

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"PROYECTO DE INSTALACIÓN DE
CLIMATIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN
ENERGÉTICA DEL CENTRO DEPORTIVO
PABELLÓN FLORIDA BABEL"

TRABAJO FIN DE GRADO

SEPTIEMBRE - 2024

AUTOR: Daniel Lobato Pérez

DIRECTOR/ES: Javier Ruiz Ramírez

MEMORIA DESCRIPTIVA	9
1. DATOS IDENTIFICATIVOS	10
1.1. TITULAR	10
1.2. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	10
1.3. CAPACIDAD MÁXIMA DE OCUPANTES	10
1.4. ACTIVIDAD A LA QUE SE DESTINA	12
1.5. DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO	12
1.6. ANTECEDENTES	13
1.7. OBJETO DEL PROYECTO	13
1.8. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS	13
2. BASES DE DISEÑO	15
2.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	15
2.1.1. USO DEL EDIFICIO	15
2.1.2. IMAGEN DEL EDIFICIO (MODELO)	16
2.1.3. NÚMERO DE PLANTAS, ESTANCIAS, SUPERFICIES DEL EDIFICIO Y DENSIDAD DE OCUPACIÓN	19
2.1.4. HORARIO DE APERTURA Y CIERRE DEL EDIFICIO	20
2.1.5. ORIENTACIÓN	20
2.1.6. LOCALES SIN CLIMATIZAR	20
2.2. ENVOLVENTE TÉRMICA	20
2.2.1. DEFINICIÓN	20
2.2.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA	22
2.2.3. PUENTES TÉRMICOS	22
2.2.4. MATERIALES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y DE LA COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR	23
2.2.4.1 SISTEMA ENVOLVENTE	23
2.2.4.2 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN	27
2.2.4.3 MATERIALES	29
2.3. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DE DISEÑO	29
2.3.1. ZONA CLIMÁTICA	29
2.3.2. NIVEL PERCENTIL	31
2.3.3. OSCILACIONES MÁXIMAS	31
2.3.4. RADIACIÓN SOLAR	31
2.3.5. ILUMINACIÓN	31
2.3.6. CARGAS INTERNAS	31
3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	32
3.1. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO	32
3.2. SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO	32
3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN ESCOGIDOS	32
3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y LOS MÉTODOS ESCOGIDOS POR ESTANCIAS	33
3.2.3. DETALLES DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	35

3.2.3.1. SISTEMA ROOF-TOP	35
3.2.3.2. SISTEMA VRV	35
3.2.3.3. SISTEMA BOMBA DE CALOR Y AIRE ACONDICIONADO	36
3.2.3.4. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA ROOF-TOP Y SUS CUALIDADES	36
3.2.3.4.1. CUALIDADES DESTACADAS	36
3.2.3.5. DESCRIPCIÓN DE UN EQUIPO VRV Y SUS CUALIDADES.....	37
3.2.3.5.1 CUALIDADES DESTACADAS	38
3.2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN.....	39
3.2.4.1. SISTEMAS DE VENTILACIÓN ZONA ROOF-TOP	39
3.2.4.2. DESCRIPCIÓN RECUPERADOR ENTÁLPICO Y SUS CUALIDADES	39
3.2.4.3 RENDIMIENTO DE RECUPERADOR ENTÁLPICO VS SENSIBLE	40
3.2.4.4. DESCRIPCIÓN FREE COOLING.....	42
3.2.4.5. SISTEMA DE VENTILACIÓN VRV	45
3.2.4.6. EMPLAZAMIENTO DE LOS EQUIPOS.....	46
4. RITE IT 1. DISEÑO Y DIMENSIONADO.....	46
4.1. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE	46
4.1.1. TEMPERATURA OPERATIVA Y HUMEDAD RELATIVA	46
4.1.2. VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE	46
4.1.3. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.....	47
4.1.3.1. GENERALIDADES.....	47
4.1.3.2. CATEGORÍAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN FUNCIÓN DEL USO DE LOS EDIFICIOS	47
4.1.3.3. CAUDAL MÍNIMO DEL AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN	48
4.1.3.4. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN	48
4.1.3.5. AIRE DE EXTRACCIÓN	49
4.1.4. EXIGENCIA DE HIGIENE	49
4.1.4.1. APERTURAS DE SERVICIO PARA LIMPIEZA DE CONDUCTOS Y PLENUMS DE AIRE.....	49
4.1.5. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO.....	50
4.2. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUALES	51
4.2.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO.....	51
4.2.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS.....	51
4.2.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS REDES DE CONDUCTO	51
4.2.2.2. ESTANQUEIDAD DE REDES DE CONDUCTOS	52
4.2.2.3. CAÍDAS DE PRESIÓN EN COMPONENTES	52
4.2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS	53
4.3. CONTROL	54
4.3.1. CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN	54
4.3.2. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS	54
4.3.3. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	55
4.4. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS	55
4.5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.....	55
4.5.1. ENFRIAMIENTO GRATUITO POR AIRE EXTERIOR	55
4.5.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN.....	55
4.5.3. ESTRATIFICACIÓN	56
4.5.4. ZONIFICACIÓN	56

