



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE CENTRO DE NEGOCIOS

Alumno: Antonio Cruz Valero

Tutor: Prof. Doctor Miguel Ángel García Gutiérrez
Dpto: Ingeniería Gráfica, Proyectos y Diseño

Septiembre, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Ingeniería Gráfica, Diseño y Proyectos

Don MIGUEL ANGEL GARCÍA GUTIÉRREZ, tutor del TRABAJO FIN DE GRADO titulado: CLIMATIZACIÓN DE CENTRO DE NEGOCIOS, que presenta ANTONIO CRUZ VALERO, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, SEPTIEMBRE de 2018

El alumno:

El tutor:

ANTONIO CRUZ VALERO

MIGUEL ÁNGEL GARCÍA GUTIERREZ

Índice General

Índice General

Índice de la Memoria

1. OBJETO DEL PROYECTO	12
2. PROMOTOR	12
3. AUTOR	12
4. LOCALIZACIÓN	12
5. REGLAMENTACIÓN	13
6. BASES DE CÁLCULO	13
6.1 Condiciones climatológicas exteriores	13
6.2 Condiciones interiores	14
6.3 Transmitancia U de los cerramientos	14
6.4 Aportación de calor por insolación	15
6.5 Aportación o pérdida por renovación	17
6.6 Aportación de calor debido a ocupación	17
6.7 Aportación de calor debido al alumbrado	18
6.8 Aportación de calor debido a equipos y aparatos	19
6.9 Aportación de calor por motores	20
7. RESULTADOS OBTENIDOS	20
8. SOLUCIÓN ADOPTADA	22
8.1 Refrigeración	23
8.1.1 Objetivo de la instalación	23
8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos	23
8.1.2.1 Sistema VRV	23
8.1.2.2 Sistema VRV con conductos con Airzone	24
8.1.2.3 Sistema Rooftop	25
8.1.3 Descripción de las instalaciones	25
8.1.3.1 Sistemas VRV	25
8.1.3.2 Sistema VRV con conductos Airzone	27
8.1.3.3 Sistema Rooftop	29
8.2 Instalación de renovación de aire	29
8.2.1 Objetivo de la instalación	29
8.2.2 Descripción de la instalación	29
8.2.2.1 Ventilación del aire de la cocina	30

8.2.3	Parámetros de la instalación	31
9.	JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	35
10.	PRESUPUESTO.....	38
11.	CONCLUSIÓN.....	38
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	38

Índice de Planos

1.	PLANO DE SITUACIÓN.....	42
2.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.....	43
3.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS	44
4.	CUBIERTA.....	45

Índice del Anejo: Cálculo de Cargas Térmicas

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	48
2.	DATOS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO	48
2.1	Localización geográfica.....	49
2.2	Condiciones climatológicas exteriores.....	49
2.3	Condiciones del interior de los locales.....	50
2.4	Datos de transmitancia U de los cerramientos	50
2.5	Datos de aportación por insolación	51
2.6	Datos de aportación o pérdidas por renovación	53
2.7	Datos de la aportación de calor debido a la ocupación.....	53
2.8	Datos de aportación de calor debido al alumbrado.....	54
2.9	Datos de aportación de calor debido a equipos y aparatos	55
2.10	Datos de calor aportado por motores	56
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	56
3.1	Cargas por transmisión	57
3.2	Cargas por insolación.....	58

3.3	Cargas por renovación del aire	59
3.4	Cargas por ocupación	60
3.5	Cargas por alumbrado.....	61
3.6	Cargas por otros usos	63

Índice del Anejo: Instalación de Ventilación

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	67
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	67
3.	PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	67
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	69
5.	CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS	69
5.1	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	69

Índice del Anejo: Instalación de Cassettes y Tuberías Sistema VRV

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	76
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	77
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	77
4.	ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.....	78
4.1.	Selección de equipos	78
4.1.1.	Bomba de calor VRV	78
4.1.1.	Cassettes en los locales.....	79
4.2.	Cálculo de la Red de Tuberías	80

Índice de Mediciones

1.	EQUIPOS.....	84
2.	TUBERÍAS DE INSTALACIÓN.....	86

3. CONDUCTOS DE VENTILACION.....	87
----------------------------------	----

Índice de Presupuesto

1. PRECIOS SIMPLES.....	93
2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA.....	94
3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	94
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	101
4.1 Capítulo 1: Instalación de cassetes, unidades de cubierta Rooftop y tuberías.	101
4.2 Capítulo 2: Instalación de ventilación	102
4.3 Capítulo 3: Estudios de entidad propia.....	102
4.3.1 Actuaciones sobre seguridad y salud	102
4.3.2 Gestión de residuos	102
5. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	103

Índice de Pliego de Condiciones

1. MATERIALES Y EQUIPOS	108
1.1. Tuberías para sistema VRV	108
1.2. Valvulería	108
1.3. Material chapa conductos de ventilación	109
1.4. Filtros de aire	109
1.5. Recuperador de calor.....	110
2. RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	110
3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES	110
4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	112
4.1. General	112
4.2. Pruebas parciales	113
4.2.1 Pruebas de equipos	113
4.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas	113
4.3. Puesta en marcha y pruebas funcionales.....	114

4.4.	Comprobaciones finales	115
------	------------------------------	-----

Índice Estudios con Entidad Propia

1.	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	119
1.1.	Riesgo de daños a terceros.....	119
1.2.	Asistencia a accidentados	119
1.3.	Recepción y acopio de material y maquinaria	119
1.4.	Montaje de tuberías.....	119
1.5.	Montaje de conductos y rejillas	120
1.6.	Puesta a punto y pruebas	120
2.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	120
2.1.	Eliminación de residuos	121

Memoria

Índice de la Memoria

1. OBJETO DEL PROYECTO	12
2. PROMOTOR	12
3. AUTOR	12
4. LOCALIZACIÓN	12
5. REGLAMENTACIÓN	13
6. BASES DE CÁLCULO	13
6.1 Condiciones climatológicas exteriores	13
6.2 Condiciones interiores	14
6.3 Transmitancia U de los cerramientos	14
6.4 Aportación de calor por insolación	15
6.5 Aportación o pérdida por renovación	17
6.6 Aportación de calor debido a ocupación	17
6.7 Aportación de calor debido al alumbrado	18
6.8 Aportación de calor debido a equipos y aparatos	19
6.9 Aportación de calor por motores	20
7. RESULTADOS OBTENIDOS	20
8. SOLUCIÓN ADOPTADA	22
8.1 Refrigeración	23
8.1.1 Objetivo de la instalación	23
8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos	23
8.1.2.1 Sistema VRV	23
8.1.2.2 Sistema VRV con conductos con Airzone	24
8.1.2.3 Sistema Rooftop	25
8.1.3 Descripción de las instalaciones	25
8.1.3.1 Sistemas VRV	25
8.1.3.2 Sistema VRV con conductos Airzone	27
8.1.3.3 Sistema Rooftop	29
8.2 Instalación de renovación de aire	29
8.2.1 Objetivo de la instalación	29
8.2.2 Descripción de la instalación	29
8.2.2.1 Ventilación del aire de la cocina	30
8.2.3 Parámetros de la instalación	31
9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	35

10.	PRESUPUESTO.....	38
11.	CONCLUSIÓN.....	38
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	38

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este Trabajo Fin de Grado es proyectar la climatización de un centro de negocios, proponiendo soluciones que satisfagan las exigencias de bienestar, ahorro energético y seguridad, y comprobar tales exigencias con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). La metodología a desarrollar es la siguiente:

- Cálculo de las necesidades térmicas.
- Diseño del sistema de climatización.
- Cálculo de los diferentes elementos del proyecto.
- Justificación de la solución adoptada.
- Redacción de documentos básicos: memoria, anexos, planos, pliego de condiciones, mediciones, presupuesto y estudios de entidad propia.

2. PROMOTOR

El presente proyecto se realiza únicamente como Trabajo Fin de Grado.

3. AUTOR

El autor del proyecto es Antonio Cruz Valero, estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén.

4. LOCALIZACIÓN

El edificio está situado en la ciudad de Jaén, Andalucía, en el Parque Empresarial Nuevo Jaén, Calle Beatriz Núñez, parcela nº 33. La superficie en planta de la parcela es de 2.743 m². La localización está claramente indicada en el plano N^o identificación 1/4.

El edificio es un centro de negocios de una sola planta:

- La planta consta de 49 habitaciones: 9 despachos, 5 salas de juntas, 4 recepciones, 2 salas de espera, 2 habitaciones con cajeros automáticos,

una administración, una sala de recursos humanos, una cafetería, una cocina, 16 aseos individuales, 3 archivos y 4 cuartos de máquinas.

- Además de las habitaciones consta de un amplio pasillo central.

5. REGLAMENTACIÓN

Para la realización y desarrollo de este proyecto se ha seguido la normativa indicada RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) RD 238/2013 que regula las instalaciones de climatización.

También ha sido necesaria la aplicación de las normas UNE y algunas otras normas contenidas en documentos del Código Técnico de la Edificación.

Se ha seguido como guía el libro que unifica y resume toda la normativa citada en el RITE, las normas UNE relativas a las instalaciones de climatización y las normas del Código Técnico de la Edificación: “El proyecto de las instalaciones de climatización. Cumplimiento de la normativa.”, cuyo autor es Miguel Ángel García Gutiérrez.

6. BASES DE CÁLCULO

En este apartado solo se describe superficialmente los parámetros más importantes que son comunes al cálculo de todas las instalaciones. Los parámetros más concretos utilizados en cada instalación se recogen detalladamente en el anejo “*Cálculo de las Cargas Térmicas*”.

6.1 Condiciones climatológicas exteriores.

Las condiciones exteriores consideradas tanto para los cálculos de invierno como de verano son las siguientes:

Jaén (Jaén)	Invierno	Verano
Latitud (Grados)	37.82	
Altitud (m)	436	
Zona Climática	C4	
Horas de sol	15	
Meses cálculo	Diciembre	Julio
Temperatura (°C)	2.6	35
Humedad relativa (%)	60	60

Tabla 1. Condiciones exteriores

6.2 Condiciones interiores

Tanto la temperatura como la humedad relativa que proporcionan condiciones de confort vienen definidas según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Los valores tomados acorde a esta norma para los cálculos en el proyecto son:

Jaén (Jaén)	Invierno	Verano
Temperatura (°C)	21	25
Humedad relativa (%)	50	45

Tabla 2. Condiciones interiores

6.3 Transmitancia U de los cerramientos

La transmitancia, representada por la letra mayúscula “U” y con unidades de W/m^2k , es un valor que representa cuanta dificultad opone el cerramiento a ser atravesado por el flujo de calor. Depende por tanto de los materiales con los que el cerramiento esté construido, grosor de éste, si tiene o no aislantes, cámara de aire, la existencia de huecos y de qué tamaño, etc.

El procedimiento de cálculo de la transmitancia viene expuesto en el Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE de Ahorro de Energía. Para llevar a cabo tal procedimiento de cálculo, primeramente se han de conocer los materiales usados en los cerramientos, así como el grosor de cada uno, y la existencia o no de cámara de aire. Sin embargo, el Código Técnico de la Edificación tiene redactadas unas tablas con los valores máximos de la transmitancia en cada zona

climática, es decir, los más desfavorables posibles, por lo que debido al desconocimiento del proceso de construcción del edificio, se ha optado por la utilización de éstas tablas para el cálculo del valor de la transmitancia. Los datos tabulados son los siguientes:

Parámetro	Zona Climática				
	A3/A4	B3/B4	C1/C2/C3/C4	D1/D2/D3	E1
Muro Fachada	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Contacto Terreno	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos	0,53	0,52	0,5	0,49	0,48
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Tabla 3. Valores de transmitancia U (W / m² K)

En el caso de que los cerramientos en cuestión tengan huecos, se debe calcular la superficie ocupada por éstos y aplicar la transmitancia de los huecos. La transmitancia de los huecos viene tabulada en función de la zona climática, el porcentaje de huecos y la orientación del cerramiento. La parte de la tabla que reúne los datos de la zona climática en que se encuentra mi edificio (zona C4) es la siguiente:

ZONA	% HUECOS	Orientación			
		N	E / O	S	SE / SO
C1/C2/C3/C4	De 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4
	De 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4
	De 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3
	De 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9
	De 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6
	De 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5

Tabla 4. Valores de transmitancia U (W / m² K)

6.4 Aportación de calor por insolación

Debe tenerse en cuenta la ganancia o aporte solar que se tiene por cada hueco de los cerramientos. Para ello se han recolectado los siguientes datos del Manual CARRIER de Aire Acondicionado, que refleja la combinación más simple o común que

trata de ventanas de vidrio sencillo, siendo la superficie del marco del 15%, atmósfera limpia y altitud cero metros.

ORIENTACIÓN	LATITUD		
	30°	40°	50°
N	103	101	91
NE	392	419	396
E	520	516	516
SE	514	514	514
S	514	523	525
SO	514	514	514
O	520	516	516
NO	438	419	396
Horizontal	788	746	693

Tabla 5. Aportaciones solares a través de vidrio simple (W/m^2)

Los valores indicados se refieren a las condiciones estándar citadas anteriormente, para otras condiciones se aplicarán una serie de coeficientes reductores:

- Si el marco es metálico o la ventana carece de marco se aplica un coeficiente de marco $C_m = 1,17$.
- Si se prevee que las ventanas van a tener defectos de limpieza, se aumenta el valor en un 15% (siendo C_s el coeficiente de suciedad).
- Se aumenta la carga por altitud un 0,7% cada 300 metros.
- El coeficiente de color (C_c) del vidrio varía desde 1 (sin color) hasta 0,5 (más oscuro)
- El coeficiente de protección solar (C_i) se obtiene según la tabla siguiente:

	Sin persiana	Lamas exteriores	Lamas interiores
Vidrio sencillo	1,00	0,14	0,65
Vidrio doble	0,90	0,13	0,61
Vidrio triple	0,83	0,12	0,56

Tabla 6. Coeficiente de protección solar (C_i)

En este proyecto, el marco es metálico, por lo tanto se utiliza el coeficiente $C_m = 1,17$. Se considera que las ventanas no van a tener defectos de limpieza. La altitud sobre el nivel del mar es de 436 m, por lo que tendremos que incrementar las aportaciones solares en un 1.0173%. El vidrio es sin color, por lo que el coeficiente en este caso es de $C_c = 1$. El coeficiente de protección solar es $C_i = 0,13$ debido a que se utiliza un vidrio doble con lamas exteriores.

6.5 Aportación o pérdida por renovación

Para el cálculo del calor aportado debido a la renovación de aire, se calcula el calor total que lleva el caudal de aire de renovación. Para ello, es necesario conocer el calor específico del aire C_a a la temperatura en cuestión. Como valor medio entre las temperaturas interior y exterior se ha considerado apropiado tomar en los cálculos el valor de calor específico del aire como $C_a = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ kW}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Otro dato importante en el cálculo es el caudal de aire de renovación. En este apartado cabe nombrar que se ha utilizado un aire de buena calidad (IDA 2) en todas las habitaciones, que se traduce en un caudal de $12,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona, excepto en la cafetería/comedor y en la cocina que se ha tomado un aire de calidad media (IDA 3), que se traduce en un caudal de $8 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona.

6.6 Aportación de calor debido a ocupación

Los datos de calor aportado por ocupación de personas se han obtenido del Manual CARRIER de Aire Acondicionado. Se clasifican en la tabla siguiente según la actividad de la persona y la aplicación del local.

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TOTAL
Sentado, en reposo	Teatro, escuela primaria	103
Sentado, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	116
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	131
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131
Sentado, de pie	Farmacia	146
De pie, marcha lenta	Banco	146
Sentado	Restaurante	162
Trabajo ligero en banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	220
Baile o danza	Sala de baile	249
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	293
Trabajo penoso	Pista deportiva, fábrica	425

Tabla 7. Ganancias de calor debido a los ocupantes (W)

Para los cálculos se han considerado para todos los locales el valor de 131 W por persona, correspondiente a una actividad de empleado de oficina, excepto para los ocupantes de la Cafetería/Comedor y Cocina, que ha tomado un valor de 162 W por persona.

6.7 Aportación de calor debido al alumbrado

La aportación de calor debido al alumbrado depende del tipo de local interior y se ve recogido en la siguiente tabla, que detalla el tipo de local y el aporte aproximado en W/m².

TIPO DE LOCAL	W / m ²
Iglesia	5
Teatro	10
Vivienda	20
Hotel	20
Banco	20
Hospital	20
Oficina	30
Escuela	30
Sala de belleza	30
Comercio	40

Tabla 8. Aportación de calor debido al alumbrado (W/ m²)

Esta previsión está hecha con un tipo de luminaria estándar y dependiendo de la que realmente se haya instalado, se aplican los factores de corrección que se indican en la siguiente tabla.

Tipo de luminaria	Coefficiente
Incasdencente	1,00
Fluorescente	1,35
LED	0,12/ 0,20

Tabla 9. Coeficiente según tipo de iluminación

Teniendo en cuenta el tipo de local, se consideran en los cálculos una potencia de 30 W/m² y se le aplica una corrección por luminaria con un factor de corrección de 1.35, ya que se usa luminaria tipo fluorescente.

