas de los muros

TABIQUE 01 SUPERIOR			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire exterior			0,040
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de Termoarcilla	0,296	14	0,473
Enfoscado de mortero de cemento	1	1,5	0,015
Lana de roca	0,04	6	1,500
Cámara de aire ventilada	-	6	0,090
Panel minionda de acero lacado	3,5	0,1	0,000
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			2,275
TRANSMITANCIA : W/m²°K			0,440

TABIQUE 01 INFERIOR			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire exterior			0,040
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de Termoarcilla	0,296	14	0,473
Lana de roca	0,04	4	1,000
Cámara de aire sin ventilar	-	3	0,170
Bloque de hormigón cara vista	0,45	8	0,178
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			2,017
TRANSMITANCIA : W/m²°K			0,496

TABIQUE 02 (zonas secas)			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,130
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de Termoarcilla	0,296	14	0,473
Lana de roca	0,04	4	1,000
Tabique de ladrillo hueco simple	0,432	5	0,116
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			1,901
TRANSMITANCIA : W/m²°K			0,526

TABIQUE 02 (zonas húmedas)			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,130
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de Termoarcilla	0,296	14	0,473
Lana de roca	0,04	4	1,000
Tabique de ladrillo hueco simple	0,432	5	0,116
Mortero de cemento	1	1	0,010
Azulejo cerámico	1,3	1	0,008
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			1,893
TRANSMITANCIA : W/m²°K			0,528

TABIQUE 03			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,130
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de Termoarcilla	0,296	14	0,473
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			0,786
TRANSMITANCIA : W/m²°K			1,273

TABIQUE 04 (zonas secas)			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,130
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de ladrillo hueco simple	0,432	12	0,278
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			0,590
TRANSMITANCIA : W/m²°K			1,694

TABIQUE 04 (zonas húmedas)			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,130
Enlucido de yeso	0,57	1,5	0,026
Tabique de ladrillo hueco simple	0,432	12	0,278
Mortero de cemento	1	1	0,010
Azulejo cerámico	1,3	1	0,008
Capa de aire interior			0,130
Resistencia Total			0,582
TRANSMITANCIA : W/m²°K			1,719

Transmitancias térmicas de los huecos: Transmitancia térmica de la ventanas; marco de aluminio con rotura de puente térmico y doble cristal; 5+14+4:

$$U = (1 - m) \times U_v + m \times U_m \quad U_v = 2,5 \text{ vidrio}, \quad U_m = 1,4 \text{ marco} \quad m = 20\%$$

$$\text{Sustituyendo; } U = (1 - 0,27) \times 2,5 + 0,2 \times 1,4 = \mathbf{2,28 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Trasmitancia térmica de la solera: Losa de 20 cm. De hormigón armado, 5 cm. de aislamiento de poliestireno extruido en toda su superficie, recrecido de mortero y acabado epoxi.

$$\text{Longitud característica; } B' = 2 A/p, \quad A = 658,7 \text{ m}^2 \quad p = 11,3 \text{ m} \quad B' = 11,83$$

$$\text{Transmitancia; } R_a = e/\lambda \quad R_a = 0,05 / 0,0375 = 1,33.$$

$$\text{Luego: } \mathbf{U = 0,31 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Trasmisancia térmica de la cubierta: Forjado de 35 cm. De hormigón armado con bovedilla de porexpan, barrera de vapor y 4 cm. de aislamiento de lana de roca. Parte superior de panel sandwich con 4 cm de poliuretano. No ventilado. Pendiente de la cubierta 10%