4.6. EXIGENCIA DE SEGURIDAD	56
4.6.1. SALA DE MÁQUINAS	56
4.6.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS.....	56
4.6.2.1. CONEXIÓN DE UNIDADES TERMINALES	57
4.6.3. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN.....	57
4.6.3.1. ACCESIBILIDAD	57
4.6.3.2. SEÑALIZACIÓN.....	58
4.6.3.3. MEDICIÓN.....	58
5. RITE IT 2. MONTAJE.....	58
5.1. PRUEBAS	58
5.1.1. EQUIPOS.....	58
5.1.2. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS CIRCUITOS FRIGORÍFICOS.....	58
5.1.3. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE REDES DE CONDUCTOS DE AIRE.....	59
5.1.3.1. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE REDES DE CONDUCTOS.....	59
5.1.3.2. PRUEBAS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL Y ESTANQUEIDAD	59
5.1.4. PRUEBAS FINALES	59
5.2. AJUSTE Y EQUILIBRADO.....	59
5.2.1. GENERALIDADES	59
5.2.2. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y DIFUSIÓN DE AIRE	59
5.2.3. CONTROL AUTOMÁTICO.....	60
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA	60
6.1. CUADROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.	60
6.2. PROTECCIONES UTILIZADAS FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS.....	60
6.3. PROTECCIONES EMPLEADAS FRENTE A SOBREINTENSIDADES Y CORTOCIRCUITOS	61
6.4. RELACIÓN DE EQUIPOS QUE CONSUMEN ENERGÍA ELÉCTRICA, POTENCIA ELÉCTRICA	61
CÁLCULOS	62
1. CAUDAL DE VENTILACIÓN.....	63
2. EXTRACCIÓN	65
3. INFILTRACIONES	65
4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	65
4.1 MÉTODO DE LAS SERIES TEMPORALES RADIANTES	66
4.1.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN	66
4.1.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN	67
4.1.3. FACTORES TEMPORALES RADIANTES (RTFS) EN UN RECINTO	67
4.2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	68
4.2.1. VENTILACIÓN	68
4.2.2. CARGA SENSIBLE.....	68
4.2.3. CARGA LATENTE.....	68
4.3. OCUPACIÓN.....	68
4.4. ILUMINACIÓN	69
4.5. EQUIPAMIENTO INTERNO	69

4.6. OTRAS CARGAS	69
4.7. HUECOS	69
4.7.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN	70
4.7.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN	70
4.8. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	71
4.8.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN	71
4.8.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN	71
4.9. PUENTES TÉRMICOS LINEALES	71
4.9.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN	72
4.9.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN	72
4.10. EJEMPLO DE RESULTADOS DE UNA DE LAS ESTANCIAS (PISTA POLIDEPORTIVA)	73
4.10.1. REFRIGERACIÓN.....	73
4.10.2. CALEFACCIÓN	74
4.10.3. GRÁFICAS	74
4.11. RESULTADOS CARGAS TÉRMICAS.....	76
5. CÁLCULO REDES DE CONDUCTOS DE AIRE DE CLIMATIZACIÓN. VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN	77
5.1. CONDICIONES DE CÁLCULO	77
5.1.1. FÓRMULAS GENERALES	77
5.1.2. CONDUCTOS	78
5.1.3. COMPONENTES	78
6. CÁLCULO DE LAS REDES DE TUBERÍAS FRIGORÍFICAS	79
6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS REFRIGERANTES DE LA INSTALACIÓN	79
6.1.1. EQUIPOS ROOF TOP, EQUIPOS VRV Y BOMBA DE CALOR SALA RACK	79
6.1.2. AIRE ACONDICIONADO SALA RACK EVENTOS	79
6.1.3. FACTOR DE TRANSPORTE.....	79
6.1.4. VALVULERÍA.....	79
6.1.5. DISTRIBUCIÓN	80
6.2. CONDICIONES DE CÁLCULO Y FÓRMULAS UTILIZADAS	80
6.2.1. FÓRMULAS GENERALES	81
6.2.2. TUBERÍAS Y VÁLVULAS.....	81
6.2.3. CÁLCULOS TÉRMICOS	81
7. CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS	82
7.1. CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN B (DA DB-HE/1).....	82
7.1.1. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES	82
7.1.2. PARTICIONES INTERIORES (EXCEPTO SUELOS EN CONTACTO CON CÁMARAS SANITARIAS)	82
7.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN B.....	84
7.2.1. MÉTODO DE CÁLCULO	84
7.2.2. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA DE LAS ESTANCIAS	85
7.3. CÁLCULO DE CONDENSACIONES	86
7.3.1. CONDENSACIÓN INTERSTICIAL.....	86
7.3.2. CONDENSACIÓN SUPERFICIAL.....	88

7.3.3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNO DE LOS CERRAMIENTOS	89
8. INFORME DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	94
8.1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	94
8.2. RESULTADOS MENSUALES	94
8.2.1. BALANCE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO.....	94
8.2.2. DEMANDA ENERGÉTICA MENSUAL DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	95
9. CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	96
9.1. EXIGENCIAS DEL CTE DB HE	96
9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO	97
9.2.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	97
9.2.1.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR SUPERFICIE ÚTIL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	97
9.2.1.2. CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR SUPERFICIE ÚTIL DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL	97
9.2.1.3. HORAS FUERA DE CONSIGNA	97
9.2.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	97
9.2.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO	98
9.2.3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS.....	98
9.2.4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES	99
9.2.4.1. APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES	99
9.2.5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	99
9.2.5.1. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN	99
9.2.6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO	100
9.2.6.1. CARGA INTERNA MEDIA	100
9.2.6.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO	100
9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA.....	101
9.2.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	101
9.2.1.1. CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	101
9.2.1.1.1. TRANSMITANCIA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	101
9.2.1.1.2. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA (K).....	101
9.2.1.1.3. CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	102
9.2.1.1.4. PERMEABILIDAD AL AIRE DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	102
9.2.2.1. LIMITACIÓN DE DESCOMPENSACIONES	102
9.2.2.2. LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA	102
9.3.1. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO	102
9.3.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA ENVOLVENTE TÉRMICA.....	102
9.3.1.1.1. CERRAMIENTOS OPACOS	102
9.3.1.1.2. HUECOS	103
9.3.1.1.3. PUENTES TÉRMICOS	103
9.4. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE 4. CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	103