6.8 Aportación de calor debido a equipos y aparatos

En la siguiente tabla aparece la potencia nominal de diferentes equipos informáticos.

Tipo de aparato	Equipo en funcionamiento
CPU	50/150
Impresora	13
Monitor pantalla tubo rayos catódicos	250/450
Monitor pantalla plana	30/50

Tabla 10. Potencia nominal de los siguientes aparatos (W)

Teniendo en cuenta la cantidad de aparatos en cada local, se obtiene el calor aportado en cada uno.

Otro dato a tener en cuenta se obtiene del Manual Carrier de Aire Acondicionado relativo a las aportaciones de calor de los equipos de una cocina industrial, y que se incluyen algunos en la siguiente tabla.

Tipo de aparato	Potencia total (kW)
Freidora	2,75
Horno eléctrico	1,5
Parrilla eléctrica	1,4
Parrilla de gas	3,5
Cafetera eléctrica	1,65
Tostador	1

Tabla 11. Aportación de calor de equipos de cocina industrial (kW)

6.9 Aportación de calor por motores

Este apartado se refiere a la ganancia de calor aportado por el motor/compresor del frigorífico de la cocina.

Al calor procedente del emitido por este hay que añadirle el procedente del condensador del equipo. Este calor depende de la eficiencia del equipo pero se puede ajustar a un valor de 2-3 veces la potencia nominal del motor. Por consiguiente, el calor emitido al ambiente por el frigorífico de una potencia de 0,2 kW se puede fijar en 0,66 kW.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran 5 tablas con los resultados de los cálculos obtenidos de las habitaciones y que se clasifican en:

- Conjunto Sureste
- Conjunto Suroeste
- Conjunto Noreste
- Conjunto Noroeste
- Pasillo

Conjunto Sureste					
Local	Superficie (m2)	Carga (kW)		Potencia/Superficie (kW/m2)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Privado 1	24,06	3,80	3,44	0,16	0,14
Privado 2	24,06	3,45	2,91	0,14	0,12
Privado 3	24,06	3,45	2,91	0,14	0,12
Sala de espera 1	34,96	6,60	6,27	0,19	0,18
Recepción 1	17,25	3,54	3,25	0,21	0,19
Sala de juntas 1	22,52	4,15	3,79	0,18	0,17
Privado 7	22,52	3,19	2,72	0,14	0,12
Total		28,17	25,34		

Tabla 12. Resultados obtenidos del conjunto Sureste

Conjunto Suroeste					
Local	Superficie (m2)	Carga (kW)		Potencia/Superficie (kW/m2)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Privado 4	24,06	3,52	2,98	0,15	0,12
Privado 5	24,06	3,45	2,91	0,14	0,12
Privado 6	24,06	3,56	3,21	0,15	0,13
Sala de espera 2	34,96	6,60	6,27	0,19	0,18
Recepción 2	17,25	3,56	3,28	0,21	0,19
Sala de juntas 2	22,52	4,15	3,79	0,18	0,17
Privado 8	22,52	3,19	2,72	0,14	0,12
Total		28,03	25,14		

Tabla 13. Resultados obtenidos del conjunto Suroeste

Conjunto Noreste					
Local	Superficie (m2)	Carga (kW)		Potencia/Superficie (kW/m2)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Sala de juntas 3	28,37	5,22	4,93	0,18	0,17
Sala de juntas 4	28,37	5,08	4,54	0,18	0,16
Sala de juntas 5	28,37	4,99	4,55	0,18	0,16
Recepción/Sala de espera 3	37,57	7,53	7,03	0,20	0,19
Cafetería/Comedor	69,32	17,62	9,47	0,25	0,14
Cocina	30,22	20,41	3,28	0,68	0,11
Total		60,86	33,80		

Tabla 14. Resultados obtenidos del conjunto Noreste

Conjunto Noroeste					
Local	Superficie (m2)	Carga (kW)		Potencia/Superficie (kW/m2)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Administración-Caja	28,37	4,66	3,66	0,17	0,13
Recursos humanos	28,37	5,08	4,54	0,18	0,16
Director general	24,06	3,56	3,21	0,15	0,13
Recepción/Sala de espera 4	37,57	7,71	7,57	0,21	0,20
Cajero 1	16,67	2,84	2,21	0,17	0,13
Cajero 2	16,67	2,84	2,21	0,17	0,13
Total		26,68	23,37		

Tabla 15. Resultados obtenidos del conjunto Noroeste

Pasillo					
Local	Superficie (m2)	Carga (kW)		Potencia/Superficie (kW/m2)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Pasillo	335,64	46,12	32,07	0,14	0,10
Total		46,12	32,07		

Tabla 16. Resultados obtenidos del Pasillo

8. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para climatizar el edificio se dota al mismo de cinco instalaciones independientes, según la clasificación que se ha hecho en el apartado anterior.

-Para los conjuntos Sureste, Noreste y Noroeste se eligen instalaciones VRV (Volumen de Refrigerante Variable) situando para cada instalación una unidad exterior en la cubierta y como unidades interiores se equipa con cassettes de potencia variable según la necesidad en las habitaciones, además de una instalación de renovación de aire con climatización previa del aire introducido.

-Para el conjunto Suroeste se ha elegido un sistema VRV con conductos con Airzone. Este es un sistema de climatización por conductos, situando una unidad exterior en la cubierta y como unidades interiores un solo evaporador y una rejilla motorizada en cada habitación con un termostato y controlados por el sistema flexa 3.0. De esta forma se permite regular la temperatura de forma independiente e incluso limitar o desactivar la climatización de las habitaciones que no estén en uso.

Airzone incorpora en la misma red de conductos la renovación de aire con la ventilación mecánica controlada o VMC, de forma que la renovación de aire interior se realiza en función de los niveles de ocupación de cada estancia.

-Para el pasillo se dota al mismo de un sistema Rooftop, situando una sola unidad en la cubierta, sin necesidad de instalación de tuberías o unidades interiores. Este sistema dota al pasillo de climatización y de renovación de aire.

Todos los elementos de la instalación han sido seleccionados de catálogos de diferentes fabricantes, en función de las necesidades y procurando garantizar la mejor relación calidad-precio.

8.1 Refrigeración

8.1.1 Objetivo de la instalación

Se diseñan los tres sistemas diferentes de climatización para mantener la temperatura de confort en el interior de las habitaciones, compensando las cargas térmicas que aparecen tanto en verano como en invierno.

8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos

8.1.2.1 Sistema VRV

El sistema VRV es un sistema de climatización en el que a partir de una máquina exterior, se instala un único circuito frigorífico y se va derivando a cada una de las unidades interiores.

La instalación VRV está formada por una bomba de calor que permite adecuar el ambiente de un recinto tanto en verano como en invierno, al ser un elemento capaz de proporcionar aire frío o aire caliente, con un sólo aparato se cubren ambas necesidades. El funcionamiento de la bomba de calor aire-aire (se extrae calor del aire para cederlo al aire) consiste en que un compresor aumenta la presión del gas refrigerante. Este gas a alta presión se dirige hacia una batería (condensador), donde se licúa y cede su calor latente de condensación a una corriente de aire forzada mediante un ventilador. Seguidamente, el líquido refrigerante pasa por una válvula de expansión donde disminuye su presión, llegando a evaporarse de nuevo una pequeña parte del mismo. El líquido a baja presión se dirige a otra batería (evaporador) donde pasa a estado gaseoso y absorbe su calor latente de vaporación de otra corriente de aire generada por un ventilador. Así, en una zona de la bomba de calor hay una corriente de aire que se enfría y en la otra parte hay una corriente que se calienta. La incorporación de una válvula de 4 vías entre el compresor y uno de los dos intercambiadores permite invertir el sentido de flujo del fluido refrigerante. Esto significa que cualquiera de las dos baterías puede actuar como condensador o evaporador, permitiendo introducir aire caliente o frío de manera independiente al interior del recinto. El sistema VRV tiene la capacidad de poder variar el caudal de refrigerante aportado a las baterías de evaporación-condensación, controlando así más eficazmente las condiciones de temperatura de los locales a climatizar. El sistema VRV basa su funcionamiento en el motor del compresor. Este motor que hace

funcionar al compresor albergará un sistema de variación de frecuencia. Así, el compresor trabajará a menor o mayor rendimiento dependiendo de la información recibida del sistema de control del local. Cuando el compresor trabaja a menor potencia se suministra un caudal de refrigerante menor hacia el evaporador/condensador, disminuyendo la cantidad de calor absorbido/cedido a la sala. Así el control de temperatura del local es mucho más preciso. Este control frecuencial del compresor disminuye los paros y puestas en funcionamiento que son motivo de desgaste del mismo.

Con este sistema se consigue gozar de una independencia climática en cada sala climatizada. Cada unidad interior trabajará de forma independiente de las demás, solicitando la cantidad de refrigerante que necesite. Una válvula de expansión electrónica dejará pasar la cantidad justa del fluido refrigerante que deberá entrar en la batería.

8.1.2.2 Sistema VRV con conductos con Airzone

Los sistemas VRV con conductos Airzone están formados por varios tipos de elementos: un termostato inteligente en cada estancia que demanda una temperatura, equipos de emisión (rejillas o compuertas motorizadas), una red de conductos y una central de sistema que analiza la información, establece el punto de trabajo de los equipos de producción y regula los equipos de emisión.

Este es un sistema de climatización por conductos, situando una unidad exterior en la cubierta y como unidades interiores un solo evaporador y una red de conductos conectados entre sí y que se ramifican para llegar a cada habitación que queremos climatizar y desemboca en una rejilla motorizada en cada habitación con un termostato.

Existe un elemento de seguridad llamado compuerta de sobrepresión, compuesto por un marco, una compuerta de chapa plegada y una varilla roscada con un contrapeso y dos tuercas de mariposa para fijar este último elemento. Mantiene la presión estática en la red de conductos, dentro de los límites preestablecidos, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de climatización por conductos.

Esta compuerta es una salida de emergencia y se abre más de lo establecido al aparecer una diferencia de presión.

8.1.2.3 Sistema Rooftop

Un sistema de Rooftop requiere de la instalación de una unidad compacta de gran capacidad en la cubierta de la estructura. El Rooftop se compone de dos partes contiguas:

- Un compartimento para el tratamiento del volumen de aire a calentar, enfriar o ventilar. Es una cámara del tipo central de aire con un elemento de filtración, una batería de refrigeración de expansión directa, una batería de calefacción, ventilador, dispositivo de mezcla aire nuevo/aire utilizado.

La tasa de aire nuevo es controlada por una cámara de mezcla del aire nuevo y el aire de retorno.

- Un segundo compartimento incluye la generación de calor y frío, con un compresor y un circuito de refrigeración reversible si el rooftop funciona como una bomba de calor, una batería eléctrica adicional o una batería de calor alimentada en la mayor parte del tiempo por un quemador de gas directo. La tasa de aire nuevo es controlada por una cámara de mezcla del aire nuevo y del aire de retorno.

8.1.3 Descripción de las instalaciones

Las unidades exteriores para los cinco conjuntos se encuentran situadas en la cubierta y su instalación se realizará sobre unos apoyos elásticos para disminuir las vibraciones y ruidos.

8.1.3.1 Sistemas VRV

Recordamos que para el sistema VRV, se han elegido los conjuntos Sureste, Noreste y Noroeste.

En dicha zona se realizará la conexión a la red eléctrica y la instalación a la red de tuberías de refrigeración. El equipo dispone de un sistema de regulación y puesta en marcha electrónico. El refrigerante con el que trabajará el sistema será R-410a, por

su gran implantación a nivel comercial, su bondad como refrigerante y su bajo impacto medioambiental.

Las unidades exteriores son las siguientes:

Unidad Exterior		
Conjunto Sureste	Modelo	RYYQ12T
	Capacidad nominal Refrigeración	33.5 kW
	Capacidad nominal Calefacción	37.5 kW
	Caudal	11100 m ³ /h
Conjunto Noreste	Modelo	RYYQ22T
	Capacidad nominal Refrigeración	61.5 kW
	Capacidad nominal Calefacción	69.0 kW
	Caudal	21600 m ³ /h
Conjunto Noroeste	Modelo	RYYQ10T
	Capacidad nominal Refrigeración	28.0 kW
	Capacidad nominal Calefacción	31.5 kW
	Caudal	10500 m ³ /h

Tabla 17. Unidades exteriores sistemas VRV

Además de las unidades exteriores, los sistemas constan de unidades interiores que estarán conectadas por una red de tuberías de cobre aisladas desde la cubierta, donde se encuentran las unidades exteriores, hasta los distintos conjuntos a través de tuberías bajantes situadas en el hueco de la estructura habilitado y desde estas hasta las unidades interiores a través de tuberías de planta. Todas las tuberías se aislarán recubriéndose las mismas con chapa de acero en los recorridos que discurren por cubierta.

Las unidades interiores son las siguientes:

	Modelo	Capacidad nominal Refrigeración	Capacidad nominal Calefacción	Caudal
Conjunto Sureste	FXFQ40A	4,5 kW	5,0 kW	840 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ63A	7,1 kW	8,0 kW	990 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ40A	4,5 kW	5,0 kW	840 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
Conjunto Noreste	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ100A	11,2 kW	12,5 kW	1590 m ³ /h
	FXFQ100A	11,2 kW	12,5 kW	1590 m ³ /h
Conjunto Noroeste	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h

Tabla 18. Unidades interiores sistemas VRV

En las unidades interiores se producen la evaporación/condensación del gas, intercambiando la energía térmica con el aire y por lo tanto calentándolo o enfriándolo. Éstas estarán instaladas en los falsos techos de los locales. En la entrada y en la salida de cada tubería en la unidad interior vendrá colocada una válvula de bola por si hubiese una avería cortar el suministro de refrigerante.

8.1.3.2 Sistema VRV con conductos Airzone

Recordamos que para el sistema VRV con conductos con Airzone, se ha elegido el conjunto Suroeste.

Al igual que para los sistemas VRV, la unidad exterior se encuentra situada en la cubierta y su instalación se realizará sobre unos apoyos elásticos para disminuir las vibraciones y ruidos.

En dicha zona, se realizará la conexión a la red eléctrica y la instalación a la red de tuberías de refrigeración. El refrigerante elegido será también R-410a.

La unidad exterior es la siguiente:

Unidad Exterior	
Modelo	2 x PUHZ-P200YKA
Capacidad nominal Refrigeración	38 kW
Capacidad nominal Calefacción	44.8 kW
Caudal de Condensación	7200 m ³ /h

Tabla 19. Unidad exterior sistema VRV con conductos Airzone

Además de la unidad exterior, el sistema cuenta con una unidad interior que estará conectada por una tubería de cobre aislada desde la cubierta hasta la planta del conjunto suroeste a través de una tubería bajante y desde esta hasta la unidad interior a través de una tubería de planta. Desde la unidad interior se conectará a las diferentes rejillas motorizadas de cada habitación con una red de conductos.

Las tuberías que discurren por cubierta se aislarán recubriéndose las mismas con chapa de acero.

La unidad interior es la siguiente:

Modelo	Capacidad nominal Refrigeración	Capacidad nominal Calefacción	Caudal Evaporador
PEA-RP400GAQ	38 kW	44.8 kW	7200 m ³ /h

Tabla 20. Unidad interior sistema VRV con conductos Airzone

La unidad interior tiene la opción de enfriar o calentar, siendo válida tanto para climatar a bajas temperaturas y altas dependiendo de la necesidad del momento. Se encuentra instalada en el falso techo del local.

8.1.3.3 Sistema Rooftop

Recordamos que se ha climatizado con sistema Rooftop el pasillo.

Se situarán cinco unidades exteriores en las cubiertas para cubrir las necesidades térmicas de invierno y verano en el pasillo y sus instalaciones se realizarán también sobre apoyos elásticos para disminuir las vibraciones y ruidos.

En dicha zona, se realizarán las conexiones a la red eléctrica y las conexiones con las tuberías de refrigeración y renovación de la máquina de cubierta rooftop, para realizar la impulsión y extracción del aire.

El refrigerante elegido será R-22.

Las cinco unidades de cubierta que se van a usar van a ser iguales y serán del tipo:

Unidad de cubierta Rooftop	
Modelo	50 HS-036
Capacidad nominal Refrigeración	10,2 kW
Capacidad nominal Calefacción	10,1 kW
Caudal de Condensación	2037,6 m ³ /h

Tabla 21. Unidad de cubierta Rooftop

8.2 Instalación de renovación de aire

8.2.1 Objetivo de la instalación

El objetivo de la instalación es expulsar el aire del interior del local e introducir aire fresco del exterior. Gracias a esto, evitamos ambientes viciados, malos olores y mantenemos unas condiciones de confort en el interior.

8.2.2 Descripción de la instalación

-Para los sistemas VRV y VRV con conductos con Airzone, las instalaciones de renovación de aire se componen de conductos de impulsión (para el sistema VRV con conductos con Airzone, el sistema de conductos es el mismo que para la climatización), rejillas de retorno de aire y de un recuperador de calor del aire de

extracción con batería de enfriamiento adiabático. El aire tomado del exterior por el ventilador del recuperador pasa por un filtro para purificarlo y lo calefacta o enfría (según sea verano o invierno) mediante un intercambiador con el aire expulsado proveniente del interior, para que al introducirlo en las habitaciones a través de los conductos de impulsión se encuentre a una temperatura más acorde con la interior, reduciendo así la pérdida de energía que supone extraer aire climatizado del interior. De esta manera, se consigue aprovechar la energía calorífica o frigorífica del aire interior.