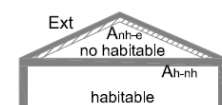
$$U_c = b \times U_p$$

$$A_{nh} = \text{Área de la cubierta} = 658.7 \text{ m}^2$$

$$A_h / A_{nh} = 0,99$$

$$A_h = \text{Área del forjado} = 662 \text{ m}^2$$

Con $A_h/A_{nh} = 0,99$ y para el Caso 1 (5ª columna) obtenemos $b = 0,59$



Transmitancia del forjado simple

FORJADO			
Material	Conductividad (W/mK)	Espesor (cm)	Resistencia (e/λ)
Capa de aire interior			0,100
Forjado de hormigón unidireccional	1,528	35	0,229
Lana de roca	0,04	4	1,000
Capa de aire interior			0,100
Resistencia Total			1,429
TRANSMITANCIA : W/m²·K			0,700

La transmitancia de la partición interior será; $U_c = b \times U_p = 0,59 \times 0,7 = 0,413 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$

En todos los casos las transmitancias obtenidas son inferiores a las máximas para la zona climática C que indica el DB-HE 1, en sus tablas 2.3, 2.4 y 2.5.

1.2.2. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN

La exigencia básica HS3 del Código Técnico no es aplicable a esta actividad porque no está incluido dentro de su ámbito de aplicación; viviendas, almacenes de residuos, trasteros, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y, en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes". En consecuencia le aplicaremos las exigencias que establece el RITE. Además por tratarse de un local de trabajo deberá cumplir el R.D 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, si este fuera más desfavorable.

- **Diseño de la ventilación según RITE**

El caudal de ventilación se indica en el apartado 1.4.2.2 y siguientes del RITE. A efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

Calidad de aire:

Calidad del aire	OPTIMA	BUENA	MEDIA	BAJA
Categoría del local	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
Ejemplo	Hospitales, guarderías	Oficinas, museos	Bares, cines	-

En nuestro caso consideraremos IDA 2.

Caudal de aire: De los procedimientos expuestos en el RITE ninguno se aplica adecuadamente al caso por lo que emplearemos la norma DIN 1846 que nos define el número de renovaciones hora del local en función de la actividad desarrollada. Para talleres mecánicos establece entre 3 y 6 renovaciones hora. Considerando que la actividad no se realiza de modo continuo durante 8 horas, aceptaremos una tasa de 4 renovaciones hora. Para los aseos los podemos considerar privados y

de uso puntual por lo que la tasa sería de 1 renovación hora. En base a lo expuesto los caudales de aire en las diferentes estancias serían los siguientes:

Local	Dimensiones			Nº renov/hora	Volumen (m3)	Caudal (m3 /h)
	ancho	largo	alto			
Taller 1	12,1	16,6	4,50	4,00	904	3.615
Taller2	18,15	16,6	4,50	4,00	1.356	5.423
Aseos masculinos	5,5	19,31	3,00	1,00	319	319
Aseos Femeninos	5,5	19,31	3,00	1,00	319	319
Acceso	2,81	4,8	3,00	1,00	40	40
Vestíbulo	7,18	2,7	3,00	1,00	58	58

Estos valores para los talleres deben ser compatibles por los fijados por el R.D 486 de lugares de trabajo de 50 m3/h para trabajos contaminantes.

De la ocupación definida para cada taller de acuerdo al DB-SI, tenemos:

Taller 1. Ocupación 40 personas; $Q = 40 \times 50 = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Taller 2. Ocupación 60 personas; $Q = 3.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Valores inferiores a los obtenidos considerando 4 renovaciones hora.

Filtrado del aire exterior; El aire procedente del exterior deberá introducirse previamente filtrado para limitar en lo posible la entrada de partículas y de contaminantes gaseosos que proceden del ambiente exterior. En función n de la clasificación del aire en nuestro caso consideramos que tenemos;

ODA 1: aire puro que puede contener ocasionalmente partículas sólidas.

En función de la calidad del aire interior (IDA 2) y exterior (ODA 1) deberán emplearse filtros F8.