9.4.1. DATOS NECESARIOS.....	103
9.4.2. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA	104
9.4.2.1. CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA	104
10. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	104
10.1. DATOS.....	104
10.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	105
10.2.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES.....	105
10.2.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE	106
10.2.3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN.....	106
PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES.....	107
1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	108
1.1. CAMPO DE APLICACIÓN	108
1.2. ALCANCE DE LA INSTALACIÓN	108
1.3. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.....	108
1.4. RECEPCIÓN DE UNIDADES DE OBRA.....	109
1.5. NORMAS DE EJECUCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA EQUIPOS Y MATERIALES.....	109
1.5.1. EQUIPOS AUTÓNOMOS DE CLIMATIZACIÓN	111
1.5.1.1. TUBERÍAS DE REFRIGERANTE	111
1.5.1.2. TERMOSTATO DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	112
1.5.1.3. AISLAMIENTOS	112
1.5.1.4. DILATADORES	113
1.5.2. EQUIPOS DE RECUPERACIÓN DE CALOR.....	113
1.5.2.1. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN	113
1.5.2.2. ELEMENTOS DE DIFUSIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE.....	115
1.5.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	115
1.6. ESPECIFICACIONES GENERALES	116
1.7. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS.....	116
1.8. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	117
1.9. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN	117
1.10. LIBRO DE ÓRDENES	117
1.11. PRUEBAS FINALES PARA LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA.....	117
1.11.1. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE REDES Y TUBERÍAS	117
1.11.2. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN	118
1.11.3. OTRAS PRUEBAS	118
1.12. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR PARA EL TITULAR	118
1.13. LIBRO DE USO Y MANTENIMIENTO	119
1.13.1. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO.....	119
1.13.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO.....	119
1.13.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD	120

1.14. ENSAYO Y RECEPCIÓN	120
1.15. RECEPCIONES DE OBRA	120
1.16. GARANTÍA	121
PRESUPUESTO	122
1. RESUMEN DE PRESUPUESTO	123
2. PRESUPUESTO PARCIAL	123
3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	134
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	134
5. PRESUPUESTO GENERAL.....	134
PLANOS	135



MEMORIA DESCRIPTIVA



1. DATOS IDENTIFICATIVOS

1.1. TITULAR

DATOS DE TITULAR	
Nombre o razón social	<i>Excelentísimo Ayuntamiento de Alicante</i>
Domicilio social	<i>Plaza del ayuntamiento, 1</i>
C.I.F.	<i>P0301400H</i>
Localidad:	<i>03002, Alicante</i>

1.2. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

DATOS DE LA INSTALACIÓN	
Ubicación:	<i>Calle Pianista Gonzalo Soriano n°6</i>
Localidad:	<i>03007 Alicante</i>



Figura 1. Emplazamiento del edificio

1.3. CAPACIDAD MÁXIMA DE OCUPANTES

El número máximo de ocupantes se estima en unas DOS MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE (2157), en condiciones de máxima ocupación y simultáneamente según lo establecido en el Código Técnico de la Edificación.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	<i>Ocupación nula</i>
	Aseos de planta	3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
<i>Aparcamiento</i> ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc.	15
	En otros casos	40
<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
<i>Docente</i>	Conjunto de la planta o del edificio	10
	Locales diferentes de aulas, como laboratorios, talleres, gimnasios, salas de dibujo, etc.	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1,5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas	2
<i>Hospitalario</i>	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico	10
	Zonas destinadas a tratamiento a pacientes internados	20
<i>Comercial</i>	En establecimientos comerciales:	
	áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	mercados y galerías de alimentación	2
	plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
	plantas diferentes de las anteriores	5
	En áreas de venta en las que no sea previsible gran afluencia de público, tales como exposición y venta de muebles, vehículos, etc.	5

Pública concur-rencia	Zonas destinadas a espectadores sentados:	
	con asientos definidos en el proyecto	1pers/asiento
	sin asientos definidos en el proyecto	0,5
	Zonas de espectadores de pie	0,25
	Zonas de público en discotecas	0,5
	Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc.	1
	Zonas de público en gimnasios:	
	con aparatos	5
	sin aparatos	1,5
	Piscinas públicas	
	zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas)	2
	zonas de estancia de público en piscinas descubiertas	4
	vestuarios	3
	Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc.	1
	Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...)	1,2
	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1,5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc.	2
	Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entre-planta	2
	Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión	2
	Zonas de público en terminales de transporte	10
Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10	
Archivos, almacenes	40	

Tabla 1. Densidades de ocupación CTE

Más adelante se describe la densidad de ocupación del edificio, ver tabla 2.

1.4. ACTIVIDAD A LA QUE SE DESTINA

El edificio de USO DE PÚBLICA CONCURRENCIA dependiente del Excelentísimo Ayuntamiento de Alicante se destina a Centro Deportivo con uso recreativo-deportivo.

1.5. DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

AUTOR PROYECTO	
Nombre:	<i>Daniel Lobato Pérez</i>
NIF:	<i>52898477H</i>
Titulación:	<i>Ingeniero Técnico Industrial</i>
Domicilio:	<i>Calle de Santa Tecla, 52, 2D</i>
Localidad:	<i>28022 Madrid</i>
Teléfono:	<i>698684750</i>
Correo electrónico:	<i>daniel.lobato@goumh.umh.es</i>

1.6. ANTECEDENTES

El Excelentísimo *Ayuntamiento de Alicante* pretende derribar el antiguo edificio de pública concurrencia, Centro Deportivo “Pabellón Florida Babel” y realizar la construcción de un nuevo Centro Deportivo para actividades deportivas y recreativas.

La superficie de la parcela cuenta con 9236 m². Actualmente se ubica dicho pabellón, con una superficie construida de 4377 m² según catastro, con referencia catastral 7966402YH1476F0001KI.

La topografía de la parcela donde se encuentra ubicado el inmueble apenas posee desnivel.

La parcela y su construcción se encuentran dentro de la trama urbana de Alicante, en una zona que recae a la avenida Pianista Gonzalo Soriano, arteria de entrada a la ciudad bordeada lateralmente por la calle Pardo Gimeno al norte y a la calle Guillem de Castro en su fachada este, que mira al Archivo histórico de Alicante.