La extracción se realiza a través de rejillas de retorno que están colocadas en los falsos techos de las habitaciones a ventilar. El aire circula por los falsos techos hasta el recuperador de calor. Éste se humidifica (sólo verano) con la batería de enfriamiento adiabático cuyo funcionamiento es bajar unos grados su temperatura y así bajar más grados el aire captado del exterior.

-En el sistema Rooftop, la extracción se realiza a través de rejillas de retorno conectadas por unos conductos con la unidad de cubierta en la que existe un compartimento para el tratamiento del volumen de aire a calentar, enfriar o ventilar.

Es una cámara de tipo central de aire con un elemento de filtración, una batería de refrigeración de expansión directa, una batería de calefacción, un ventilador y un dispositivo de mezcla de aire nuevo o aire utilizado.

8.2.2.1 Ventilación del aire de la cocina

Se va a hacer una excepción con la renovación del aire de la cocina para evitar que pueda haber traspaso de olores por el falso techo.

Vamos a calcular el caudal del aire necesario en la cocina y lo vamos a independizar.

Para calcular el caudal necesario para una correcta evacuación de los humos y vapores generados se vienen utilizando las fórmulas indicadas abajo para campanas tipo isla (de cuatro costados abiertos) y campanas adosadas, que son los dos casos que se tienen en este proyecto.

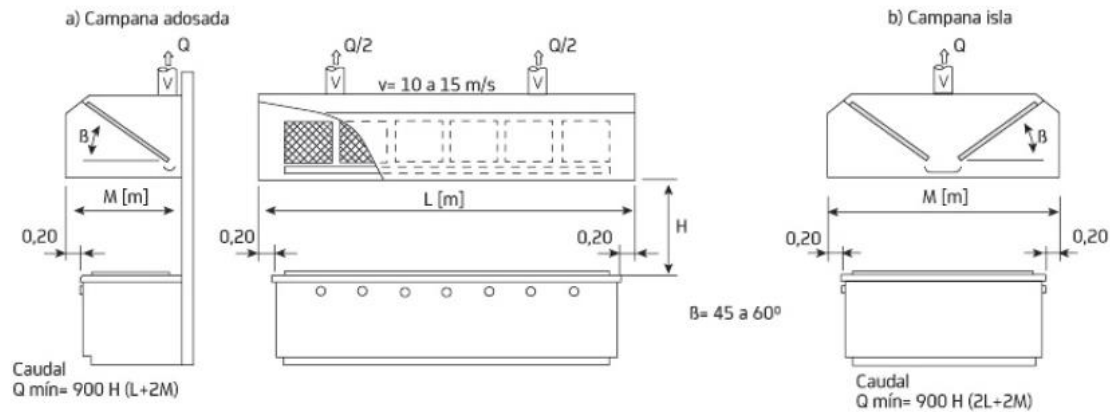


Figura 1. Cálculo de caudal de extracción para campana tipo isla y adosada

En el proyecto se tiene un fogón central y un fogón adosado.

El fogón que es cubierto por la campana adosada mide en planta 0.9x0.7 m (LxM en la figura 1) y el fogón de tipo isla mide 0.92x0.57 m. Si colocamos ambas campanas a una altura de 1,1 m desde los fogones hasta estas (longitud H de la figura 1) y teniendo en cuenta el caudal por ocupación, obtenemos unos caudales de:

- Caudal para campana tipo isla: 4138.2 m³/h
- Caudal para campana adosada: 2871 m³/h
- Caudal debido a la ocupación de la cocina: 144 m³/h

El caudal total de renovación que se necesita en la cocina es de 7153 m³/h.

Vamos a usar por tanto una campana tipo isla de código S GLASS TC y caudal de extracción 4300 m³/h y una campana adosada de código V 900 con un caudal de extracción de 3000 m³/h. El caudal de extracción que nos aportan ambas campanas es de 7300 m³/h, por tanto, con las dos campanas se realizará la renovación completa de la cocina.

8.2.3 Parámetros de la instalación

El parámetro más importante es el caudal de aire de renovación, que depende de la calidad del aire que se desea en el interior. Para calcular el caudal mínimo de renovación de aire se ha seguido la IT.1.1.4.2.3 del RITE, la cual regula el caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales o piscinas. El método

elegido para el cálculo ha sido el indirecto acorde al número de ocupantes por habitación. Los caudales de ventilación en (dm^3/s por persona) vienen agrupados en categorías en función de la calidad del aire interior que se desea conseguir.

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorios Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calidad media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 22. Calidad del aire

Categoría	dm^3/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 23. Caudal de ventilación por ocupantes

Considero apropiado englobar mi edificio en la categoría IDA 2, tratándose de un edificio de oficinas excepto los locales de la cafetería/comedor y la cocina que los he englobado en la categoría IDA 3.

Los caudales de renovación obtenidos para cada habitación dependiendo de la actividad que se realice y el número de personas son los siguientes:

	Local	Caudal (dm ³ /s)
Conjunto Sureste	Privado 1	75
	Privado 2	75
	Privado 3	75
	Sala de espera 1	218,49
	Recepción 1	108
	Sala de juntas 1	125
	Privado 7	75
Conjunto Suroeste	Privado 4	75
	Privado 5	75
	Privado 6	75
	Sala de espera 2	218,49
	Recepción 2	108
	Sala de juntas 2	125
	Privado 8	75
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	150
	Sala de juntas 4	150
	Sala de juntas 5	150
	Recepción/Sala de espera 3	234,8
	Cafetería/Comedor	280
	Cocina	1987
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	87,5
	Recursos humanos	4
	Director general	75
	Recepción/Sala de espera 4	234,8
	Cajero 1	25
	Cajero 2	25
	Pasillo	937,5

Tabla 24. Caudales de renovación del aire

Según la IT 1.1.4.2.4 del RITE, el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la siguiente tabla:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

Tabla 25. Tipo de filtrado

La calidad del aire exterior donde se encuentra este edificio es de ODA 1, aire puro que se ensucia sólo temporalmente. Entonces la clase de filtración es F8.

A la cafetería/comedor y la cocina les correspondería una clase de filtración F7, pero al estar añadidas en el conjunto Noreste, que además incluyen más habitaciones con tipo de filtración F8, se le impondrá una filtración F8 a todo el conjunto.

Se tiene en cuenta la IT 1.3.4.3 que consta la protección contra incendios. Se cumplirá la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que sea de aplicación a la instalación térmica. Por eso se instala a la altura de los falsos techos unas compuertas cortafuegos (con código CM 08 242) en cada conjunto, para que en caso de incendio se detecte el humo y se cierre la compuerta. Se utilizarán cuatro recuperadores de calor que estarán colocados en las cubiertas de los conjuntos conectados a los conductos de impulsión y extracción. Los recuperadores estarán incorporados con el filtro F8 en la impulsión y serán los siguientes:

-Tres recuperador de calor de Código CL 41 786 Modelo MU-RECO-3300 SN. Caudal máximo (m^3/hora) 3300.

-Un recuperador de calor de Código CL 41 787 Modelo MU-RECO-4400 SN. Caudal máximo (m^3/hora) 4400.

Las rejillas de retorno serán RX 02 233 para todos los locales, de aluminio 200x100 mm y el número de estas dependerá del caudal de aire de renovación de cada habitación:

	Local	Nº de rejillas
Conjunto Sureste	Privado 1	1
	Privado 2	1
	Privado 3	1
	Sala de espera 1	1
	Recepción 1	1
	Sala de juntas 1	1
	Privado 7	1
Conjunto Suroeste	Privado 4	1
	Privado 5	1
	Privado 6	1
	Sala de espera 2	1
	Recepción 2	1
	Sala de juntas 2	1
	Privado 8	1
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	1
	Sala de juntas 4	1
	Sala de juntas 5	1
	Recepción/Sala de espera 3	1
	Cafetería/Comedor	2
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	1
	Recursos humanos	1
	Director general	1
	Recepción/Sala de espera 4	1
	Cajero 1	1
	Cajero 2	1
	Pasillo	5

Tabla 26. Número de rejillas por local

9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones de este proyecto se han diseñado y ejecutado teniendo especialmente en cuenta las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) RD 238/2013.

A continuación se hace referencia a los puntos más relevantes que tienen que ver con el presente proyecto ya que se han tenido muy presentes en diseño y dimensionado de la instalación.

Según la IT.1.1.4.1 de RITE. Exigencia de calidad térmica del ambiente.

Las temperaturas y humedades relativas de cálculo y diseño están de acuerdo con lo expuesto en esta instrucción.

Se establecen unos valores de temperatura operativa y humedad relativa para unas condiciones estándar.

VERANO $23 < t < 25$

$45 < \varphi < 60$

INVIERNO $21 < t < 23$

$40 < \varphi < 50$

Según la IT.1.1.4.2 de RITE. Exigencia de calidad de aire interior

El edificio dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevados contaminantes.

Se establecen categorías de calidad de aire interior en función del uso de los edificios, en nuestro caso (edificio oficinas):

IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias, sala de lecturas, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

Para calcular el aire mínimo de ventilación se ha optado por el método indirecto de caudal de aire exterior por persona, en la que el caudal será el siguiente:

Categoría: IDA 2 --12.5 l/s persona

El aire exterior se introducirá debidamente filtrado según el nivel de calidad, que en nuestro caso:

ODA 1: aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal.

Así pues, la clase de filtración será en función de la calidad del aire exterior (ODA), y de la calidad del aire interior requerida (IDA). En nuestro caso

ODA 1, IDA 2.....F8

Según la IT. 1.1.4.3 de RITE. Exigencia de higiene.

El agua de aportación que se emplee para la humectación o el enfriamiento adiabático deberá tener calidad sanitaria (IT 1.1.4.3.3).

Las redes de conductos están equipadas de aperturas de servicio para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados en una red de conductos son desmontables y tienen una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto que permiten las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos tienen registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos. (IT 1.1.4.3.4).

Según la IT.1.2.4.2 de RITE. Redes de tuberías y conductos.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire disponen de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y para evitar condensaciones. (IT 1.2.4.2.2).

Según la IT 1.2.4.3 de RITE. Control.

Todas las instalaciones térmicas están dotadas de un sistema de control automático para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica. (IT 1.2.4.3.1)

Los sistemas de ventilación y climatización se han diseñado para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad del aire interior (IT 1.2.4.3.3).

Según la IT.1.2.4.4 de RITE. Contabilización de consumos.

La instalación térmica dispone de dispositivos que permiten efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica ya que nuestra potencia

nominal es de más de 70 KW, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Los generadores de calor y frío disponen de un dispositivo que permite registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

Según la IT.1.2.4.5 de RITE. Recuperación de energía.

El sistema de climatización está diseñado para recuperar energía del aire expulsado mediante un recuperador aire/aire.

10. PRESUPUESTO

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de DOSCIENTOS VEINTIOCHO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO euros y CINCUENTA Y SIETE céntimos (228.945,57 €).

11. CONCLUSIÓN

Con lo reflejado en esta memoria y en los demás documentos, se considera que la instalación objeto de proyecto ha quedado convenientemente definida. No obstante, someto a juicio al tribunal correspondiente para toda aquella ampliación, aclaración y/o modificación que estimen pertinente.

12. BIBLIOGRAFÍA

Miguel Ángel García Gutiérrez. El proyecto de las instalaciones de climatización. Cumplimiento de normativa. Universidad de Jaén. Servicio de Publicaciones e Intercambio, 2012.

Carrier Air Conditioning Company. *Manual Carrier de Aire Acondicionado*. Marcombo, 1978.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios según RD 238/2013 y sus Instrucciones Técnicas.

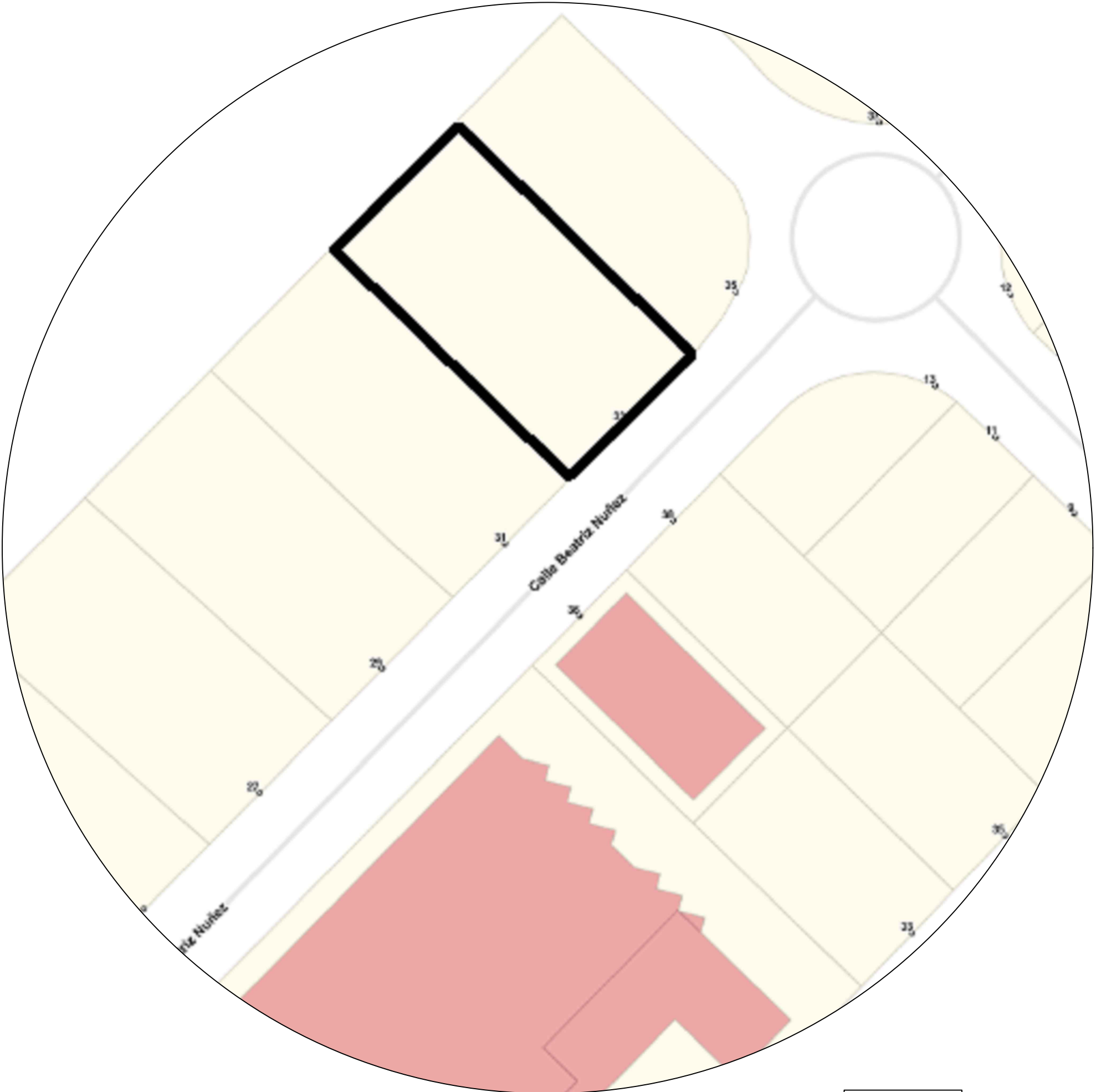
Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básicos:

- a) SI Seguridad en caso de incendio.
- b) HS Salubridad.
- c) HR Protección frente al ruido.
- d) HE Ahorro de Energía.