Aire de extracción; El aire extraído del local tiene un nivel medio de contaminación. Se considera que es de calidad AE 3, por lo que no será recirculado.

a) Locales con ventilación natural

La ventilación será natural en el acceso y el vestíbulo y forzada en los demás locales. Para estos locales la superficie de entrada de aire necesaria será:

Calculamos la velocidad para una temperatura de 21 °C ; $v = (t-10) / 100 = 0,11 \text{ m/s}$

El caudal conjunto del vestíbulo y el acceso es de; $Q = 40 + 58 = 98 \text{ m}^3/\text{h} = 0.003 \text{ m}^3 / \text{s}$

Y en consecuencia la sección mínima de entrada; $S = Q / v = 0,003 / 0,11 = 0,25 \text{ m}^2$

Superficie inferior a la de la puerta de entrada por lo que queda garantizada la ventilación de estos locales.

b) Locales con ventilación forzada

Para el Taller 1, el Taller 2 y los Aseos la ventilación será forzada.

- Aseos Masculino y Femenino: En cada uno de ellos el caudal de 319 m³/h se garantiza con un extractor tubular de tipo heliocentrífugo tipo TD 350/125 SILENT de S&P, o similar.
- Talleres T-1 y T-2: Por ser el caudal superior a 0,5 m³/s debemos colocar un recuperador de calor. El recuperador llevará una batería de agua para calentar el aire por lo que su cálculo se hará una vez conocida la potencia calorífica necesaria.

Modelo	Velocidad RPM	Potencia W	Tensión Volts	Caudal a descarga libre m³/hr / CFM	Presión sonora dB(A)*	Peso aprox. Kg
TD 160/100 N Silent	2431	23	127	165 / 97	21	1.4
	2516	26		171 / 101	24	
TD 250/100 SILENT	1850	22	127	180 / 106	19	5.4
	2200	30		240 / 141	24	
TD 350/125 SILENT	1900	28	127	280 / 165	19	5.0
	2250	38		380 / 224	20	

1.2.3. POTENCIA CALORÍFICA NECESARIA

Pérdidas por transmisión; Se calculan para cada estancia aplicando la expresión:

$$P_{trans} = Sup \times Trans \times \Delta T$$

siendo: P_{trans} : Pérdidas por transmisión (W)
 S ; Superficie del cerramiento (m^2)
 T ; Transmitancia ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)
 ΔT ; Salto Térmico

Tomando $T_{int} = 21 \text{ } ^\circ C$
 $T_{ext} = 5,6 \text{ } ^\circ C$
 $T(LNC) = 0,5 \times \Delta T = 13,3 \text{ } ^\circ C$
 $T_{suelo} = 10,6 \text{ } ^\circ C$

Pérdidas por ventilación: Se calculan para cada estancia aplicando la expresión:

$$P_{vent} = R_{enov}/h \times Vol \times P_{esp} \times C_{esp} \times \Delta T$$

Donde: P_{vent} ; Pérdidas por ventilación (w)
 R_{enov}/h ; Veces que renovamos el aire interior a la hora
 Vol ; Volumen del recinto a ventilar (m^3)
 P_{esp} ; Peso específico del aire = $1,204 \text{ Kg}/m^3$
 C_{esp} ; Calor específico del aire = $0,24 \text{ Kcal}/\text{Kg } ^\circ C = 0,28 \text{ wh}/\text{Kg } ^\circ C$
 ΔT ; Salto térmico = $T_{int} - T_{ext} = 21 - 5,6 = 15,4$ (1)

(1) En los talleres se dispone de recuperador de calor con eficiencia del 55% por lo que el salto térmico considerado es de $7,7 \text{ } ^\circ C$.