1.7. OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto básico y de ejecución consiste en el diseño y dimensionamiento de la instalación de climatización y ventilación del centro deportivo Pabellón Florida Babel en Alicante, para su posterior construcción, después del derribo del edificio actual.

Los objetivos son, por tanto, implementar una solución óptima que cubra la demanda térmica de climatización, sujeta a la situación más desfavorable, implementar un sistema de ventilación y renovación del aire, todo ello respetando el confort de las personas, según las exigencias del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, conocido como RITE, cumplir con las exigencias básicas HE 0 y HE 1 del Código Técnico de la Edificación, conocido como CTE, las cuales limitan el consumo energético y controlan la demanda energética del edificio respectivamente y finalmente certificar energéticamente al edificio.

El objetivo prioritario, por tanto, es plantear la solución óptima que cumpla con lo mencionado anteriormente teniendo en cuenta las especificaciones técnico-económicas concretas, tanto del uso del edificio como de la optimización de costes.

1.8. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS TÉCNICAS CONSIDERADAS

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 1 "Ahorro de energía. Limitación de demanda energética", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 3 "Salubridad. Calidad del aire interior", HS 4 "Salubridad.

Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido".

- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.

- Norma UNE-EN 378 sobre Sistemas de refrigeración y bombas de calor.

- Norma UNE-EN ISO 1751 sobre Ventilación de edificios. Unidades terminales de aire. Ensayos aerodinámicos de compuertas y válvulas.

- Norma CR 1752 sobre Ventilación de edificios. Design criteria for the indoor environment.

- Norma UNE-EN V 12097 sobre Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de sistemas de conductos.

- Norma UNE-EN 12237 sobre Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.

- Norma UNE-EN 12599 sobre Ventilación de edificios. Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización.

- Norma UNE-EN 13053 sobre Ventilación de edificios. Unidades de tratamiento de aire. Clasificación y rendimiento de unidades, componentes y secciones.

- Norma UNE-EN 13403 sobre Ventilación de edificios. Conductos no metálicos. Red de conductos de planchas de material aislante.

- Norma UNE-EN 13779 sobre Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.

- Norma UNE-EN 13180 sobre Ventilación de edificios. Conductos. Dimensiones y requisitos mecánicos para conductos flexibles.

- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.

- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.

- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.

- Norma UNE 20324 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Norma UNE-EN 60034 sobre Máquinas eléctricas rotativas.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100, UNE 100155 y UNE 100156 sobre Climatización.
- Norma UNE 100713 sobre Instalaciones de acondicionamiento de aire en hospitales.
- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Norma UNE 100002:1988 sobre Climatización. Grados-día base 15 °C.
- Norma UNE 100014 IN:2004 sobre Climatización. Bases para el proyecto.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IC Climatización.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

2. BASES DE DISEÑO

2.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

2.1.1. USO DEL EDIFICIO

El edificio de próxima construcción, objeto del presente proyecto, dependiente del Excelentísimo Ayuntamiento de Alicante, sito en la calle Pianista Gonzalo Soriano N°6, en la ciudad de Alicante, será un edificio de USO DE PÚBLICA CONCURRENCIA.

En dicho edificio se realizarán actividades deportivas de múltiples ámbitos, no acuáticos y actividades recreativas, se pretende organizar eventos de deporte electrónico.

2.1.2. IMAGEN DEL EDIFICIO (MODELO)

Aunque el edificio aún no esté construido, se dispone de los planos arquitectónicos para su futura construcción y a continuación se muestra el modelo creado a partir del programa informático IFC BUILDER (CYPE):