Planos

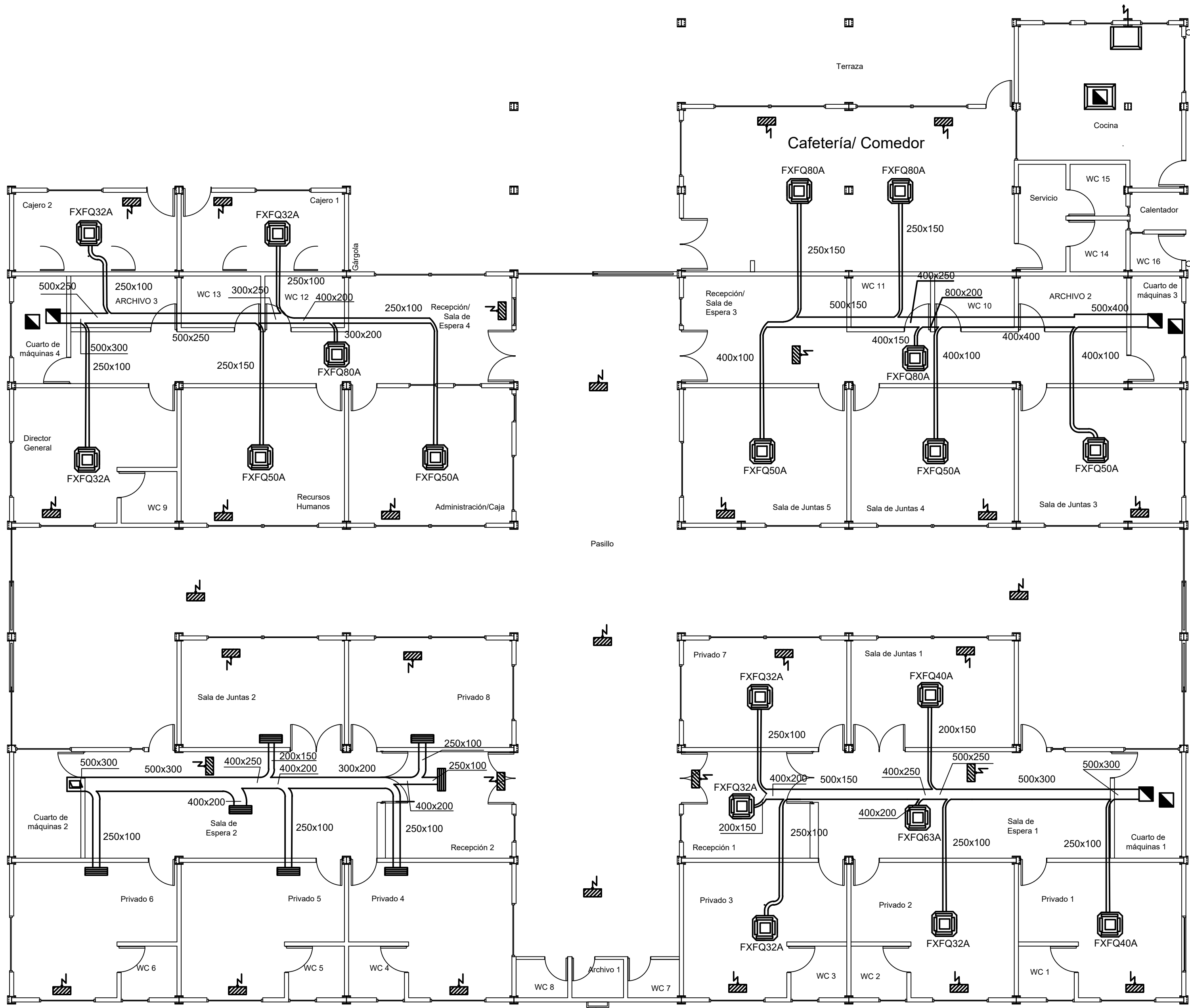
Índice de Planos

1.	PLANO DE SITUACIÓN.....	42
2.	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN.....	43
3.	INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y TUBERÍAS	44
4.	CUBIERTA.....	45



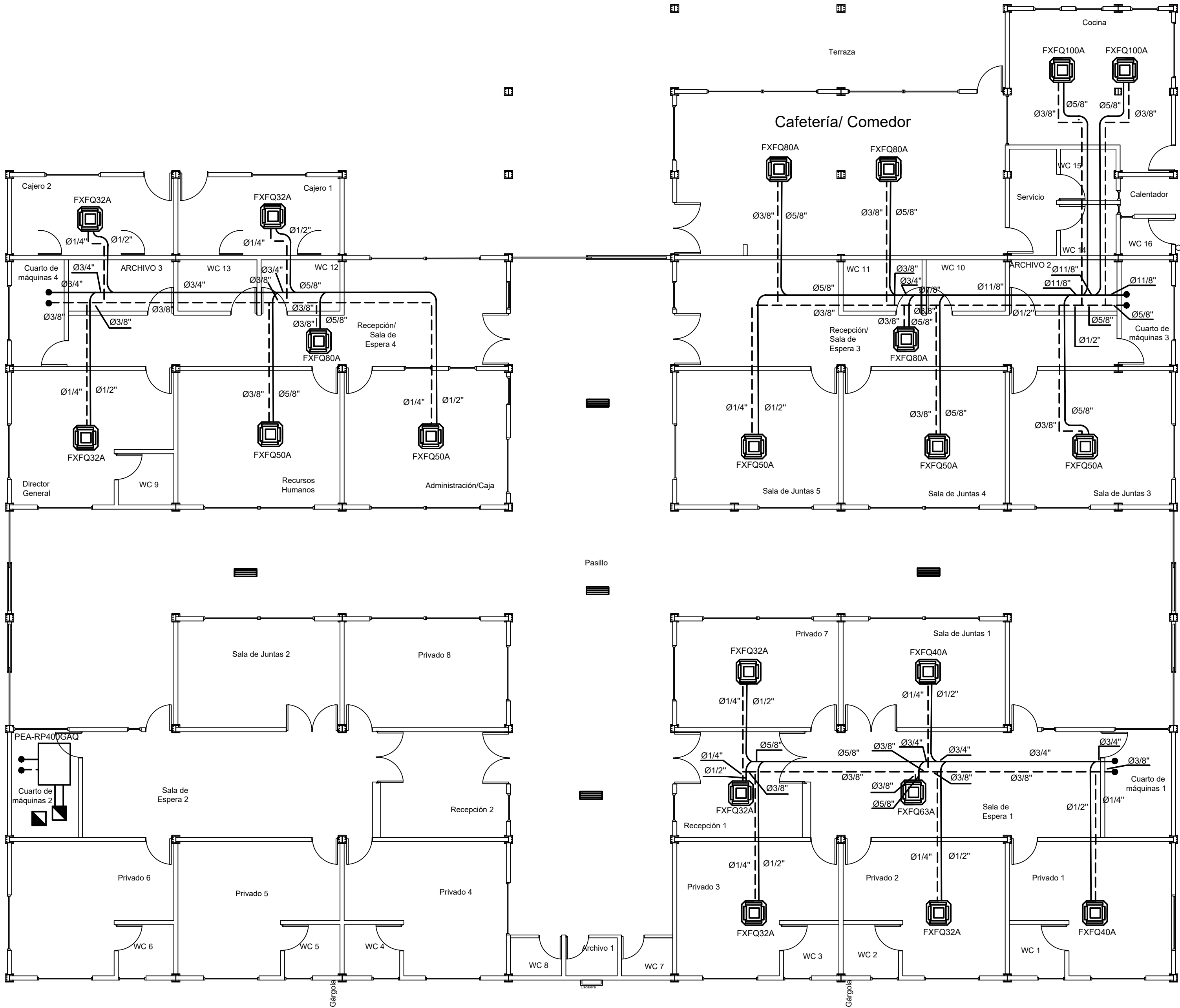
ESCALA
1:20000

PROYECTO: Proyecto de Climatización de Centro de Negocios				
 DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos Universidad de Jaén	REALIZADO: Antonio Cruz Valero	Fecha: 04/09/18	Firma:	
	REVISADO: Miguel Ángel García G.	Fecha:	Firma:	
TÍTULO/SUBTÍTULO: Plano de Situación		Tipo de documento: Plano	Escala: Varias	Nº identif.: 1/4



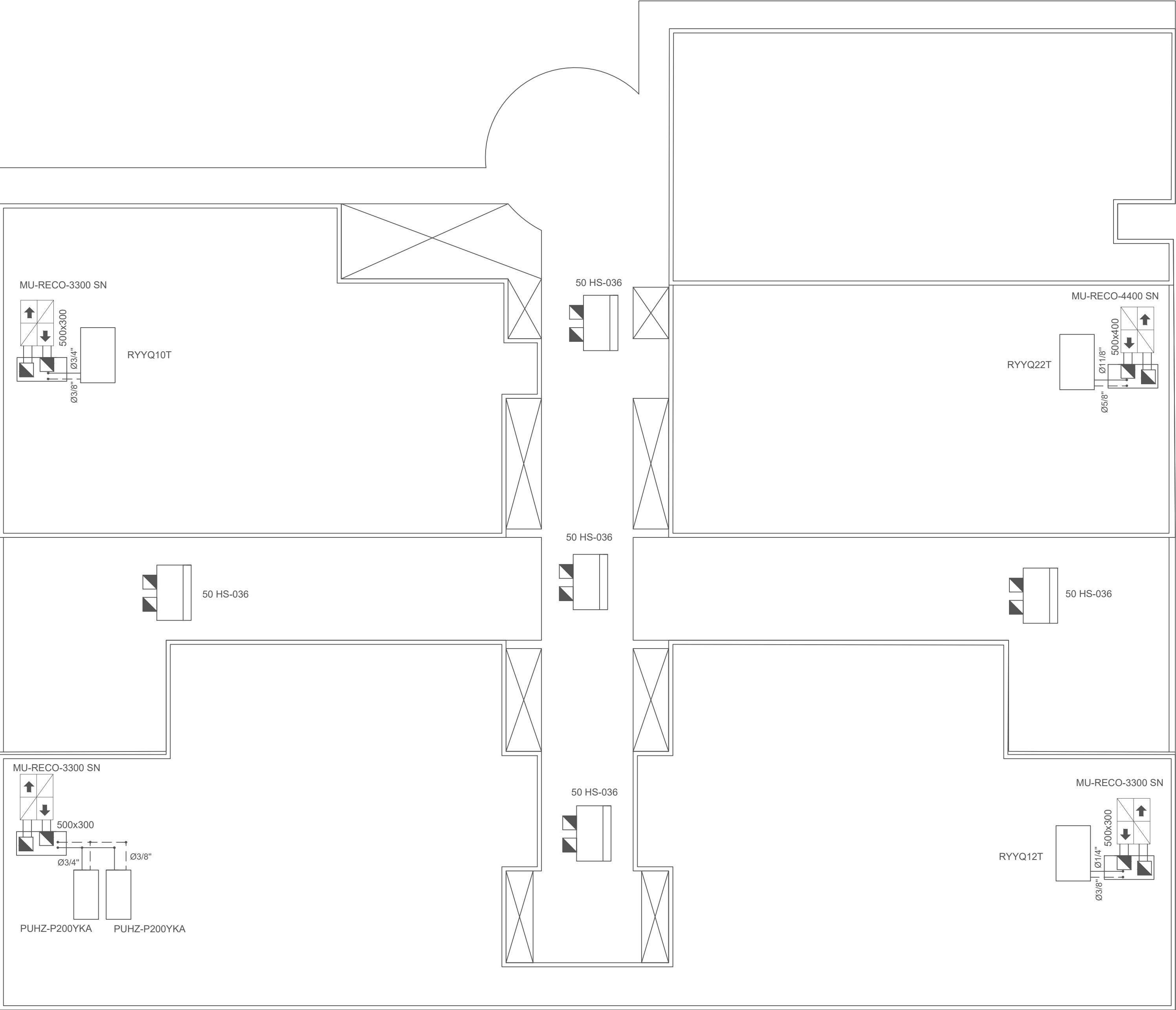
LEYENDA	
	Compuerta de sobrepresión
	Rejilla monotorizada Airzone
	Rejilla de retorno 200x100 mm
	Recuperador de calor del aire de extracción
	Conducto de Impulsión de aire
	Unidad Round Flow Cassette
	Conducto vertical Impulsión de aire
	Conducto vertical Extraccion de aire

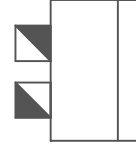
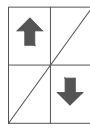
PROYECTO: Proyecto de Climatización de Centro de Negocios				
 Universidad de Jaén	DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos	REALIZADO: Antonio Cruz Valero	Fecha: 04/09/18	Firma:
		REVISADO: Miguel Ángel García G.	Fecha:	Firma:
TÍTULO/SUBTÍTULO: Instalación de Conductos			Tipo de documento: Plano	Escala: 1:150 Nº identif.: 2/4



LEYENDA	
	Rejilla monotorizada Airzone
	Unidad Inteior Sistema Airzone
	Unidad Round Flow Cassette
	Tubería Líquido
	Tubería Gas
	Subida de tuberías del suelo al techo

PROYECTO: Proyecto de Climatización de Centro de Negocios				
 Universidad de Jaén	DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos	REALIZADO: Antonio Cruz Valero	Fecha: 04/09/18	Firma:
		REVISADO: Miguel Ángel García G.	Fecha:	Firma:
TÍTULO/SUBTÍTULO: Instalación de Equipos y Tuberías		Tipo de documento: Plano		Escala: 1:150 Nº identif.: 3/4



LEYENDA	
	Unidad de cubierta Rooftop
	Unidad exterior Bomba de Calor
	Recuperador de calor del aire de extracción
	Conducto vertical Impulsión de aire
	Conducto vertical Extraccion de aire

PROYECTO: Proyecto de Climatización de Centro de Negocios				
 DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos Universidad de Jaén	REALIZADO: Antonio Cruz Valero	Fecha: 04/09/18	Firma:	
	REVISADO: Miguel Ángel García G.	Fecha:	Firma:	
	TÍTULO/SUBTÍTULO: Plano de Cubierta		Tipo de documento: Plano	Nº identif.: 4/4

Anejo:

Cálculo de Cargas Térmicas

Índice del Anejo: Cálculo de Cargas Térmicas

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	48
2.	DATOS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO	48
2.1	Localización geográfica.....	49
2.2	Condiciones climatológicas exteriores.....	49
2.3	Condiciones del interior de los locales.....	50
2.4	Datos de transmitancia U de los cerramientos	50
2.5	Datos de aportación por insolación	51
2.6	Datos de aportación o pérdidas por renovación	53
2.7	Datos de la aportación de calor debido a la ocupación.....	53
2.8	Datos de aportación de calor debido al alumbrado.....	54
2.9	Datos de aportación de calor debido a equipos y aparatos	55
2.10	Datos de calor aportado por motores	56
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	56
3.1	Cargas por transmisión	57
3.2	Cargas por insolación.....	58
3.3	Cargas por renovación del aire	59
3.4	Cargas por ocupación	60
3.5	Cargas por alumbrado.....	61
3.6	Cargas por otros usos	63

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

El cálculo de las cargas térmicas, por habitación, consiste en averiguar cuánta energía en forma de calor se gana o pierde por las paredes (según sea verano o invierno). Con el conocimiento de tales cargas podremos contrarrestarlas con equipos de climatización con objetivo de alcanzar una temperatura y humedad de confort en el interior.

El procedimiento de cálculo que se ha seguido ha sido, primeramente, clasificar todas las partidas de calor según su naturaleza física. A cada una se le conoce como carga. El cálculo de cada carga viene explicado con detalle en el apartado 3 de este anejo. Tras conocer el proceso de cálculo de cada carga, se escogen los datos individuales de cada habitación y estación del año, distinguiendo solo los casos extremos de verano e invierno. Se suman las cargas de verano por un lado y las de invierno por otro de cada habitación, llegando a un dato de calor total en kW en cada estación. En todas las habitaciones el dato de verano es más desfavorable que el de invierno.

2. DATOS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO

Los parámetros que influyen en el cálculo de las cargas térmicas son, expuestos de forma esquemática:

- La zona climática donde se sitúa el edificio (latitud, altura, etc.)
- Las temperaturas exterior e interior (la temperatura interior es la que se desea mantener en el interior del local).
- La orientación del edificio, o más concretamente, la orientación geográfica de las paredes de la habitación en cuestión.
- La colindancia de las paredes de la habitación. Ésta puede ser de tres tipos: paramento colindante a un espacio interior climatizado, colindante a un espacio interior no climatizado o colindante a exterior.
- La transmitancia de los cerramientos.
- La existencia de huecos en los paramentos, más la insolación a través de éstos.

- El flujo de aire de renovación que se extrae e infiltra en el local.
- El número de personas que se estima que ocuparan cada habitación y su actividad.
- La existencia de aparatos que desprenden calor, como motores, ordenadores, o iluminarias.

A continuación, se explican con más detalle los datos utilizados en los cálculos, así como de su procedencia.

2.1 Localización geográfica

Las distintas partes de España se engloban según características climatológicas similares en zonas climáticas. A cada zona climática le corresponde una serie de datos diferentes a la hora de realizar los cálculos. La zona climática para una localidad en concreto de España se elige en torno a dos factores: la capital de provincia, y la diferencia de altura de la localidad con respecto a la capital.

El CTE califica la ciudad de Jaén como localización tipo C4. Este dato condicionará a todos los posteriores a la hora de realizar los cálculos.

2.2 Condiciones climatológicas exteriores

Las condiciones exteriores consideradas para los diferentes cálculos de verano e invierno son las siguientes:

Jaén (Jaén)	Invierno	Verano
Latitud (Grados)	37.82	
Altitud (m)	436	
Zona Climática	C4	
Horas de sol	15	
Meses cálculo	Diciembre	Julio
Temperatura (°C)	2.6	35
Humedad relativa (%)	60	60

Tabla 1. Condiciones exteriores

2.3 Condiciones del interior de los locales

Tanto la temperatura como la humedad relativa que proporcionan condiciones de confort vienen definidas según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Los valores tomados acorde a esta norma para los cálculos en el proyecto son:

Jaén (Jaén)	Invierno	Verano
Temperatura (°C)	21	25
Humedad relativa (%)	60	60

Tabla 2. Condiciones interiores

2.4 Datos de transmitancia U de los cerramientos

La transmitancia, representada por la letra mayúscula “U” y con unidades de W/m^2k , es un valor que representa cuanta dificultad opone el cerramiento a ser atravesado por el flujo de calor. Depende por tanto de los materiales con los que el cerramiento esté construido, grosor de éste, si tiene o no aislantes, cámara de aire, la existencia de huecos y de qué tamaño.