Ganancias por cargas internas: Se calculan para cada estancia aplicando la expresión:

$$P_{int} = S \times C_i$$

Donde: P_{int} ; Ganancia por cargas internas (w)
 S ; Superficie útil (m^2)
 C_i ; Coeficiente de ganancia interna (w/m^2)

Cerramientos T-1	dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	$\Delta T \text{ } ^\circ C$	Subtotales w
	a	b						
Norte parte inferior	12,1	3,2	38,72	13,68	25,04	0,496	15,4	191,3
Norte parte superior	12,1	1,3	15,73	0,00	15,73	0,44	15,4	106,6
Sur parte inferior	12,1	3,2	38,72	13,68	25,04	0,496	15,4	191,3
Sur parte superior	12,1	1,3	15,73	0,00	15,73	0,44	15,4	106,6
Ventanas Sur	11,4	1,2	13,68	0,00	13,68	2,28	15,4	480,3
Almacen T-1	3,28	4,5	14,76	0,00	14,76	1,273	7,7	144,7

Suelo	16,6	12,1	200,86	0,00	200,86	0,31	10,4	647,6
Forjado	16,6	12,1	200,86	0,00	200,86	0,413	15,4	1277,5
Pérdidas totales por transmisión								3145,8

Coeficientes correctores:

Orientación N = 10 %

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Tres cerramientos exteriores = 10 %

Pérdidas por transmisión = 3145,8 x 1,3 = 4.089 w

Local T-1	Superficie m2	Altura m	Renov/ hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Pérdidas ventilación (w)
Pérdidas ventilación	200,86	4,50	4,00	1,204	0,28	7,7	9.385

Local T-1	Superficie m2	Coef. (w/m2)	Ganancias (w)
Ganancia cargas int.	200,86	15,00	3.013

Pérdidas totales máximas en Taller 1; $P = (4089 + 9385 - 3013) \times 1,15 = 12.030 \text{ w} = 12 \text{ Kw}$

Cerramientos T-2	Dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	ΔT °C	Subtotales w
	a	b						
Norte parte inferior	18,15	3,2	58,08	20,52	37,56	0,496	15,4	286,9
Norte parte superior	18,15	1,3	23,60	0,00	23,60	0,44	15,4	159,9
Portalón Este	5	3,2	16,00	0,00	16,00	3,5	15,4	862,4
Sur parte inferior	18,15	3,2	58,08	20,52	37,56	0,496	15,4	286,9
Sur parte superior	18,15	1,3	23,60	0,00	23,60	0,44	15,4	159,9
Ventanas Sur	17,1	1,2	20,52	0,00	20,52	2,28	15,4	720,5
Almacén T-2	3,28	4,5	14,76	0,00	14,76	1,273	7,7	144,7
Suelo	16,6	18,15	301,29	0,00	301,29	0,31	10,4	971,4
Forjado	16,6	18,15	301,29	0,00	301,29	0,413	15,4	1916,3
Pérdidas totales por transmisión								5508,8

Coeficientes correctores:

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Tres cerramientos exteriores = 10 %

Perdidas por transmisión = 5508,8 x 1,2 = 6609,8 w

Local T-2	Superficie m2	Altura m	Renov/ hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Perdidas ventilación (w)
Perdidas ventilación	301,29	4,50	4,00	1,204	0,28	7,7	14.078

Local T-2	Superficie m2	Coef (w/m2)	Ganancias (w)
Ganancia cargas int.	301,29	15,00	4.519

Pérdidas totales máximas en Taller 2; $P = (6609,8 + 14078 - 4519) \times 1,15 = 18594 = 18,6 \text{ Kw}$

Cerramientos Aseos Masculinos	Dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	ΔT °C	Subtotales w
	a	b						
Norte a Almacén T-1	3,51	3	10,53	0,00	10,53	0,528	7,7	42,8
Este a Taller T-1	5,5	3	16,50	0,00	16,50	528	0	0,0
Sur a vestíbulo	3,51	3	10,53	0,00	10,53	1,694	0	0,0
Oeste a Aseos Femeninos	5,5	3	16,50	0,00	16,50	0,528	0	0,0
Suelo	3,51	5,5	19,31	0,00	19,31	0,31	10,4	62,2
Forjado	3,51	5,5	19,31	0,00	19,31	0,413	15,4	122,8
Pérdidas totales por transmisión								227,8

Coeficientes correctores:

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Perdidas por transmisión = $227,8 \times 1,1 = 250,6 \text{ w}$