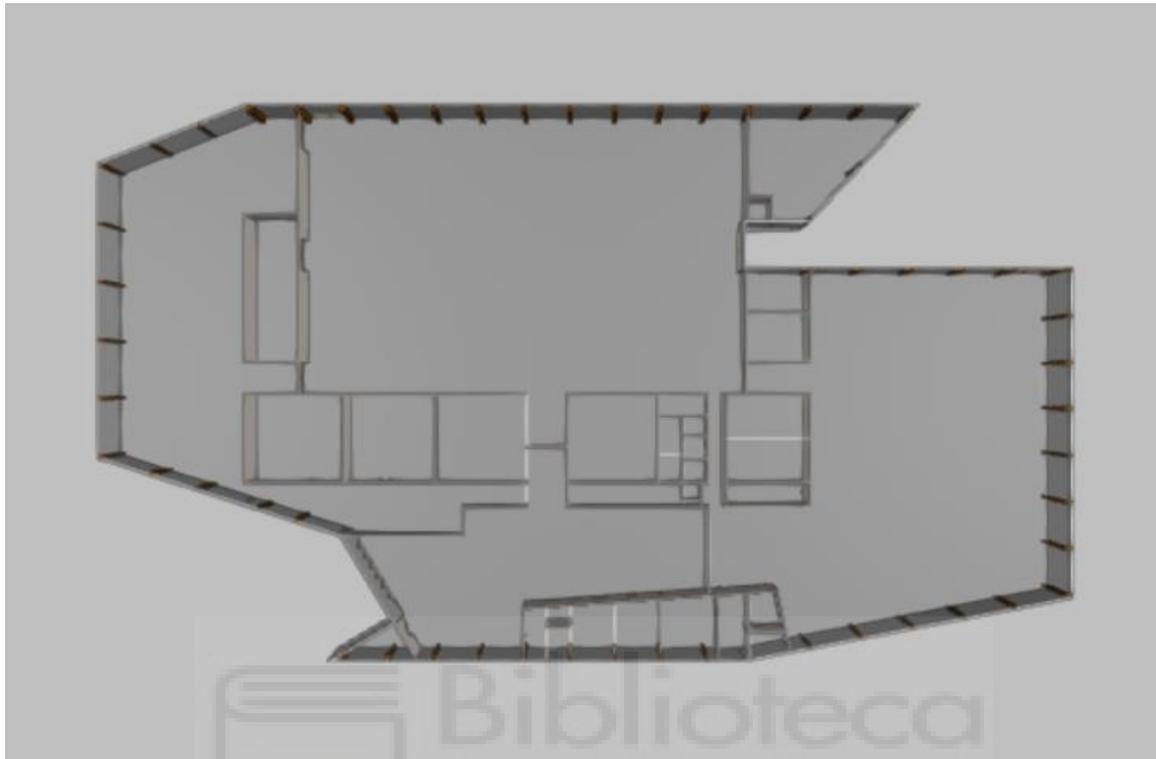


Figura 2. Vista 3D, planta del edificio

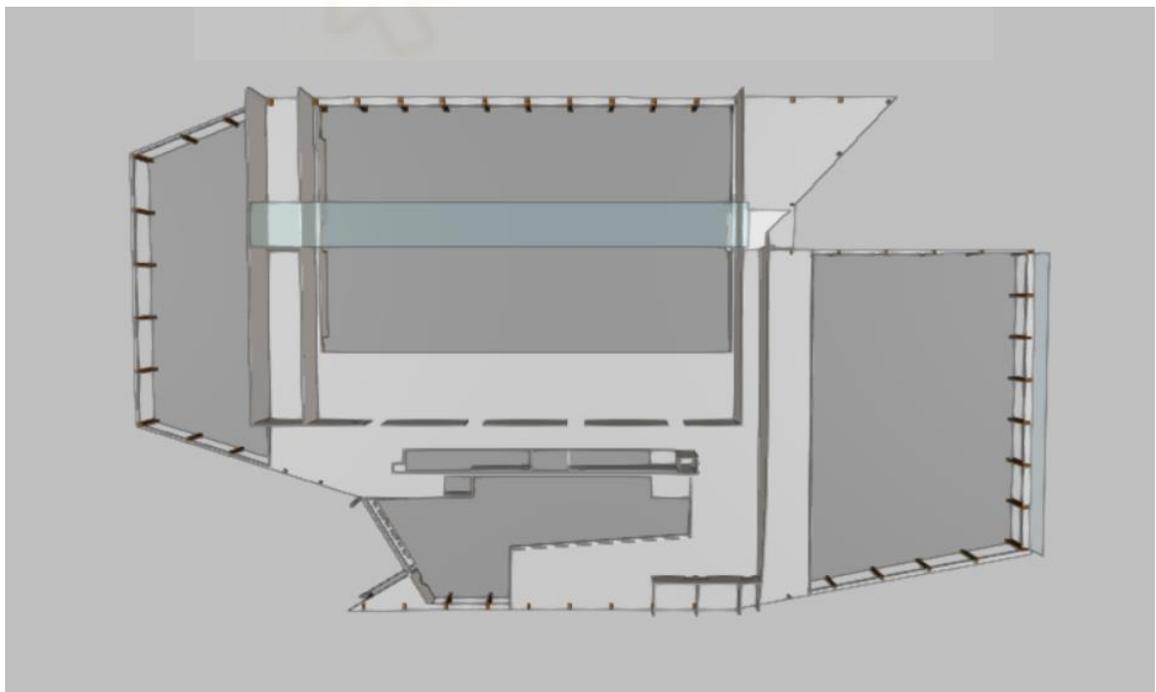


Figura 3. Vista 3D, planta del edificio con lucernario

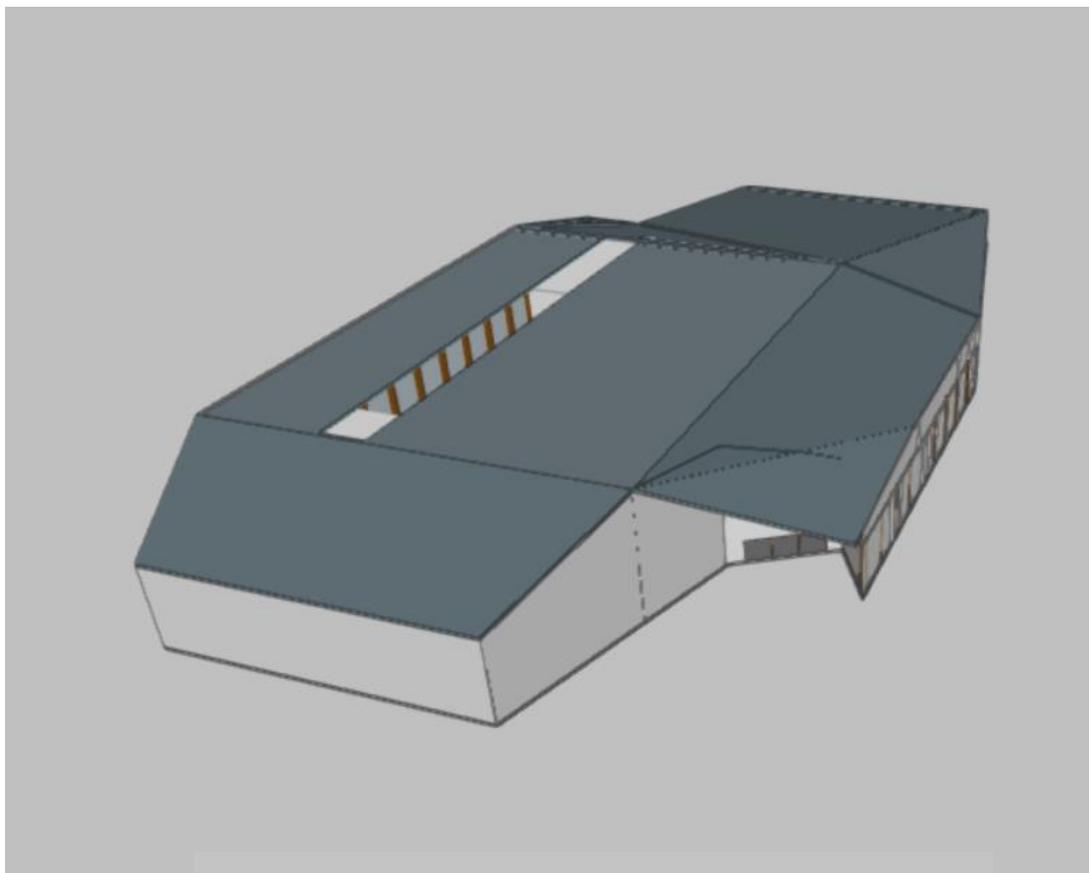