El procedimiento de cálculo de la transmitancia viene expuesto en el Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE de Ahorro de Energía. Para llevar a cabo tal procedimiento de cálculo, en primer lugar se han de conocer los materiales usados en los cerramientos, así como el grosor de cada uno, y la existencia o no de cámara de aire. Sin embargo, el Código Técnico de la Edificación tiene redactadas unas tablas con los valores máximos de la transmitancia en cada zona climática, es decir, los más desfavorables posibles, por lo que debido al desconocimiento de los materiales de construcción del edificio, se ha optado por la utilización de éstas tablas para el cálculo del valor de la transmitancia. Los datos tabulados son los siguientes:

Parámetro	Zona Climática				
	A3/A4	B3/B4	C1/C2/C3/C4	D1/D2/D3	E1
Muro Fachada	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Contacto Terreno	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos	0,53	0,52	0,5	0,49	0,48
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Tabla 3. Valores de transmitancia U (W / m² K)

En el caso de que los cerramientos en cuestión tengan huecos, se debe calcular la superficie ocupada por éstos y aplicar la transmitancia de los huecos. La transmitancia de los huecos viene tabulada en función de la zona climática, el porcentaje de huecos y la orientación del cerramiento. La parte de la tabla que reúne los datos de la zona climática en que se encuentra mi edificio es la siguiente:

ZONA	% HUECOS	Orientación			
		N	E / O	S	SE / SO
C1/C2/C3/C4	De 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4
	De 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4
	De 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3
	De 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9
	De 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6
	De 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5

Tabla 4. Valores de transmitancia U (W / m² K)

2.5 Datos de aportación por insolación

Debe tenerse en cuenta la ganancia o aporte solar que se tiene por cada hueco de los cerramientos. Para ello se han recolectado los siguientes datos del Manual CARRIER de Aire Acondicionado, que refleja la combinación más simple o común que trata de ventanas de vidrio sencillo, siendo la superficie del marco del 15%, atmósfera limpia y altitud cero metros.

ORIENTACIÓN	LATITUD		
	30°	40°	50°
N	103	101	91
NE	392	419	396
E	520	516	516
SE	514	514	514
S	514	523	525
SO	514	514	514
O	520	516	516
NO	438	419	396
Horizontal	788	746	693

Tabla 5. Aportaciones solares a través de vidrio simple (W/m^2)

Los valores indicados se refieren a las condiciones estándar citadas anteriormente, para otras condiciones se aplicarán una serie de coeficientes reductores:

Si el marco es metálico o la ventana carece de marco se aplica un coeficiente de marco $C_m = 1,17$.

Si se prevee que las ventanas van a tener defectos de limpieza, se aumenta el valor en un 15% (siendo C_s el coeficiente de suciedad).

Se aumenta la carga por altitud un 0,7% cada 300 metros.

El coeficiente de color (C_c) del vidrio varía desde 1 (sin color) hasta 0,5 (más oscuro)

El coeficiente de protección solar (C_i) se obtiene según la tabla siguiente:

	Sin persiana	Lamas exteriores	Lamas interiores
Vidrio sencillo	1,00	0,14	0,65
Vidrio doble	0,90	0,13	0,61
Vidrio triple	0,83	0,12	0,56

Tabla 6. Coeficiente de protección solar (C_i)

En este proyecto, el marco es metálico, por lo tanto se utiliza el coeficiente $C_m = 1,17$. Se considera que las ventanas no van a tener defectos de limpieza. La altitud sobre el nivel del mar es de 436 m, por lo que tendremos que incrementar las aportaciones solares en un 1.0173%. El vidrio es sin color, por lo que el coeficiente en este caso es de $C_c = 1$. El coeficiente de protección solar es $C_i = 0,13$ debido a que se utiliza un vidrio doble con lamas exteriores.

2.6 Datos de aportación o pérdidas por renovación

Para el cálculo del calor aportado debido a la renovación de aire, se calcula el calor total que lleva el caudal de aire de renovación. Para ello, es necesario conocer el calor específico del aire C_a a la temperatura en cuestión. Como valor medio entre las temperaturas interior y exterior se ha considerado apropiado tomar en los cálculos el valor de calor específico del aire como $C_a = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ kW}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Otro dato importante en el cálculo es el caudal de aire de renovación. En este apartado cabe nombrar que se ha utilizado un aire de buena calidad (IDA 2) en todas las habitaciones, que se traduce en un caudal de $12,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona, excepto en la cafetería/comedor y en la cocina que se ha tomado un aire de calidad media (IDA 3), que se traduce en un caudal de $8 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona.

2.7 Datos de la aportación de calor debido a la ocupación

Los datos de calor aportado por ocupación de personas se han obtenido del Manual CARRIER de Aire Acondicionado. Se clasifican en la tabla siguiente según la actividad de la persona y la aplicación del local.

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TOTAL
Sentado, en reposo	Teatro, escuela primaria	103
Sentado, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	116
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	131
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131
Sentado, de pie	Farmacia	146
De pie, marcha lenta	Banco	146
Sentado	Restaurante	162
Trabajo ligero en banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	220
Baile o danza	Sala de baile	249
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	293
Trabajo penoso	Pista deportiva, fábrica	425

Tabla 7. Ganancias de calor debido a los ocupantes (W)

Para los cálculos se han considerado para todos los locales el valor de 131 W por persona, correspondiente a una actividad de empleado de oficina, excepto para los ocupantes de la Cafetería/Comedor y Cocina, que ha tomado un valor de 162 W por persona.

2.8 Datos de aportación de calor debido al alumbrado

La aportación de calor debido al alumbrado depende del tipo de local interior y se ve recogido en la siguiente tabla, que detalla el tipo de local y el aporte aproximado en W/m².

TIPO DE LOCAL	W / m ²
Iglesia	5
Teatro	10
Vivienda	20
Hotel	20
Banco	20
Hospital	20
Oficina	30
Escuela	30
Sala de belleza	30
Comercio	40

Tabla 8. Aportación de calor debido al alumbrado (W/ m²)

Esta previsión está hecha con un tipo de luminaria estándar y dependiendo de la que realmente se haya instalado, se aplican los factores de corrección que se indican en la siguiente tabla.

Tipo de luminaria	Coeficiente
Incasdencente	1,00
Fluorescente	1,35
LED	0,12/ 0,20

Tabla 9. Coeficiente según tipo de iluminación

Teniendo en cuenta el tipo de local, se consideran en los cálculos una potencia de 30 W/m² y se le aplica una corrección por luminaria con un factor de corrección de 1.35, ya que se usa luminaria tipo fluorescente.

2.9 Datos de aportación de calor debido a equipos y aparatos

En la siguiente tabla aparece la potencia nominal de diferentes equipos informáticos.

Tipo de aparato	Equipo en funcionamiento
CPU	50/150
Impresora	13
Monitor pantalla tubo rayos catódicos	250/450
Monitor pantalla plana	30/50

Tabla 10. Potencia nominal de los siguientes aparatos, en Watios

Teniendo en cuenta la cantidad de aparatos en cada local, se obtiene el calor aportado en cada uno.

Otro dato a tener en cuenta se obtiene del Manual Carrier de Aire Acondicionado relativo a las aportaciones de calor de los equipos de una cocina industrial, y que se incluyen algunos en la siguiente tabla.

Tipo de aparato	Potencia total (kW)
Freidora	2,75
Horno eléctrico	1,5
Parrilla eléctrica	1,4
Parrilla de gas	3,5
Cafetera eléctrica	1,65
Tostador	1

Tabla 11. Aportación de calor de equipos de cocina industrial (kW)

2.10 Datos de calor aportado por motores

Este apartado se refiere a la ganancia de calor aportado por el motor/compresor del frigorífico de la cocina.

Al calor procedente del emitido por este hay que añadirle el procedente del condensador del equipo. Este calor depende de la eficiencia del equipo pero se puede ajustar a un valor de 2-3 veces la potencia nominal del motor. Por consiguiente, el calor emitido al ambiente por el frigorífico de una potencia de 0,2 kW se puede fijar en 0,66 kW.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Como se mencionó anteriormente, una carga térmica es un tipo particular de transferencia de calor debida a algún hecho en concreto. Expuestas de forma esquemática, las cargas de calor consideradas en este proyecto son:

1. Cargas de transmisión a través de los cerramientos.
2. Cargas de insolación a través de las ventanas.
3. Cargas debidas al aire de renovación del aire de los locales
4. Cargas debidas a la ocupación de personas.
5. Cargas por iluminaria.
6. Cargas por otros usos.

Es necesario tener en cuenta todas estas cargas para el caso de verano, sin embargo, para invierno sólo es necesario considerar las cargas de transmisión y las de renovación, siendo ambas negativas (el calor escapa de la habitación).

3.1 Cargas por transmisión

Las cargas de transmisión se deben a la existencia de diferentes temperaturas a través de las paredes, ventanas, suelo y techo. Se producen, por tanto, a través de los cerramientos y son de transferencia por transmisión como su propio nombre indica. Para calcularlas se ha utilizado la expresión:

$$Q_t = U \times S \times \Delta T \times c_t \quad (1)$$

Q_t es el calor ganado o perdido en W

U es la transmitancia del cerramiento en W/m^2K

S es la superficie del cerramiento en m^2

ΔT es la diferencia de temperaturas entre los extremos del cerramiento

c_t es un coeficiente de mayoración, siendo éste:

- Para verano: 1
- Para invierno: Norte 1.55, Sur 1.20, Este 1.55 y Oeste 1.40

La fórmula se aplica a cada uno de los cerramientos del local en cuestión.

	Local	Carga por transmisión (W)
Conjunto Sureste	Privado 1	970,14
	Privado 2	851,20
	Privado 3	848,86
	Sala de espera 1	1.101,19
	Recepción 1	712,87
	Sala de juntas 1	827,66
	Privado 7	871,66
Conjunto Suroeste	Privado 4	923,99
	Privado 5	851,20
	Privado 6	970,14
	Sala de espera 2	1.101,19
	Recepción 2	737,79
	Sala de juntas 2	827,66
	Privado 8	871,66
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	986,98
	Sala de juntas 4	972,48
	Sala de juntas 5	986,98
	Recepción/Sala de espera 3	1.504,73
	Cafetería/Comedor	1.839,46
	Cocina	1.120,94
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	981,54
	Recursos humanos	972,48
	Director general	970,14
	Recepción/Sala de espera 4	1.592,02
	Cajero 1	666,18
	Cajero 2	666,18
	Pasillo	7.269,34
	TOTAL	32.996,66

Tabla 12. Cargas por transmisión

3.2 Cargas por insolación

Son las aportaciones de calor debidas a la luz solar a través del cristal de las ventanas. Se calculan mediante la expresión:

$$Q_i = q_i \times S \times C_c \times C_m \times C_i \quad (2)$$

Q_i es el calor total aportado por insolación en W

q_i es el calor por unidad de superficie W/m²

S es la superficie de la cristalería en m²

C_c es el coeficiente de color.

C_m es el coeficiente que considera el marco.

C_i es un coeficiente de protección solar.

	Local	Carga por insolación (W)
Conjunto Sureste	Privado 1	464,41
	Privado 2	233,77
	Privado 3	233,77
	Sala de espera 1	0
	Recepción 1	0
	Sala de juntas 1	0
	Privado 7	0
Conjunto Suroeste	Privado 4	233,77
	Privado 5	233,77
	Privado 6	230,64
	Sala de espera 2	0
	Recepción 2	0
	Sala de juntas 2	0
	Privado 8	0
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	230,64
	Sala de juntas 4	0
	Sala de juntas 5	0
	Recepción/Sala de espera 3	0
	Cafetería/Comedor	550,58
	Cocina	298,36
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	0
	Recursos humanos	0
	Director general	230,64
	Recepción/Sala de espera 4	90,29
	Cajero 1	45,15
	Cajero 2	45,15
	Pasillo	9.682,24
	TOTAL	12.504,82

Tabla 13. Cargas por insolación

3.3 Cargas por renovación del aire

Para mantener las condiciones de confort en el interior del local, es necesario renovar el aire viciado de dentro con aire fresco del exterior, por tanto, se producen pérdidas de calor del local en invierno y ganancias en verano. Para acercar el aire exterior a las condiciones del interior se dispone en la cubierta de un recuperador de calor del aire de extracción, aún así es necesario tener en cuenta estas cargas. Se calculan mediante la expresión:

$$Q_r = q_r \times c_a \times \Delta T \quad (3)$$

Q_r el calor total de la renovación en W

q_r el flujo de aire de renovación en dm³/s

ΔT es la diferencia de temperaturas entre los extremos del cerramiento

$C_a = 3,37 \cdot 10^{-4}$ kW/(m³·°C).

	Local	Carga por renovación (kW)
Conjunto Sureste	Privado 1	0,91
	Privado 2	0,91
	Privado 3	0,91
	Sala de espera 1	2,65
	Recepción 1	1,31
	Sala de juntas 1	1,52
	Privado 7	0,91
Conjunto Suroeste	Privado 4	0,91
	Privado 5	0,91
	Privado 6	0,91
	Sala de espera 2	2,65
	Recepción 2	1,31
	Sala de juntas 2	1,52
	Privado 8	0,91
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	1,82
	Sala de juntas 4	1,82
	Sala de juntas 5	1,82
	Recepción/Sala de espera 3	2,85
	Cafetería/Comedor	3,40
	Cocina	0,49
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	1,06
	Recursos humanos	1,82
	Director general	0,91
	Recepción/Sala de espera 4	2,85
	Cajero 1	0,91
	Cajero 2	0,91
	Pasillo	11,37
	TOTAL	50,27

Tabla 14. Cargas por renovación

3.4 Cargas por ocupación

Estas cargas tienen en cuenta el calor aportado por los ocupantes, teniendo en consideración el tipo de actividad que éstos realizan. Se calculan con la expresión:

$$Q_0 = N \times q_0 \quad (4)$$

Q_0 el calor total aportado por los ocupantes en W
 N el número de ocupantes estimados de la habitación
 q_0 el calor que aporta cada ocupante en W/persona.

	Local	Carga por ocupación (W)
Conjunto Sureste	Privado 1	618,00
	Privado 2	618,00
	Privado 3	618,00
	Sala de espera 1	1800,34
	Recepción 1	888,38
	Sala de juntas 1	1.030,00
	Privado 7	618,00
Conjunto Suroeste	Privado 4	618,00
	Privado 5	618,00
	Privado 6	618,00
	Sala de espera 2	1800,34
	Recepción 2	888,38
	Sala de juntas 2	1.030,00
	Privado 8	618,00
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	1.236,00
	Sala de juntas 4	1.236,00
	Sala de juntas 5	1.236,00
	Recepción/Sala de espera 3	1934,78
	Cafetería/Comedor	5.670,00
	Cocina	655,00
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	777
	Recursos humanos	1.236,00
	Director general	618,00
	Recepción/Sala de espera 4	1934,78
	Cajero 1	618,00
	Cajero 2	618,00
	Pasillo	7.725,00
	TOTAL	37.876,00

Tabla 15. Cargas por ocupación

3.5 Cargas por alumbrado

Estas cargas estiman el calor que aporta la iluminaria dentro del local. Se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$Q_0 = S \times q_0 \quad (5)$$

Q_0 el calor total aportado por la iluminaria en W

S es la superficie total del suelo de la habitación

q_0 el calor estimado que aporta la iluminaria en W/m² (tabla 8)

Se ha tomado para q_0 el valor el valor de 30 W/m².

	Local	Carga por alumbrado (W)
Conjunto Sureste	Privado 1	721,89
	Privado 2	721,89
	Privado 3	721,89
	Sala de espera 1	1048,74
	Recepción 1	517,50
	Sala de juntas 1	675,68
	Privado 7	675,68
Conjunto Suroeste	Privado 4	721,89
	Privado 5	721,89
	Privado 6	721,89
	Sala de espera 2	1048,74
	Recepción 2	517,50
	Sala de juntas 2	675,68
	Privado 8	675,68
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	851,18
	Sala de juntas 4	851,18
	Sala de juntas 5	851,18
	Recepción/Sala de espera 3	1127,06
	Cafetería/Comedor	1.386,45
	Cocina	604,45
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	823,83
	Recursos humanos	851,18
	Director general	721,89
	Recepción/Sala de espera 4	1127,06
	Cajero 1	500,18
	Cajero 2	500,18
	Pasillo	10.069,20
	TOTAL	30.431,56

Tabla 16. Cargas por alumbrado

3.6 Cargas por otros usos

Aquí se considera el calor aportado por los equipos informáticos en general.