Local Aseos Masculinos	Superficie m2	Altura m	Renov/ hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Perdidas ventilación (w)
Pérdidas ventilación	19,31	3,00	1,00	1,204	0,28	15,4	301

(1) En los aseos no consideramos las ganancias internas

Pérdidas totales máxima en Aseos Masculinos; $P = (250,6 + 301) \times 1,15 = 634 = 0,64 \text{ Kw}$

Cerramientos Aseos Femeninos	Dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	ΔT °C	Subtotales w
	a	b						
Norte a Almacén T-2	3,51	3	10,53	0,00	10,53	0,528	7,7	42,8
Este a Taller T-2	5,5	3	16,50	0,00	16,50	528	0	0,0
Sur a vestíbulo	3,51	3	10,53	0,00	10,53	1,694	0	0,0
Oeste a Aseos Masculinos	5,5	3	16,50	0,00	16,50	0,528	0	0,0
Suelo	3,51	5,5	19,31	0,00	19,31	0,31	10,4	62,2
Forjado	3,51	5,5	19,31	0,00	19,31	0,413	15,4	122,8
Pérdidas totales por transmisión								227,8

Coeficientes correctores:

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Perdidas por transmisión = $227,8 \times 1,1 = 250,6 \text{ w}$

Local Aseos Femeninos	Superficie m2	Altura m	Renov/ hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Perdidas ventilación (w)
Pérdidas ventilación	19,31	3,00	1,00	1,204	0,28	15,4	301

Pérdidas totales máxima en Aseos Femeninos; $P = (250,6 + 301) \times 1,15 = 634 = 0,64 \text{ Kw}$

Cerramientos Vestíbulo	Dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	ΔT °C	Subtotales w
	a	b						
Norte a Aseos	7,18	3	21,54	0,00	21,54	1,694	0	0,0
Este a Taller T-2	2,7	3	8,10	0,00	8,10	0,526	0	0,0
Oeste a Taller T-1	2,7	3	8,10	0,00	8,10	0,526	0	0,0
Sur a Acceso	2,81	3	8,43	0,00	8,43	1,694	0	0,0
Sur a Almacén General	4,37	3	13,11	0,00	13,11	1,694	7,7	171,0

Suelo	7,18	2,7	19,39	0,00	19,39	0,31	10,4	62,5
Forjado	7,18	2,7	19,39	0,00	19,39	0,413	15,4	123,3
Pérdidas totales por transmisión								356,8

Coeficientes correctores:

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Perdidas por transmisión = $356,8 \times 1,1 = 392,48 \text{ w}$

Local Vestíbulo	Superficie m2	Altura m	Renov. hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Perdidas ventilación (w)
Pérdidas ventilación	19,39	3,00	1,00	1,204	0,28	15,4	302

Pérdidas totales máxima en Vestíbulo; $P = (392,48 + 302) \times 1,15 = 798,6 = 0,80 \text{ Kw}$

Cerramientos Acceso	Dimensiones		Sup. Bruta m2	descontar m2	Sup. Neta m2	Coef. K	$\Delta T ^\circ C$	Subtotales w
	a	b						
Norte a Vestíbulo	2,81	3	8,43	0,00	8,43	1,694	0	0,0
Este a Almacén General	4,8	3	14,40	0,00	14,40	1,694	7,7	187,8
Oeste a Taller T-1	4,8	3	14,40	0,00	14,40	0,526	0	0,0
Sur	2,81	3,2	8,99	8,99	0,00	0,496	15,4	0,0
Puerta entrada	2,81	3,2	8,99	0,00	8,99	2,28	15,4	315,7
Suelo	2,81	4,8	13,49	0,00	13,49	0,31	10,4	43,5
Forjado	2,81	4,8	13,49	0,00	13,49	0,413	15,4	85,8
Pérdidas totales por transmisión								632,8

Coeficientes correctores:

Parada entre 7 y 9 h. = 10 %

Perdidas por transmisión = $632,8 \times 1,1 = 696,08 \text{ w}$

Local Acceso	Superficie m2	Altura m	Renovaciones hora	Peso específico	Calor específico	Salto Térmico	Perdidas ventilación (w)
Pérdidas ventilación	13,49	3,00	1,00	1,204	0,28	15,4	210

Pérdidas totales máxima en Acceso; $P = (696,08 + 210) \times 1,15 = 1042 = 1,04 \text{ Kw}$

1.2.4. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA ELEGIDO

Como la frecuencia de apertura de puertas es reducida, para la calefacción de los talleres se emplean recuperadores-aeroterms con doble pared aislante y batería de agua caliente. En estos el aire se precalienta con el calor del aire de salida y luego pasa a través de una batería de agua caliente procedente de la caldera aumentando su temperatura. Como la altura del taller es de 4,5 m, y las superficies son de 200 y 300 m², dispondremos un aeroterms-recuperador en cada taller situados a 3,5 m. del suelo, no siendo necesario que sean de tipo estratificado. Para mejorar el rendimiento de los equipos se instalarán con By-pass. En los recuperadores se instalarán los filtros correspondientes ya calculados. Al estar en un local potencialmente explosivo deberán soportar 400 °C durante 90 minutos.

Para la calefacción de los aseos se dispondrán de radiadores convencionales de agua caliente.

Aeroterms

La potencia necesaria se obtiene aplicando la fórmula:

$$P = P_o + \frac{P_o G h^2}{2 \Delta T H}$$

Siendo: P_o ; potencia útil necesaria sin considerar el gradiente de altura
 G ; gradiente de temperatura (2,2 °C/m)
 h ; altura de instalación de los emisores (m)
 ΔT ; diferencia de temperaturas
 H ; altura de la nave (m)

De acuerdo con esto las potencias necesarias para los talleres son:

Local	Potencia teórica (Kw)	Gradiente altura	Altura aerotermo	ΔT °C	Altura nave (m)	Potencia real (Kw)	Caudal (m³/h)	By-pass
Taller 1	12,03	2,20	3,50	7,7	4,5	16,71	3.615	Si
Taller 2	18,59	2,20	3,50	7,7	4,5	25,82	5.423	Si

Para las condiciones de potencia y caudal necesarios en los talleres elegimos:

Modelos con batería de agua incorporada

Referencia	Tipo Ventilador	Velocidad r.p.m.	Velocidades	Potencia Motor kW	Intensidad absorbida motor (A)	Caudal Máximo m³/h	Protección IP	Eficiencia %	Rendimiento Térmico kW	Peso kg *
CADB DC 05	133/126	3000	4	2 x 0,150	2 x 0,66	450	20	50,7	2,62	34
CADB DC 08	146/180	3000	4	2 x 0,355	2 x 1,65	900	20	53,9	3,67	48
CADB DC 18	9/7	1500	3	2 x 0,373	2 x 4,68	1900	20	51,6	10,67	102
CADB DC 30	10/8	1500	3	2 x 0,550	2 x 6,30	3100	20	52,5	14,29	116
CADT DC 45	10/10	1500	1	2 x 750	2 x 3,1	4500	55	54	30	195
CADT DC 56	12/9	1500	1	2 x 1500	2 x 5,2	5600	20	52,5	34,5	215
CADB DC 05 DP	133/126	3000	4	2 x 0,150	2 x 0,66	450	20	50,7	2,62	43
CADB DC 08 DP	146/180	3000	4	2 x 0,355	2 x 1,65	900	20	53,9	3,67	63
CADB DC 18 DP	9/7	1500	3	2 x 0,373	2 x 4,68	1900	20	51,6	10,67	129
CADB DC 30 DP	10/8	1500	3	2 x 0,550	2 x 6,30	3100	20	52,5	14,29	156
CADT DC 45 DP	10/10	1500	1	2 x 750	2 x 3,1	4500	55	54	30	275
CADT DC 56 DP	12/9	1500	1	2 x 1500	2 x 5,2	5600	20	52,5	34,5	295

* Los modelos con By Pass (BP) tienen un peso aproximado de 5 kg mas.