Figura 4. Vista 3D, exterior del edificio sin lucernario

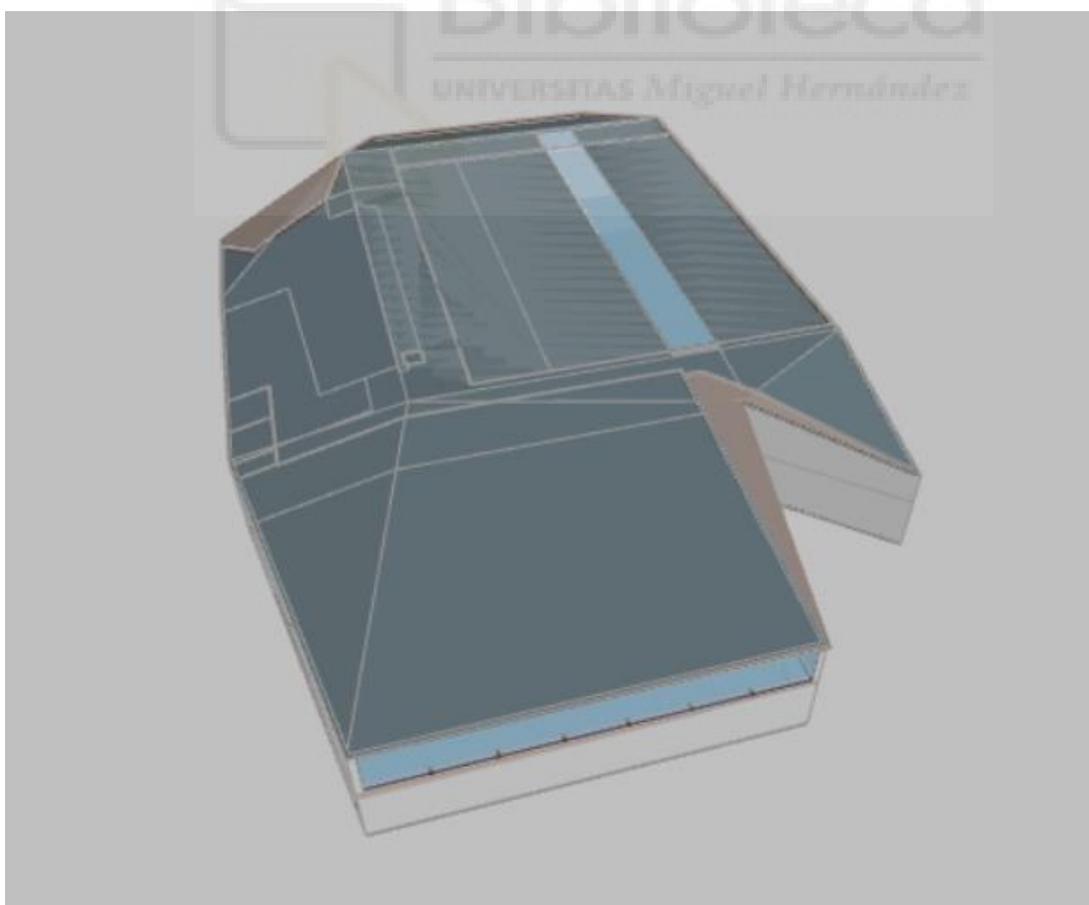


Figura 5. Vista 3D, exterior del edificio con cubierta, con fachada y con lucernario