La fórmula usada es la siguiente:

$$Q_0 = N \times q_0 \quad (6)$$

Q_0 el calor total aportado por los equipos informáticos en W

N el número de equipos en cada habitación

q_0 el calor que aporta cada equipo en W/equipo (tablas 10 y 11)

	Local	Carga por otros usos (W)
Conjunto Sureste	Privado 1	113,00
	Privado 2	113,00
	Privado 3	113,00
	Sala de espera 1	0
	Recepción 1	113,00
	Sala de juntas 1	100,00
	Privado 7	113,00
Conjunto Suroeste	Privado 4	113,00
	Privado 5	113,00
	Privado 6	113,00
	Sala de espera 2	0
	Recepción 2	113,00
	Sala de juntas 2	100,00
	Privado 8	113,00
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	100,00
	Sala de juntas 4	100,00
	Sala de juntas 5	100,00
	Recepción/Sala de espera 3	113
	Cafetería/Comedor	5.150,00
	Cocina	17.243,00
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	500
	Recursos humanos	200,00
	Director general	113,00
	Recepción/Sala de espera 4	113
	Cajero 1	100,00
	Cajero 2	100,00
	Pasillo	0
	TOTAL	25.149,00

Tabla 17. Cargas por otros usos

Anejo:

Instalación de Ventilación

Índice del Anejo: Instalación de Ventilación

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	67
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	67
3. PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	67
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	69
5. CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS	69
5.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	69

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es, poco a poco y de forma continua, expulsar el aire del interior del local e introducir aire fresco del exterior. Gracias a esto, evitamos ambientes viciados, malos olores y mantenemos unas condiciones de confort en el interior.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

En los cuatro conjuntos norte y sur las instalaciones de renovación de aire se componen, independientemente, de conductos de entrada y salida del aire y de una unidad de introducción y extracción que a la vez alberga un recuperador de calor del aire de extracción con una batería de enfriamiento adiabático. Esta unidad, además de hacer circular el aire por los conductos hacia dentro y fuera de las habitaciones, provoca un intercambio de calor entre el aire que sale y el que entra, calefactando o enfriando así el aire (según verano o invierno) para que al introducirlo en las habitaciones se encuentre a una temperatura más acorde con la interior. De esta manera, se reduce la pérdida de energía que supone extraer aire climatizado del interior.

En los sistemas VRV, el aire cogido del exterior también pasa por los cassettes antes de entrar en las habitaciones, acercando aún más su temperatura a la interior.

En el sistema Rooftop, las mismas unidades de cubierta se encargan de extraer el aire del interior e introducir aire limpio.

3. PARÁMETROS DE CÁLCULO

El principal parámetro a considerar en el cálculo de esta instalación es el caudal mínimo de renovación de aire, el cuál dependerá de la calidad del aire interior deseada.

Para calcular el caudal mínimo de renovación de aire se ha seguido la IT.1.1.4.2.3 del RITE, la cual regula el caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales o piscinas. El método elegido para el cálculo ha sido el

indirecto acorde al número de ocupantes por habitación. Los caudales de ventilación en (dm^3/s por persona) vienen agrupados en categorías en función de la calidad del aire interior que se desea conseguir.

Categoría	dm^3/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 1. Caudal de ventilación por ocupantes

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorio Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calidad media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 2. Calidad del aire

Considero apropiado englobar mi edificio en la categoría IDA 2, tratándose de un edificio de oficinas excepto los locales de la cafetería/comedor y la cocina que los

he englobado en la categoría IDA 3. Para tales categorías se tomaría un valor de flujo de renovación de 12.5 y 8 dm³/s por persona respectivamente.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

El primer dato que necesitamos conocer es el caudal de aire de renovación que debe ir a cada habitación, según la ocupación de ésta y, posteriormente, la sección del conducto que conduce el aire hasta la habitación en cuestión. Una vez que conocemos el caudal de cada habitación, se configura un trazado, lo más óptimo posible, de los conductos en plano. El caudal total de la instalación será la suma del caudal para cada una de las habitaciones. Para la introducción del aire a las habitaciones, la configuración de los conductos consiste en un conducto principal del que van derivando conductos a cada planta y a cada local. Para la extracción, se va recogiendo el aire de cada local a través de rejillas de retorno, el aire circula por los falsos techos y por el hueco de la estructura habilitado hasta llegar al recuperador de calor. El método seguido para calcular la sección de cada conducto se denomina “método de pérdida de carga constante” y viene detalladamente explicado en el siguiente punto del presente anejo.

5. CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS

Una vez que se tiene una configuración en el plano de la red de conductos con el caudal de aire que transporta cada uno se procede a calcular la sección transversal de cada conducto.

5.1 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El método de cálculo se llama método de pérdida de carga constante, se utiliza para averiguar las secciones transversales óptimas para cada conducto según el flujo de aire que lo atraviesa. Se basa en el principio de que, el fluido siempre tiende a ir por el conducto que menos oposición presente, es decir, el que tenga menos pérdidas de carga. Cuando el fluido va circulando por el conducto principal y encuentra una derivación a una habitación, ambos caminos deben presentar las mismas pérdidas de carga, por lo que la masa de aire no presenta preferencia por ningún conducto en particular. De esta manera se consigue dirigir el caudal deseado

a cada habitación. Para llevar el método a la práctica se necesita una gráfica que nos da el diámetro de un conducto redondo en función del caudal y la pérdida de carga, para una velocidad previamente fijada. Se puede visualizar en la figura 1.

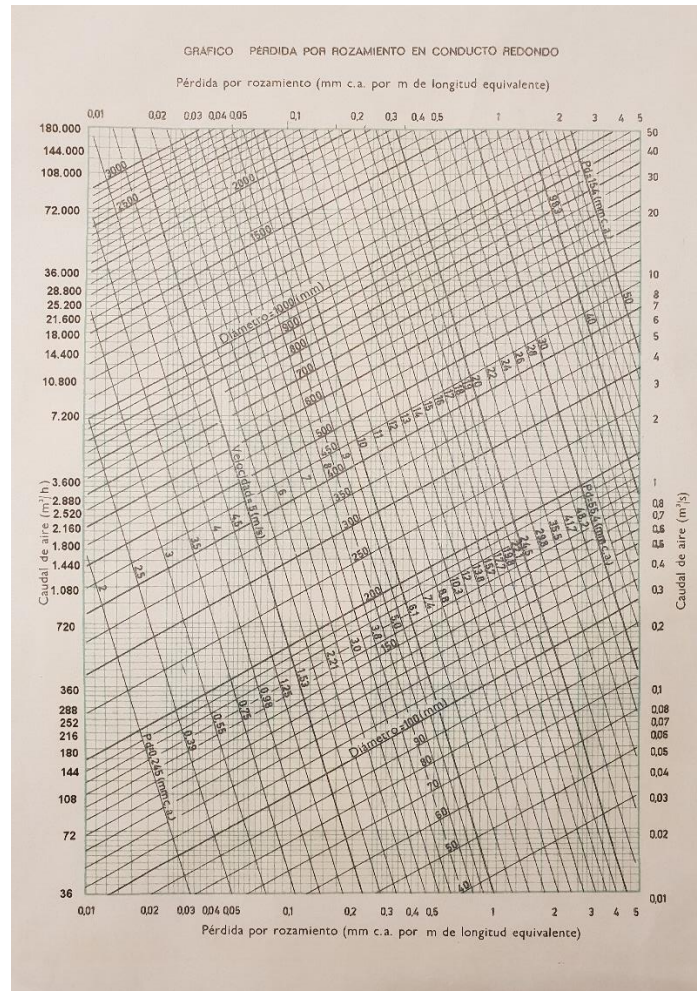


Figura 1. Gráfico pérdida de carga constante

En el eje X van las pérdidas de carga y en el eje Y el caudal. Las líneas de pendiente positiva representan cada una un valor de diámetro y las líneas de pendiente negativa representan una velocidad constante.

Los pasos a seguir que se han aplicado para cada uno de los cuatro conjuntos de habitaciones del proyecto son los siguientes:

1. Se fija la velocidad del conducto principal (el que lleva todo el caudal) a 6 m/s, que es la idónea para la renovación del aire y es un criterio que evita que existan ruidos en los conductos.. Para ello se localiza en el eje Y el

caudal del conducto principal y se traza una línea recta horizontal hasta cortar a la línea de velocidad 6 m/s. En el punto de corte, se traza una línea recta vertical hasta cortar al eje de la X, donde están las pérdidas de carga. El punto de corte de esta recta vertical con el eje X será el valor de pérdida de carga que se mantendrá constante en toda la instalación. La velocidad y el diámetro por tanto irán disminuyendo a medida que se vaya repartiendo el caudal por cada habitación.

2. Después se localizan en el eje Y los caudales de las distintas habitaciones a las que se ramificará el conducto principal, y se traza una línea horizontal por cada habitación, hasta que corte la vertical principal trazada anteriormente.
3. Cada punto de intersección con la recta vertical será el diámetro óptimo para cada conducto. Por ejemplo, un croquis para los trazados en la gráfica del conjunto Sureste sería el siguiente:

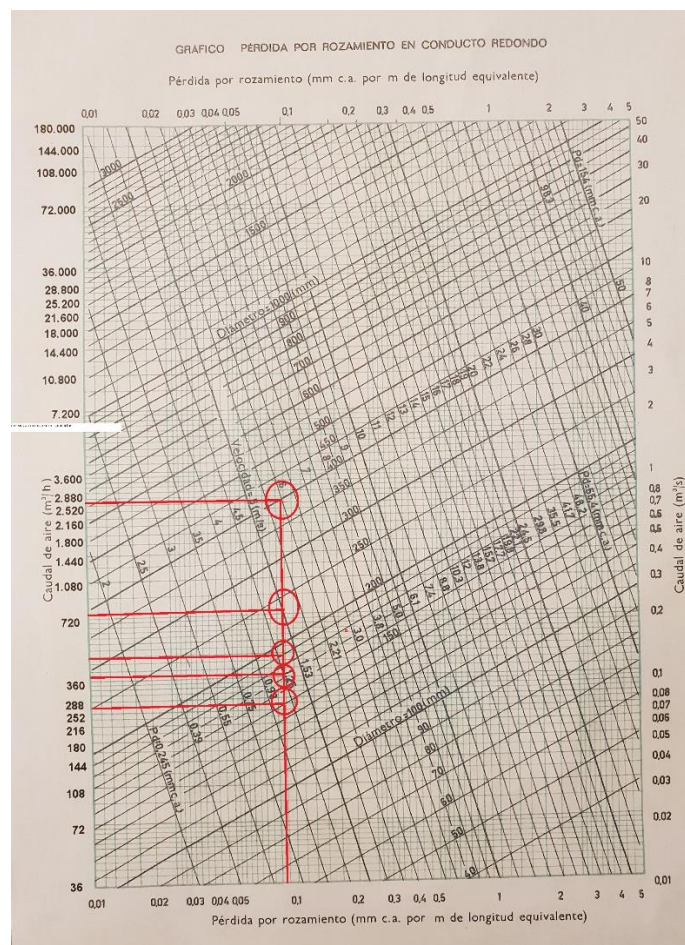


Figura 2. Croqui puntos de corte para conjunto Sureste

4. Como los conductos no son redondos, debe adaptarse la sección para que tengan la misma área transversal pero tengan forma rectangular. Para ello nos servimos de la siguiente tabla.

Medidas y valores de los conductos

Longitud de los lados mm	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
200	0,020 133 149 0,80	0,030 171 186 0,70	0,040 200 218 0,80									A _c d _h d _e A _i
250	0,025 143 165 0,70	0,038 188 206 0,80	0,050 222 241 0,90	0,063 250 273 1,00								A _c d _h d _e A _i
300	0,030 150 180 0,80	0,045 200 224 0,90	0,060 240 262 1,00	0,075 273 296 1,10	0,090 300 327 1,20							A _c d _h d _e A _i
400	0,040 160 205 1,00	0,060 218 255 1,10	0,080 267 299 1,20	0,10 308 337 1,30	0,12 343 373 1,40	0,16 400 455 1,60						A _c d _h d _e A _i
500		0,075 231 283 1,30	0,10 286 331 1,40	0,13 333 374 1,50	0,15 375 413 1,60	0,20 444 483 1,80	0,25 500 545 2,00					A _c d _h d _e A _i
600		0,090 240 307 1,50	0,12 300 359 1,60	0,15 353 406 1,70	0,18 400 448 1,80	0,24 480 524 2,00	0,30 545 592 2,20	0,36 600 654 2,40				A _c d _h d _e A _i
800			0,16 320 410 2,00	0,20 381 463 2,10	0,24 436 511 2,20	0,32 533 598 2,40	0,40 615 675 2,60	0,48 696 745 2,80	0,64 800 872 3,20			A _c d _h d _e A _i
1000				0,25 400 512 2,50	0,30 462 566 2,60	0,40 571 662 2,80	0,50 667 747 3,00	0,60 750 825 3,20	0,80 889 965 3,60	1,00 1000 1090 4,00		A _c d _h d _e A _i
1200					0,36 480 614 3,00	0,48 600 719 3,20	0,60 706 812 3,40	0,72 800 896 3,60	0,96 960 1049 4,00	1,20 1091 1184 4,40	1,44 1200 1308 4,80	A _c d _h d _e A _i
1400						0,56 622 771 3,60	0,70 737 871 3,80	0,84 840 962 4,00	1,12 1018 1125 4,40	1,40 1167 1270 4,80	1,68 1292 1403 5,20	A _c d _h d _e A _i
1600						0,64 640 819 4,00	0,80 762 925 4,20	0,96 873 1022 4,40	1,28 1067 1195 4,80	1,60 1231 1350 5,20	1,92 1371 1461 5,60	A _c d _h d _e A _i
1800							0,90 783 976 4,80	1,08 900 1078 4,80	1,44 1108 1261 5,20	1,80 1286 1424 5,60	2,16 1440 1573 6,00	A _c d _h d _e A _i
2000							1,00 800 1024 5,00	1,20 923 1131 5,20	1,60 1143 1323 5,60	2,00 1333 1484 6,00	2,40 1500 1650 6,40	A _c d _h d _e A _i

Tabla 3. Paso de Conducto circular a rectangular o cuadrado.

Anejo:

Instalación de Cassettes y Tuberías Sistema VRV

Índice del Anejo: Instalación de Cassettes y Tuberías Sistema VRV

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	76
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	77
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	77
4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.....	78
4.1. Selección de equipos	78
4.1.1. Bomba de calor VRV	78
4.1.1. Cassettes en los locales.....	79
4.2. Cálculo de la Red de Tuberías	80

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es dotar al edificio de equipos capaces de aportar la potencia calorífica o frigorífica necesaria para alcanzar la habitabilidad y condiciones de confort dentro de las habitaciones del mismo.

En este caso, el cálculo de las solicitudes térmicas es más desfavorable para el caso de verano. En la siguiente tabla se resumen los resultados del cálculo de solicitudes térmicas por local para verano:

	Local	Carga (kW)
		Verano
Conjunto Sureste	Privado 1	3,8
	Privado 2	3,45
	Privado 3	3,45
	Sala de espera 1	6,6
	Recepción 1	3,54
	Sala de juntas 1	4,15
	Privado 7	3,19
	TOTAL	28,18
Conjunto Noreste	Sala de juntas 3	5,22
	Sala de juntas 4	5,08
	Sala de juntas 5	4,99
	Recepción/Sala de espera 3	7,53
	Cafetería/Comedor	17,62
	Cocina	20,41
	TOTAL	60,85
Conjunto Noroeste	Administración-Caja	4,66
	Recursos humanos	5,08
	Director general	3,56
	Recepción/Sala de espera 4	7,71
	Cajero 1	2,84
	Cajero 2	2,84
	TOTAL	26,69

Tabla 1. Solicitaciones por local

Para contrarrestar por tanto tales cargas térmicas, se diseña la instalación de cassettes con el sistema VRV para los tres conjuntos elegidos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se diseña la instalación VRV para mantener la temperatura de confort en el interior de las habitaciones compensando las cargas térmicas que aparecen tanto en verano como en invierno.

Para cada conjunto de habitaciones:

La unidad exterior se encuentra situada en la cubierta y su instalación se realizará sobre unos apoyos elásticos para disminuir las vibraciones y ruidos. En dicha zona, se realizará la conexión a la red eléctrica y la instalación a la red de tuberías de refrigeración. El equipo dispone de un sistema de regulación y puesta en marcha electrónico. El refrigerante con el que trabajará el sistema será R-410a, por su gran implantación a nivel comercial, su bondad como refrigerante y su bajo impacto medioambiental.

Además de la unidad exterior, consta de unidades interiores que estarán conectadas por una red de tuberías de cobre aisladas desde la cubierta, donde se encuentra la unidad exterior, hasta las distintas plantas a través de tuberías bajantes situadas en el hueco de la estructura habilitado y desde éstas hasta las unidades interiores a través de tuberías de planta. Todas las tuberías se aislarán, recubriéndose la misma con chapa de acero en los recorridos que discurren por cubierta.

En las unidades interiores se producen la evaporación/condensación del gas, intercambiando la energía térmica con el aire y por lo tanto calentándolo o enfriándolo. Éstas estarán instaladas en los falsos techos de los locales. En la entrada y en la salida de cada tubería en la unidad interior vendrá colocada una válvula de bola por si hubiese una avería cortar el suministro de refrigerante.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

De forma esquemática, se expone el orden en que se ha calculado las diferentes partes que forman la instalación de cada conjunto de habitaciones:

- Cálculo de las cargas térmicas por habitación.

- Dotación del cassette de potencia adecuada en cada habitación para contrarrestar tales cargas.
- Recuento de la potencia instalada por local y en el conjunto en total para la selección de la unidad exterior.
- Red de tuberías: disposición de las tuberías y cálculo de su diámetro.