Elegimos;

- Taller 1: 1 ud. del tipo CADT DC 45 DP que proporciona hasta 30 Kw y un caudal máximo de 4.500 m³/h.

- Taller 2: 1 uds. Del tipo CADT DC 56 DP que proporciona hasta 34 Kw y un caudal máximo de 5.600 m³/h.

Radiadores

Para elegir los radiadores necesitaremos conocer la potencia calorífica necesaria y su temperatura media de funcionamiento. Tenemos dos posibilidades:

- a) $\Delta t_s / \Delta t_e > 0,7$ en este caso aplicamos;
$$t_m = \frac{t_e + t_s}{2}$$
- b) $\Delta t_s / \Delta t_e < 0,7$ en este caso aplicamos;
$$\Delta t = \frac{t_e - t_s}{\ln \frac{\Delta t_e}{\Delta t_s}}$$

siendo; Δt_s = Incremento de temperatura de salida = $T_s - T_{amb}$
 Δt_e = Incremento de temperatura de entrada = $T_e - T_{amb}$.
 T_{amb} = temperatura del ambiente
 T_e = temperatura de entrada del agua al radiador
 T_s = temperatura de salida del agua del radiador

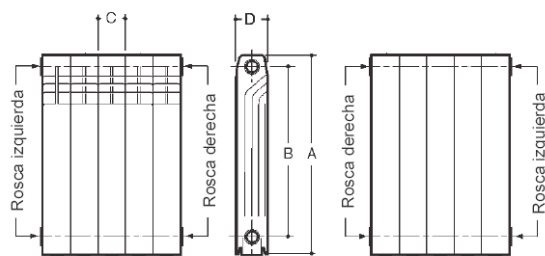
En nuestro caso supondremos que colocamos un radiador en cada uno de los baños y otro común para el acceso y el vestíbulo. Los resultados son:

Local	Temp. ent (°C)	T emp. sal (°C)	Temp. amb (°C)	Potencia (Kw)	Temp. Med. (°C)
Aseos Mascul.	90,0	70,0	21,0	0,63	59
Aseos Femen.	90,0	70,0	21,0	0,63	59
Acceso/ Vest.	90,0	70,0	21,0	1,84	59

Elegimos unos radiadores que cumplan estas condiciones:

- Aseos: Roca modelo Dubal 80 con aberturas en el frontal de 6 elementos
- Vestíbulo: Roca modelo Dubal 80 con aberturas en el frontal de 16 elementos

Dimensiones y Características Técnicas



Modelos	Cotas en mm				Capacidad agua	Peso aprox.	Por elemento en W					
	A	B	C	D			Frontal aberturas			Frontal plano		
					l	kg	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
DUBAL 30	288	218	80	147	0,27	1,45	98,7	82,9	62,0	100,8	82,0	61,5
DUBAL 45	421	350	80	82	0,29	1,13	131,2	92,4	68,4	126,4	88,6	65,6
DUBAL 60	571	500	80	82	0,36	1,43	171,7	120,8	89,4	165,8	115,1	85,4
DUBAL 70	671	600	80	82	0,43	1,63	198,7	138,5	102,7	192,7	132,2	98,0
DUBAL 80	771	700	80	82	0,50	1,83	220,8	155,5	115,5	214,0	148,7	110,3

(1) = Emisión calorífica en W según UNE 9-015-86 para $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(2) = Emisión calorífica en W según UNE EN-442 para $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ (A título informativo)

(3) = Emisión calorífica en W según UNE EN-442 para $\Delta t = 40^\circ\text{C}$

$\Delta t = (T_{\text{media radiador}} - T_{\text{ambiente}})$ en $^\circ\text{C}$

Exponente "n" de la curva característica según UNE EN-442

1.2.5. CÁLCULO DE LA CALDERA

Las potencias caloríficas necesarias, incluyendo los coeficientes de mayoración, se resumen en el cuadro siguiente:

Local	Taller 1	Taller 2	Aseos Mas.	Aseos Fem.	Acceso	Vestíbulo	TOTAL (Kw)
Pot. calculo	16,71	25,82	0,58	0,58	0,93	0,72	45,34

Se dispone de una caldera cuyas características son:

Modelo; NTD 260 Roca
 Quemador; Lamborghini
 Temperatura máxima: 100 $^\circ\text{C}$
 Potencia; 302,3 Kw
 Rendimiento; 88,7 %

Suficientes para nuestra instalación.

El consumo energético de calefacción depende de los grados día de la localidad, de las horas de funcionamiento y del rendimiento de la instalación. Se obtiene de:

$$E_{\text{consumida}} = \frac{P \times G \times h \times f}{\Delta T \times \eta \times 365}$$

siendo:

P; Potencia consumida (sin mayorar) = 39,42 Kw

G; grados día base 15, que se obtiene de la guía de condiciones climáticas = 660

hf; Horas de funcionamiento = 1087

ΔT ; Salto térmico = $T_{\text{int}} - T_{\text{ext}} = 15,4$

H; Rendimiento de la instalación = 0,887

Operando obtenemos: 5.672 Kw

1.2.6. CÁLCULO DE LOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

Para el cálculo de la pérdida de carga en conductos se utiliza la fórmula:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Y para los accesorios;

$$\Delta P_s = C_o \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

En este caso empleamos:

- Codos de R/D = 2,5 cuyo $C_o = 0,12$
- Filtro de entrada; 15 mm c.a
- Bateria de agua caliente; 10 mm c.a
- Rejillas de doble deflexión para impulsión de 825 x 225 mm; 0,55 mm c.a
- Rejillas de deflexión simple para extracción de 525 x 225 mm ; 0,17 mm c.a
- Rejillas de entrada y salida de 1200 x 660 mm; 2,9 mm c.a

Los resultados para los diferentes ramales se indican en la tabla siguiente:

CÁLCULOS CONDUCTOS DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO															
DATOS										RESULTADOS					
Local	Equipo	Tramo	Caudal (m³/h)	velocidad (m/s)	Longitud (m)	Coeficiente de material	Codos, etc. (ΣCo)	Accesorios (mm.c.a)	Diámetro teórico (mm)	Diámetro elegido (mm)	Velocidad real (m/s)	Perd. carga unitaria (mm.c.a.)	Perd. carga acc. (mm.c.a)	L. equivalente (m)	Perdida pres. (mm. cda)
T-1	CADT DC 45 DP	Aspiración	3615	10	4	0,9	0,24	27,9	358	450	6,3	0,098	0,631	10,4	28,9
T-1	CADT DC 45 DP	Impulsión	3615	10	12	0,9	0	0,55	358	450	6,3	0,098	0,000	12,0	1,7
T-1	CADT DC 45 DP	Extracción	3615	10	28	0,9	0,24	0,17	358	450	6,3	0,098	0,631	34,4	3,5
T-1	CADT DC 45 DP	Expulsión	3615	10	4	0,9	0,24	2,9	358	450	6,3	0,098	0,631	10,4	3,9
T-2	CADT DC 56 DP	Aspiración	5423	10	4	0,9	0,24	27,9	438	560	6,1	0,071	0,592	12,4	28,8
T-2	CADT DC 56 DP	Impulsión	5423	10	18	0,9	0	0,55	438	560	6,1	0,1	0,000	18,0	1,8
T-2	CADT DC 56 DP	Extracción	5423	10	30	0,9	0,24	0,17	438	560	6,1	0,1	0,592	38,4	2,9
T-2	CADT DC 56 DP	Expulsión	5423	10	4	0,9	0,24	2,9	438	560	6,1	0,1	0,592	12,4	3,8

Por lo tanto las pérdidas en los conductos son inferiores a las admisibles para el régimen establecido.