Primeramente, se calculó las cargas térmicas por cada habitación. Tras saber la demanda en cada una, se dotó a cada habitación de un cassette con la potencia adecuada y se hizo balance de la potencia total instalada en el conjunto para seleccionar la unidad exterior. Posteriormente, se calculó la red de tuberías, lo cual reúne dos puntos: cálculo de su diámetro y el layout o disposición en plano de las tuberías.

4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

Los elementos que componen la instalación de cada conjunto vienen nombrados a continuación:

- Equipos: bomba de calor VRV y cassettes.
- Redes de tuberías.

En este apartado se explica el procedimiento de cálculo de cada uno de los elementos.

4.1. Selección de equipos

La selección de equipos se lleva a cabo tras calcular las cargas térmicas de cada conjunto. En este apartado es necesario distinguir dos puntos: la bomba de calor VRV que se encuentra en la cubierta y los equipos individuales pequeños en cada habitación (cassettes) que efectúan el intercambio de calor con el aire de la habitación.

4.1.1. Bomba de calor VRV

Son los equipos que aportan la energía necesaria. Tras sumar los resultados del cálculo de cargas térmicas obteniendo la tabla 1, se opta por la opción de instalar las siguientes bombas para cada conjunto:

	Unidad Exterior	
Conjunto Sureste	Modelo	RYYQ12T
	Capacidad nominal Refrigeración	33.5 kW
	Capacidad nominal Calefacción	37.5 kW
	Caudal	11100 m ³ /h
Conjunto Noreste	Modelo	RYYQ22T
	Capacidad nominal Refrigeración	61.5 kW
	Capacidad nominal Calefacción	69.0 kW
	Caudal	21600 m ³ /h
Conjunto Noroeste	Modelo	RYYQ10T
	Capacidad nominal Refrigeración	28.0 kW
	Capacidad nominal Calefacción	31.5 kW
	Caudal	10500 m ³ /h

Tabla 2. Unidades exteriores sistemas VRV

4.1.1. Cassettes en los locales

Se encargan de introducir en la habitación la potencia adecuada a la misma. Su funcionamiento trata de coger aire de la habitación y expulsarlo pasándolo antes entre la batería por la que pasa el refrigerante (según necesidad) proveniente de la bomba de calor. El aire de renovación procedente del exterior también pasa por el cassette para su adecuación a la temperatura interior.

Los equipos instalados en todas las habitaciones son equipos de techo, de potencia variable según la necesidad de la habitación. Las potencias instaladas son:

	Modelo	Capacidad nominal Refrigeración	Capacidad nominal Calefacción	Caudal
Conjunto Sureste	FXFQ40A	4,5 kW	5,0 kW	840 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ63A	7,1 kW	8,0 kW	990 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ40A	4,5 kW	5,0 kW	840 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
Conjunto Noreste	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ100A	11,2 kW	12,5 kW	1590 m ³ /h
	FXFQ100A	11,2 kW	12,5 kW	1590 m ³ /h
Conjunto Noroeste	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
	FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h
	FXFQ32A	3,6 kW	4,0 kW	750 m ³ /h

Tabla 18. Unidades interiores sistemas VRV

El fabricante te proporciona dos potencias: una calorífica y otra frigorífica. La frigorífica es siempre menor, por lo que dimensionando para ésta cumpliremos siempre las necesidades. Los cassettes instalados en cada habitación están designados en el plano de “Instalación de Equipos y Tuberías”.

4.2. Cálculo de la Red de Tuberías

El cálculo de la red de tuberías se realiza una vez que conocemos la potencia a instalar en cada habitación. La distribución de las tuberías con sus diámetros se puede observar en el plano de “Instalación de Equipos y Tuberías”.

Mediciones

Índice de Mediciones

1. EQUIPOS.....	84
2. TUBERÍAS DE INSTALACIÓN.....	86
3. CONDUCTOS DE VENTILACION.....	87

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1,00 EQUIPOS		
1,01	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 5,6 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	5
1,02	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 9,0 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	4
1,03	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 4,5 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	2
1,04	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 3,6 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	7
1,05	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 7,1 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	1
1,06	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 11,2 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	2
1,07	Recuperador de calor del aire de extracción con enfriamiento adiabático de caudal 3300 m3/h	3
1,08	Recuperador de calor del aire de extracción con enfriamiento adiabático de caudal 4400 m3/h	1
1,09	Unidad exterior de sistema VRV bomba calor calefacción continua de 33,5 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A. Expansión directa, condensada por aire y tres compresores.	1
1,10	Unidad exterior de sistema VRV bomba calor calefacción continua de 28,0 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A. Expansión directa, condensada por aire y tres compresores.	1
1,11	Unidad exterior de sistema VRV bomba calor calefacción continua de 61,5 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A. Expansión directa, condensada por aire y tres compresores.	1

1,12	Unidad exterior de sistema VRV con conductos con Airzone bomba calor calefacción continua de 38,0 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A. Expansión directa, condensada por aire y tres compresores.	2
1,13	Unidad interior de sistema VRV con conductos con Airzone de 38 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A.	1
1,14	Unidad de cubierta de sistema Rooftop de 10,2 kW de potencia frigorífica con refrigerante R-22.	5
1,15	Turbina de extracción de aire con caudal máximo de 7440 m3/h	1
1,16	Central de Sistema Flexa 3.0 7z Airzone	1
1,18	Pasarela de comunicaciones Airzone	1
1,19	Webserver Airzone Cloud	1
1,20	Campana de extracción tipo isla	1
1,21	Campana de extracción adosada	1

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	
2,00	TUBERÍAS DE INSTALACIÓN		
2,01	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 "	Planta Baja	76,3
		Verticales	4
		Cubierta	3
		TOTAL	83,3
2,02	m.l. Tubería de cobre de NPS 11/8 "	Planta Baja	6,05
		Verticales	2
		Cubierta	1,5
		TOTAL	9,55
2,03	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 "	Planta Baja	16,34
		Verticales	4
		Cubierta	3
		TOTAL	23,34
2,04	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 "	Planta Baja	45,29
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	45,29
2,05	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 "	Planta Baja	40,4
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	40,4
2,06	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 "	Planta Baja	55,3
		Verticales	2
		Cubierta	1,5
		TOTAL	58,8
2,07	m.l. Tubería de cobre de NPS 7/8 "	Planta Baja	1,57

Verticales	0
Cubierta	0
TOTAL	1,57

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	
3,00 CONDUCTOS DE VENTILACIÓN			
3,01	m² Conducto ventilación rectangular de 800x200 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	0,56
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	0,56
3,02	m² Conducto ventilación rectangular de 500x150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	3,58
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	3,58
3,03	m² Conducto ventilación rectangular de 200x150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	4,72
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	4,72
3,04	m² Conducto ventilación rectangular de 500x300 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	12,9
		Verticales	6
		Cubierta	3,6
		TOTAL	22,5
3,05	m² Conducto ventilación rectangular de 250x100 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	38,54
		Verticales	0
			87

		Cubierta	0
		TOTAL	38,54
3,06	m ² Conducto ventilación rectangular de 500x250 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	7,25
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	7,25
3,07	m ² Conducto ventilación rectangular de 400x250 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	1,68
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	1,68
3,08	m ² Conducto ventilación rectangular de 500x300 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	4,96
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	4,96
3,09	m ² Conducto ventilación rectangular de 500x400 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	1,98
		Verticales	2
		Cubierta	1,2
		TOTAL	5,18
3,10	m ² Conducto ventilación rectangular de 400x200 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	3,95
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	3,95
3,11	m ² Conducto ventilación rectangular de 300x200 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	5,05
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	5,05

3,12	m ² Conducto ventilación rectangular de 250x150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	12,6
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	12,6
3,13	m ² Conducto ventilación rectangular de 300x250 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	0,78
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	0,78
3,14	m ² Conducto ventilación rectangular de 400x100 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	12,99
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	12,99
3,15	m ² Conducto ventilación rectangular de 400x400 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	4,73
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	4,73
3,16	m ² Conducto ventilación rectangular de 400x150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	0,73
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	0,73
3,17	Ud. Compuerta de aire motorizada de aluminio de 200x200 mm	Plana Baja	4
3,18	Rejillas de retorno rectangulares de 200x100 mm	Plana Baja	31
3,19	Rejilla motorizada inteligente Aiorzone de 500x200 mm	Plana Baja	7

		TOTAL	7
3,20	Ud. Compuerta de sobrepresión de 200x200 mm	Plana Baja	1
		TOTAL	1

Presupuesto

Índice de Presupuesto

1.	PRECIOS SIMPLES.....	93
2.	MANO DE OBRA Y MAQUINARIA.....	94
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	94
4.	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	101
4.1	Capítulo 1: Instalación de cassetes, unidades de cubierta Rooftop y tuberías.	101
4.2	Capítulo 2: Instalación de ventilación	102
4.3	Capítulo 3: Estudios de entidad propia.....	102
4.3.1	Actuaciones sobre seguridad y salud	102
4.3.2	Gestión de residuos	102
5.	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	103

1. PRECIOS SIMPLES

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
CF001	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 5,6 kW	1798,00
CF002	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 9,0 kW	2124,00
CF003	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 4,5 kW	1723,00
CF004	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 3,6 kW	1572,00
CF005	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 7,1 kW	1950,00
CF006	Ud. Interior cassette de flujo radial 360º de 11,2 kW	2476,00
CF007	Ud. Controlador remoto inalámbrico	164,00
BC001	Ud. Exterior bomba de calor 33,5 kW	15156,00
BC002	Ud. Exterior bomba de calor 28,0 kW	12764,00
BC003	Ud. Exterior bomba de calor 61,5 kW	25619,00
BC004	Ud. Exterior bomba de calor 38,0 kW	4734,00
RC001	Ud. Recuperador de calor del aire de extracción 3300 m3/h	2467,00
RC002	Ud. Recuperador de calor del aire de extracción 4400 m3/h	2857,00
SA001	Ud. Interior sistema Airzone 38,0 kW	2349,00
SA002	Ud. Central de Sistema Flexa 3.0 7z Airzone	220,00
SA003	Ud. Pasarela de comunicaciones Airzone	150,00
SA004	Ud. Webserver Airzone Cloud	150,00
SA005	Ud. Termostato Airzone Lite	81,00
RT001	Ud. Cubierta sistema Rooftop 10,2 kW	2629,00
TE001	Ud. Turbina de extracción 7440 m3/h	850,00
TB001	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 "	3,38
TB002	m.l. Tubería de cobre de NPS 11/8 "	9,48
TB003	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 "	7,18
TB004	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 "	4,59
TB005	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 "	2,33
TB006	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 "	5,08
TB007	m.l. Tubería de cobre de NPS 7/8 "	8,22
TB008	Material auxiliar fijación tuberías	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60
VE001	m2 chapa de aluminio de espesor 6 mm más juntas	1,40
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	5,30
VE003	Rejillas de retorno base rectangular 200x100 mm	10,82
VE004	Ud. Compuerta monotorizada de aluminio 200x200 mm	158,88
VE005	Ud. Rejilla motorizada inteligente Airzone de 500x200 mm	172,00
VE006	Ud. Compuerta de sobrepresión de 200x200 mm	46,00

2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,1
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1
MA001	h. Equipo montacargas ligero	0,75
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,2

3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

1,01	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 5,6 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF001	Ud. interior cassette de flujo radial 360º de 5,6 kW	1798,00	1,00	1798,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			39,65
	Costes indirectos 3%			59,48
				2.081,68 €
1,02	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 9,0 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. interior cassette de flujo radial 360º de 9,0 kW	2124,00	1,00	2124,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			46,17
	Costes indirectos 3%			69,26
				2.423,98 €
1,03	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 4,5 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF003	Ud. interior cassette de flujo radial 360º de 4,5 kW	1723,00	1,00	1723,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			38,15
	Costes indirectos 3%			57,23
				2.002,93 €

1,04	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 3,6 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF004	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 3,6 kW	1572,00	1,00	1572,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			35,13
	Costes indirectos 3%			52,70
				1.844,38 €
1,05	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 7,1 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF005	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 7,1 kW	1950,00	1,00	1950,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			42,69
	Costes indirectos 3%			64,04
				2.241,28 €
1,06	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 11,2 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF006	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 11,2 kW	2476,00	1,00	2476,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF007	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			53,21
	Costes indirectos 3%			79,82
				2.793,58 €
1,07	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción 3300 m3/h			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RC001	Ud. Recuperador de aire de extracción 3300 m3/h	2467,00	1,00	2467,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación 5,30	5,30	1,00	5,30
	Medios auxiliares 2%			50,26
	Costes indirectos 3%			75,40
				2.638,86 €

1,08	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción 4400 m3/h			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RC002	Ud. Recuperador de aire de extracción 4400 m3/h	2857,00	1,00	2857,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación 5,30	5,30	1,00	5,30
	Medios auxiliares 2%			58,06
	Costes indirectos 3%			87,10
				3.048,36 €
1,09	Ud. Instalación Bomba de Calor 33,5 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC001	Ud. Exterior bomba de calor 33,5 kW	15156,00	1,00	15156,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,00	12,20
	Medios auxiliares 2%			304,72
	Costes indirectos 3%			456,72
				15997,48
1,10	Ud. Instalación Bomba de Calor 28,0 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC002	Ud. Exterior bomba de calor 28,0 kW	12764,00	1,00	12764,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,00	12,20
	Medios auxiliares 2%			256,88
	Costes indirectos 3%			384,96
				13485,88
1,11	Ud. Instalación Bomba de Calor 61,5 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC003	Ud. Exterior bomba de calor 61,5 kW	25619,00	1,00	25619,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,00	12,20
	Medios auxiliares 2%			513,98
	Costes indirectos 3%			770,61
				26983,63

1,12	Ud. Instalación Bomba de Calor 38,0 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC004	Ud. Exterior bomba de calor 38,0 kW	4734,00	1,00	4734,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,00	12,20
	Medios auxiliares 2%			96,28
	Costes indirectos 3%			144,06
				5054,38
1,13	Ud. Interior de sistema Airzone 38,0 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
SA001	Ud. Interior sistema Airzone 38,0 kW	2349,00	1,00	2349,00
SA002	Ud. Central de Sistema Flexa 3.0 7z Airzone	220,00	1,00	220,00
SA003	Ud. Pasarela de comunicaciones Airzone	150,00	1,00	150,00
SA004	Ud. Webserver Airzone Cloud	150,00	1,00	150,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,50	18,30
	Medios auxiliares 2%			59,10
	Costes indirectos 3%			88,11
				3102,35
1,14	Ud. Cubierta sistema Rooftop de 10,2 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
RT001	Ud. Cubierta sistema Rooftop 10,2 kW	2629,00	1,00	2629,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA002	h. Equipo montacargas pesado	12,20	0,20	2,44
	Medios auxiliares 2%			53,99
	Costes indirectos 3%			80,91
				2834,17
1,15	Turbina de extraccion de aire			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TE001	Turbina de extraccion 7440 m3/h	850,00	1,00	850,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA001	h. Equipo montacargas ligero	0,75	0,20	0,15
	Medios auxiliares 2%			18,36
	Costes indirectos 3%			27,54
				963,89

2,01	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB001	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8"	3,38	1,00	3,38
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,54
	Costes indirectos 3%			0,81
				28,50 €
2,02	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 11/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB002	m.l. Tubería de cobre de NPS 11/8"	9,48	1,00	9,48
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,66
	Costes indirectos 3%			1,00
				34,90 €
2,03	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB003	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4"	7,18	1,00	7,18
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,62
	Costes indirectos 3%			0,93
				32,49 €
2,04	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB004	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2"	4,59	1,00	4,59
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,57
	Costes indirectos 3%			0,85
				29,77 €

2,05	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB005	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4"	2,33	1,00	2,33
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,52
	Costes indirectos 3%			0,78
				27,39 €
2,06	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB006	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8"	5,08	1,00	5,08
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,58
	Costes indirectos 3%			0,87
				30,28 €
2,07	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 7/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB007	m.l. Tubería de cobre de NPS 7/8"	8,22	1,00	8,22
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,64
	Costes indirectos 3%			0,96
				33,58 €
3,00	Ud. m2 conducto de ventilación colocado en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE001	m2 chapa de aluminio de espesor 6 mm más juntas	1,40	1,00	1,40
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			0,39
	Costes indirectos 3%			0,59
				20,30

3,17 Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE004	Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm	158,88	1,00	158,88
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			3,88
	Costes indirectos 3%			5,93

186,61

3,18 Rejilla de retorno base rectangular 200 x 100 mm aluminio

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE003	Rejillas retorno rectangular 200x100 mm aluminio	10,82	1,00	10,82
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			0,57
	Costes indirectos 3%			0,86

30,18

3,19 Rejilla monotorizada inteligente Airzone de 500x200 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE005	Ud. Rejilla monotorizada inteligente airzone de 500x200 mm	172,00	1,00	172,00
SA005	Ud. Termostato Airzone Lite	81,00	1,00	81,00
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			5,42
	Costes indirectos 3%			8,13

284,47

3,20 Ud. Compuerta de sobrepresión de 200x200 mm

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE006	Ud. Compuerta de sobrepresión de 200x200 mm	46,00	1,00	46,00
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			1,28
	Costes indirectos 3%			1,92

67,12

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

4.1 Capítulo 1: Instalación de cassettes, unidades de cubierta Rooftop y tuberías.

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1,01	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 5,6 kW	2081,68	5,00	10408,40
1,02	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 9,0 kW	2423,98	4,00	9695,92
1,03	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 4,5 kW	2002,93	2,00	4005,86
1,04	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 3,6 kW	1844,38	7,00	12910,66
1,05	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 7,1 kW	2241,28	1,00	2241,28
1,06	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 11,2 kW	2793,58	2,00	5587,16
1,09	Ud. Instalación Bomba de Calor 33,5 kW	15997,48	1,00	15997,48
1,10	Ud. Instalación Bomba de Calor 28,0 kW	13485,88	1,00	13485,88
1,11	Ud. Instalación Bomba de Calor 61,5 kW	26983,63	1,00	26983,63
1,12	Ud. Instalación Bomba de Calor Airzone 38,0 kW	5054,38	2,00	10108,76
1,13	Ud. Interior sistema Airzone 38,0 kW	3102,35	1,00	3102,35
1,14	Ud. Cubierta de sistema Rooftop 10,2	2834,17	5,00	14170,85
2,01	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 " colocada en obra	28,50	83,30	2374,05
2,02	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 11/8 " colocada en obra	33,90	9,55	323,75
2,03	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 " colocada en obra	32,49	23,34	758,32
2,04	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 " colocada en obra	29,77	45,29	1348,28
2,05	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 " colocada en obra	27,39	40,40	1106,56
2,06	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 " colocada en obra	30,28	58,80	1780,46
2,07	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 7/8 " colocada en obra	33,58	1,57	52,72
				136.442,37 €

Total Capítulo 1: **136.442,37 €**

4.2 Capítulo 2: Instalación de ventilación

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1,07	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción 3300 m3/h	2638,86	1,00	2638,86
1,08	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción 4400 m3/h	3048,36	3,00	9145,08
3,01	m2 Conducto ventilación rectangular de 800x200 y espesor 6 mm	20,30	0,56	11,37
3,02	m2 Conducto ventilación rectangular de 500x150 y espesor 6 mm	20,30	3,58	72,67
3,03	m2 Conducto ventilación rectangular de 200x150 y espesor 6 mm	20,30	4,72	95,82
3,04	m2 Conducto ventilación rectangular de 500x300 y espesor 6 mm	20,30	22,50	456,75
3,05	m2 Conducto ventilación rectangular de 250x100 y espesor 6 mm	20,30	38,54	782,36
3,06	m2 Conducto ventilación rectangular de 500x250 y espesor 6 mm	20,30	7,25	147,18
3,07	m2 Conducto ventilación rectangular de 400x250 y espesor 6 mm	20,30	1,68	34,10
3,08	m2 Conducto ventilación rectangular de 500x300 y espesor 6 mm	20,30	4,96	100,69
3,09	m2 Conducto ventilación rectangular de 500x400 y espesor 6 mm	20,30	5,18	105,15
3,10	m2 Conducto ventilación rectangular de 400x200 y espesor 6 mm	20,30	3,95	80,19
3,11	m2 Conducto ventilación rectangular de 300x200 y espesor 6 mm	20,30	5,05	102,52
3,12	m2 Conducto ventilación rectangular de 250x150 y espesor 6 mm	20,30	12,60	255,78
3,13	m2 Conducto ventilación rectangular de 300x250 y espesor 6 mm	20,30	0,78	15,83
3,14	m2 Conducto ventilación rectangular de 400x100 y espesor 6 mm	20,30	12,99	263,70
3,15	m2 Conducto ventilación rectangular de 400x400 y espesor 6 mm	20,30	4,73	96,02
3,16	m2 Conducto ventilación rectangular de 400x150 y espesor 6 mm	20,30	0,73	14,82
3,17	Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm	20,30	4,00	81,20
3,18	Ud. Rejillas de retorno rectangulares de 200x100 mm	30,18	31,00	935,58
3,19	Ud. Rejilla monotorizada inteligente y Termostato Airzone de 500x200 mm	284,47	7,00	1991,29
3,20	Ud. Compuerta de sobrepresión de 200x200 mm	67,12	1,00	67,12
				17.494,07 €

Total Capítulo 2: **17.494,07 €**

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1: Instalación de cassettes, Rooftop y tuberías	136.442,37 €
CAPÍTULO 2: Instalación de renovación de aire	17.494,07 €
CAPÍTULO 3: Estudios de entidad propia	
3.1 Actuaciones para seguridad y salud 0,5% sobre el PME	769,68 €
3.2 Gestión de residuos 0,25% sobre el PME	384,84 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	155.090,96€
Gastos Generales 16% sobre el PME	24.814,55 €
Beneficio Industrial 6% sobre el PME	9.305,46 €
Presupuesto de Contratación	189.210,97 €
IVA 21%	39.734,60 €
TOTAL PRESUPUESTO	228.945,57 €

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de DOSCIENTOS VEINTIOCHO MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y CINCO euros y CINCUENTA Y SIETE céntimos (228.945,57 €).

Pliego de Condiciones

Índice de Pliego de Condiciones

1. MATERIALES Y EQUIPOS	108
1.1. Tuberías para sistema VRV	108
1.2. Valvulería	108
1.3. Material chapa conductos de ventilación	109
1.4. Filtros de aire	109
1.5. Recuperador de calor	110
2. RECEPCIÓN DE MATERIALES	110
3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES	110
4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	112
4.1. General	112
4.2. Pruebas parciales	113
4.2.1 Pruebas de equipos	113
4.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas	113
4.3. Puesta en marcha y pruebas funcionales	114
4.4. Comprobaciones finales	115

En el Pliego de Condiciones Técnicas particulares para el presente Trabajo de Fin de Grado de CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO se indicarán las Condiciones Técnicas relativas a:

- 1.- Características de los materiales y equipos
- 2.- Recepción de los materiales
- 3.- Instalación de los materiales
- 4.- Pruebas, puesta en marcha y recepción

1. MATERIALES Y EQUIPOS

Las características de los materiales y equipos a instalar serán las siguientes:

1.1. Tuberías para sistema VRV

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán tubos de cobre tanto para el líquido como para el gas. Estos tubos estarán recubiertos de aislante.

1.2. Valvulería

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente. Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a la que puede estar sometida.

Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm estarán construidas en bronce o latón. Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce o de bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa y de acero o de acero y bronce para presiones mayores. La pérdida de carga de las válvulas, estando completamente abiertas y circulando por ellas un caudal igual al que circularía por una tubería del mismo diámetro nominal que la válvula, cuando la velocidad del agua para esa tubería fuese de 0,9 m/s., no será superior a la producida por una tubería de hierro del mismo diámetro.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera

- b) para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento
- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho
- d) para llenado: válvulas de esfera
- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho
- f) para seguridad: válvula de resorte
- g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta.

1.3. Material chapa conductos de ventilación

Suministro e instalación de red de conductos de ventilación, constituida por conductos de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta. Incluso p/p de recorte de materiales, uniones, refuerzos, tapas de registro, elementos de fijación, conexiones entre la red de conductos y ventiladores o cajas de ventilación, accesorios y piezas especiales realizadas con chapa metálica, sin incluir compuertas de regulación o cortafuego, ni rejillas y difusores. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.

Para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se tomarán las siguientes medidas:

1. Evitar el contacto físico entre ellos
2. Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial
3. Evitar el contacto entre los elementos metálicos y el yeso.

1.4. Filtros de aire

Los filtros de aire serán del tipo seco regenerable e irán dispuestos en secciones, cuyos tamaños serán los normales del comercio. Su instalación será tal que filtren, tanto el aire exterior como el de recirculación y que permitan un fácil desmontaje para las periódicas limpiezas. Las secciones del filtro estarán constituidas por marcos metálicos galvanizados, con malla metálica que sirva de soporte al material filtrante. Todos los materiales utilizados en la construcción de los filtros deberán ser anticorrosivos.

1.5. Recuperador de calor

Intercambiador de placas de aluminio con eficiencia entre 52% a 55% en caja en acero galvanizado con aislamiento acústico integrado. Caudales nominales de hasta 4400 m³/h en versión única de renovación de aire sin aportación de calefacción. Módulo adiabático con consiguiente incremento de la eficiencia en funcionamiento.

2. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales y equipos que se suministren responderán fielmente a las características indicadas en el presente Pliego de Condiciones y en el resto de los Documentos de este Proyecto.

Se suministrarán al lugar de montaje en perfecto estado con su embalaje original y se almacenarán en lugar seguro y resguardado de la intemperie.

Todos los materiales y equipos serán revisados antes de su colocación y serán sometidas a las revisiones y controles que la Dirección Técnica considere oportuno.

3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería. El montaje se la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente. La limpieza interior de radiadores, baterías, calderas, enfriadores, tuberías, etc., se realizará con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente.

Todas las válvulas, motores, aparatos, etc., se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución. Los envolvertes metálicos o protecciones se asegurarán firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables. Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos. Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE con indicación del sentido de flujo del fluido que circula por ellas.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, formados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones. Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud. No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc. Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se evitará en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvánicos. Las tuberías ocultas en el terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería. Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamiento y otras deformaciones en su sección transversal. Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperaturas, humedades, presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la instalación. Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar. Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

4.1. General

Todos los materiales y equipos se someterán a las siguientes pruebas:

1. La ejecución de la instalación termina con la entrega de la instalación al promotor o usuario para iniciar el periodo de uso así como el de mantenimiento.
2. La entrega se realiza en el proceso de recepción que intercala un periodo de tiempo transitorio (desde la provisional a la definitiva) donde, aunque la propiedad sea del promotor, existen se realizan comprobaciones, modificaciones y funcionamiento normal de la instalación.
3. Para realizar la recepción de la instalación deberían estar realizadas, además del montaje completo, las pruebas y ajustes especificados, así como la puesta en marcha.
4. El instalador se responsabilizará de la ejecución de las pruebas funcionales, del buen funcionamiento de la instalación y del estado de la misma hasta su entrega a la propiedad.
5. El instalador, salvo orden expresa, entregará la instalación llena y en funcionamiento.
6. Al objeto de la recepción de la instalación se entenderá que el funcionamiento de la misma es correcto, cuando la instalación satisfaga como mínimo las pruebas parciales incluidas en el presente capítulo.

4.2. Pruebas parciales

1. Todas las pruebas estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción a obra.
2. Durante la ejecución de obra, todos los tramos de tubería, uniones o elementos que vayan a quedar ocultos, deberían ser expuestos para su inspección y deberían quedar expresamente aprobado su montaje antes de quedar ocultos.
3. Adicionalmente, se inspeccionarán los soportes de tubería utilizados, los diámetros, trazados y pendientes de tuberías, la continuidad de los aislamientos, etc.

4.2.1 Pruebas de equipos

1. Los materiales y componentes deberían llegar a obra con Certificación de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor. Su recepción se realizará comprobando el cumplimiento de las especificaciones de proyecto y sus características aparentes.
2. Se registrarán los datos de funcionamiento para que puedan ser comparados con los de proyecto.

4.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas

1. Todas las redes de circulación de fluidos portadores deberían ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.
2. Son aceptables las pruebas realizadas de acuerdo a UNE 100151, en función del tipo de fluido transportado.
3. El procedimiento a seguir para las pruebas de estanquidad hidráulica, en función del tipo de fluido transportado y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.
4. Las pruebas de estanquidad requerirán el cierre de todos los terminales abiertos. Debería comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deberían quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones. Es fundamental una

prueba de estanqueidad con nitrógeno seco a 30 bar de presión de al menos 1 semana una vez terminada la instalación.

5. Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

4.3. Puesta en marcha y pruebas funcionales

1. Las pruebas funcionales permitirán comprobar que las condiciones y los parámetros de funcionamiento cumplen las especificaciones de proyecto
2. Se podrán emplear los procedimientos y criterios descritos en la norma UNE- ENV 12977-2:2002 Sistemas solares térmicos y componentes. Instalaciones a medida.
3. Se comprobará el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer.
4. Se realizará el llenado de circuitos y la purga del aire de la instalación. La operación de llenado y purga debería completarse con el funcionamiento de bombas que permitan arrastrar las bolsas y burbujas de aire de toda la instalación.
5. Se pondrán en funcionamiento las bombas de circulación de agua, verificando y anotando los parámetros de funcionamiento: caudales, presión y consumo eléctrico.
6. Se verificará que al circular el agua se produce el calentamiento de los circuitos.
7. Se comprobará que al producirse el calentamiento de los fluidos de los circuitos, el incremento de presión de los circuitos es el adecuado.
8. Se verificarán los caudales de agua de cada circuito y se realizará comprobación del equilibrado hidráulico de la instalación, realizando los ajustes necesarios para conseguir los valores definidos en el proyecto.
9. Se realizarán medidas de temperatura del fluido en los puntos previstos de la instalación.
10. Se comprobará el arranque automático y sin intervención del usuario del conjunto de las instalaciones, verificando expresamente que no se ha perdido líquido de los circuitos y las bombas mueven el caudal de diseño.

11. Se medirán los niveles de ruido producidos por bombas y fluidos en movimiento.
12. Todas las pruebas, controles y actuaciones realizadas durante las pruebas, ajustes y puesta en marcha deberían quedar adecuadamente registrado en el registro previsto, con los resultados obtenidos, e incorporado al resto de la documentación de la instalación.

4.4. Comprobaciones finales

Las pruebas funcionales permitirán comprobar que las condiciones y los parámetros de funcionamiento satisfacen los requisitos de proyecto:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en distintos regímenes de funcionamiento dentro del rango: sin consumo o con consumo doble del previsto en proyecto.
- Comprobación de la eficiencia energética del sistema de ventilación.
- Comprobación de los recuperadores de calor y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación del rendimiento de la instalación de los cassettes.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos.
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes.
- Comprobación del funcionamiento y del consumo de los grupos de bombeo en las condiciones reales de trabajo y la comprobación de la estanqueidad de los mismos.

Estudios con Entidad Propia

Índice Estudios con Entidad Propia

1.	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	119
1.1.	Riesgo de daños a terceros.....	119
1.2.	Asistencia a accidentados	119
1.3.	Recepción y acopio de material y maquinaria	119
1.4.	Montaje de tuberías.....	119
1.5.	Montaje de conductos y rejillas	120
1.6.	Puesta a punto y pruebas	120
2.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	120
2.1.	Eliminación de residuos	121

1. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

1.1. Riesgo de daños a terceros

Para evitar daños a terceros la obra se vallará en todo su perímetro y no se permitirá la entrada a toda persona ajena a la misma. Los riesgos más probables son:

- Caída de objetos de cualquiera de las plantas.
- Caída de personas a zanjas si transitan cuando se realizan las excavaciones.
- Atropellos por maquinaria pesada.

1.2. Asistencia a accidentados

En la obra existirá un plano de la zona en el que se indicarán los centros médicos más cercanos, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Así mismo existirá un listado telefónico donde figuren los teléfonos y direcciones de los citados centros, así como los servicios de ambulancias, taxis, etc, más cercanos, para un rápido traslado de los accidentados.

1.3. Recepción y acopio de material y maquinaria

Se preparará la zona del solar para recibir a los camiones. Se alzarán los materiales con ayuda de balancines mediante el gancho de la grúa, posándose en el suelo sobre una superficie preparada “a priori” evitando así los riesgos de atrapamiento, corte o caída por balanceo de la carga, además de desplomes sobre personas y riesgos por interferencias en lugares de paso.

1.4. Montaje de tuberías

El transporte de tuberías se realizarán inclinando la carga hacia atrás evitando así golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados.

1.5. Montaje de conductos y rejillas

Los tramos de conductos se transportarán mediante eslingas que los abracen de boca a boca por el interior del conducto, evitando el riesgo de derrame de la carga sobre personas y el riesgo de caída por balanceo de la carga, por choque o viento. Se procederá de la misma forma para el transporte y ubicación de los conductos, de gran tamaño en fibra de vidrio. Las rejillas se montarán desde escaleras de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, eliminando el riesgo de caída.

1.6. Puesta a punto y pruebas

Antes y durante el inicio de la puesta en marcha se instalarán las protecciones en las partes móviles y se informaría mediante un letrero el corte momentáneo de la energía eléctrica de red.

2. GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos que se espera generar en la instalación que se proyecta serán principalmente los procedentes de las reformas de las habitaciones y demás espacios habitables para la instalación de tuberías y cassettes además de los tubos de ventilación y recuperador de calor.

Codificados mediante el código LER (Orden MAM/304/2002) y expresando los volúmenes de cada elemento, se tendrán los siguientes residuos:

Código	Denominación	Volumen (m3)
17 02 03	Plástico	0,2
17 04 01	Cobre, bronce, latón	0,01
17 04 02	Aluminio	0,01
17 04 05	Hierro y acero	0,01
17 04 07	Metales mezclados	0,01
17 04 11	Cables	0,02
17 05 04	Tierra y piedras	0,4
17 06 04	Materiales de aislamiento	0,01
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	0,15
20 01 01	Papel y cartón	0,2
20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resina	0,01
20 01 35	Equipos eléctricos y electrónicos desechados	0,2
		1,23

2.1. Eliminación de residuos

Dado el volumen de residuos que se espera generar, será necesaria la utilización de un contenedor de un volumen de 2 m³ que descargará en cualquier vertedero autorizado situado en un radio de 50 km.