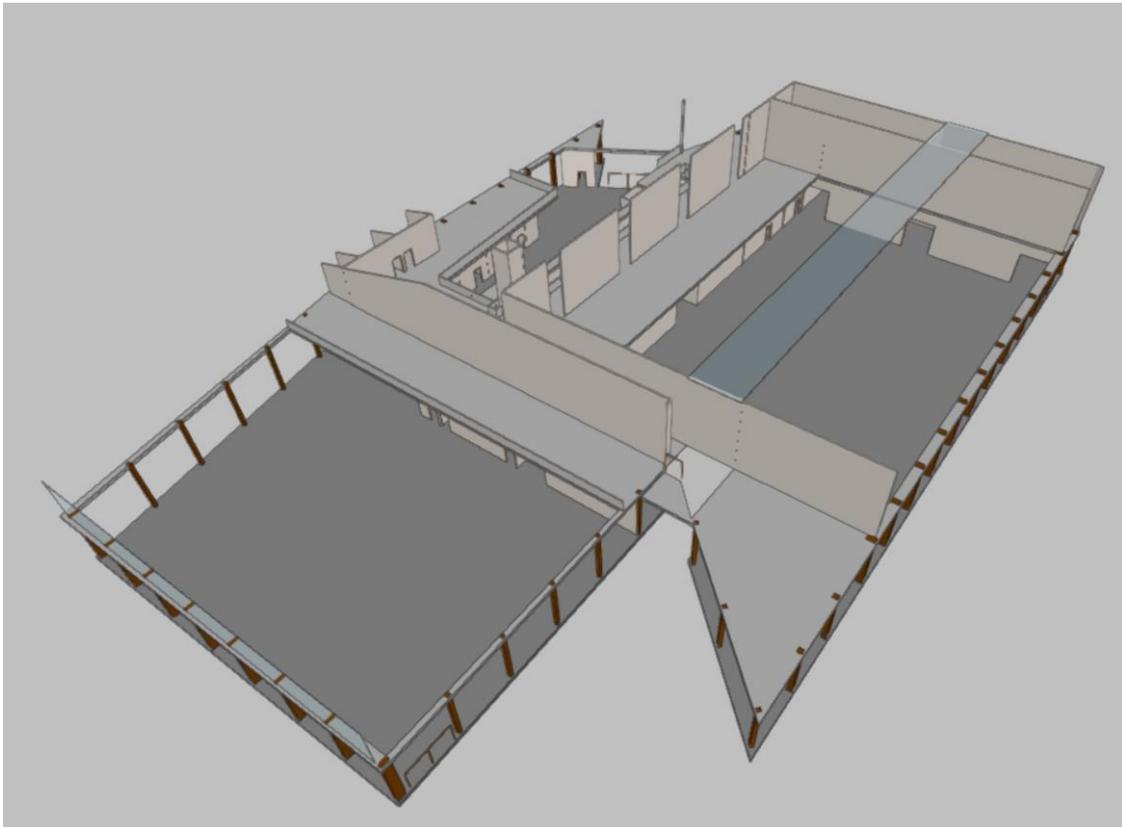


Figura 6. Vista 3D, interior del edificio, sin cubierta ni fachada

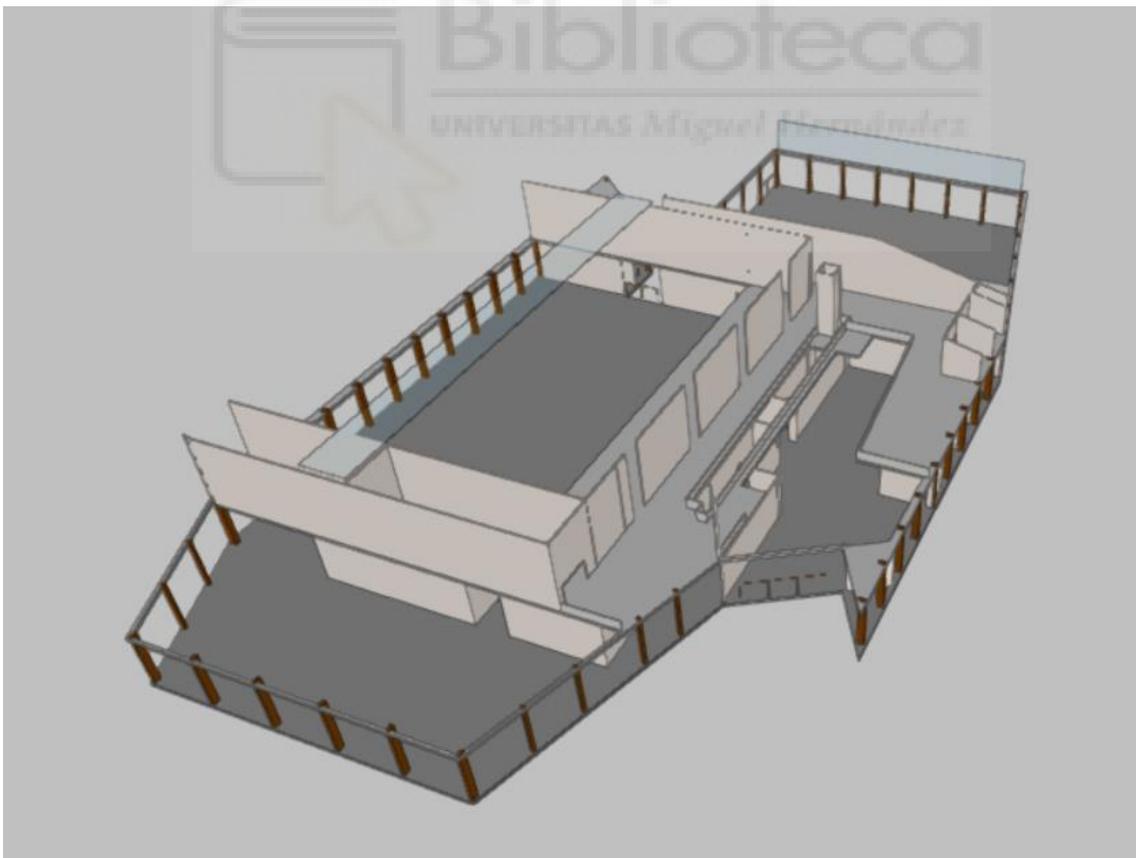


Figura 7. Vista 3D, interior del edificio, sin cubierta, sin fachada y con lucernario

2.1.3. NÚMERO DE PLANTAS, ESTANCIAS, SUPERFICIES DEL EDIFICIO Y DENSIDAD DE OCUPACIÓN

El edificio será de forma aproximadamente rectangular, a excepción de dos cortes formando dos esquinas triangulares.

Tendrá una superficie construida aproximada de 6000 m² y una superficie útil aproximada de 5695 m², distribuidos en planta baja y planta primera.

El edificio constará de dos plantas, planta baja, planta primera y la cubierta.

A continuación, se muestra la superficie de las estancias de cada planta:

Uso previsto	Superficie útil (m ²)	Densidad ocupación (m ² /pers.)	Ocupación (pers.)
PLANTA BAJA	4342 m²		1005
A ACCESO y DESPACHOS	1005 m²		416
A1 Entrada	94 m ²	2	47
A2 Taquillas	10 m ²	3 pers	3
A3 Mostrador y consigna	31 m ²	2 pers	2
A5 Conserjería	10 m ²	10	1
A6 Aseos H pB	23 m ²	3	8
A7 Aseos M pB	21 m ²	3	7
A8 Aseo Acc	6 m ²	3	2
A09 Limpieza	5 m ²	0	0
A10 Sala de reuniones	32 m ²	4	8
A11 Monitor	22 m ²	1 pers	1
A12 Despacho	18 m ²	4	5
A13 Circulaciones PB - público	213 m ²	2	107
A14 Circulaciones PB - público	452 m ²	2	226
A15 Escalera A	34 m ²	0	0
A16 Escalera B	34 m ²	0	0
B ESPACIOS COMPLEMENTARIOS - CIRCULACION INTERIOR	3121 m²		584
B1 Vestuario 1	73 m ²	3	24
B2 Vestuario 2	73 m ²	3	24
B3 Vestuario 3	74 m ²	3	25
B4 Vestuario 4	74 m ²	3	25
B5 Vestuario 5	34 m ²	3	11
B6 Vestuario 6	34 m ²	3	11
B7 Vestuario accesible	6 m ²	1 pers	1
B8 Arbitro accesible	13 m ²	1 pers	1
B9 Arbitro	12 m ²	1 pers	1
B10 Aseo de pista accesible	9 m ²	1 pers	1
B11 Aseo de pista	5 m ²	1 pers	1
B12 Peq. almacén	12 m ²	10	1
B13 Sala de masajes	20 m ²	10	4
B14 Enfermería	26 m ²	10	4
B15 Entrenamiento	483 m ²	5	97
B16 Sala de apoyo Entrenamiento	56 m ²	5	11
B17 Sala de apoyo Gimnasia	78 m ²	5	16
B18 Gimnasia artistica	824 m ²	10	82
B19 Pista polideportiva	1215 m ²	5	243

PLANTA PRIMERA		1353 m ²		1152
D	PISTAS DEPORTIVAS - CIRCULACION EXTERIOR	1353 m²		1152
D1	Circulaciones P1	367 m ²	2	184
D2	Aseos M Gradass P1	17 m ²	3	6
D3	Aseos H Gradass P1	17 m ²	3	6
D4	Aseo Accesible Gradass P1	6 m ²	1 pers	1
D5	Area de descanso 1	160 m ²	4	40
D6	Gradass A	329 m ²	524 pers	524
D7	Gradass B	224 m ²	354 pers	354
D8	Gimnasio	143 m ²	5	29
D9	Ludoteca	90 m ²	10	9
* la ocupación de la sala de gimnasia artistica debido al gran numero de fosos del que dispone por el tipo de ejercicio realizado consideramos su densidad de ocupación de 10 m2 por persona				
OCUPACION TOTAL		5695		2157

Tabla 2. Usos, superficies y densidades de ocupación del edificio

Cabe destacar la doble altura que existirá en varias estancias como se puede apreciar en la figura 7. anterior.

Igualmente cabe destacar un lucernario de unos 230 m² en la pista polideportiva.

2.1.4. HORARIO DE APERTURA Y CIERRE DEL EDIFICIO

Las instalaciones dispondrán de un horario de apertura y cierre a los usuarios de 9h00 de la mañana a 20h30 de la noche.

Estando en continuado uso cada una de las zonas del edificio a excepción del despacho y las taquillas, cuyo horario es de 9h00 de la mañana a 14h00 de la tarde.

2.1.5. ORIENTACIÓN

El edificio estará orientado en todas direcciones, aunque sus fachadas predominantes estarán orientadas al NORTE y al SUR.

No tendrá ningún edificio colindante, estando el edificio totalmente libre a su alrededor.

2.1.6. LOCALES SIN CLIMATIZAR

No se contempla la climatización de salas técnicas, almacenes, aseos ni vestuarios, pero si la ventilación en aseos y vestuarios.

2.2. ENVOLVENTE TÉRMICA

2.2.1. DEFINICIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE), en el DB HE Anejo C “Consideraciones para la definición de la envolvente térmica”, ofrece la siguiente definición de envolvente térmica del edificio:

La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio.

No obstante, a criterio del proyectista:

a) Podrán incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.

b) Podrán excluirse espacios tales como:

- Espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o, pasillos no acondicionados.
- Espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, 10 dm³/s por m² de área útil de dicho espacio.
- Espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos 0,003 m² por m² de área útil de dicho espacio.

Por tanto, atendiendo a la definición anterior y a criterio del proyectista, en este edificio los recintos no habitables serán los almacenes, ascensores y cuartos de instalaciones, todo el resto de las estancias serán habitables.

Una vez que se tienen identificados los recintos habitables y no habitables dentro del edificio, se resuelve que la envolvente térmica estará compuesta por:

- Cerramientos
- Tabiquería
- Muros en contacto con el terreno
- Suelos en contacto con el terreno
- Forjado entre pisos
- Cubiertas
- Puertas
- Huecos acristalados
- Lucernarios
- Puentes térmicos lineales



El comportamiento energético de cada uno de los materiales depende, a efectos de cálculo, de:

- Características geométricas

Composición:

- Descripción de las capas de diversos materiales que conforman el elemento desde el punto de vista constructivo.

Propiedades características:

- Se incluyen el espesor, densidad, conductividad y calor específico.
- Para las cámaras de aire, se especifican el espesor y la resistencia térmica.
- En los elementos con masa térmica, la transmitancia y la resistencia térmica se calculan a partir del espesor y la conductividad del material constructivo.
- En los puentes térmicos, la transmitancia térmica es lineal.

Sombras proyectadas:

- Identificación de los objetos que generan sombra sobre los cerramientos opacos de la envolvente, disminuyendo la cantidad de radiación solar que los alcanza; así como las protecciones solares, tanto fijas como móviles, en el caso de los huecos.

En este caso particular, no hay protecciones solares.

Consideraciones para los huecos:

- Es necesario tener en cuenta la permeabilidad, el factor solar del vidrio y la absortividad del marco según su color.

2.2.2. TRANSMITANCIA TÉRMICA

La transmitancia térmica total de los elementos de la envolvente térmica deberá estar por debajo de los valores límites definidos en el CTE DB HE 1, en función de la zona climática donde se ubique el edificio.

Según el DB HE 1:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de *transmitancia térmica*, U_{lim} [W/m²K]

Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_C)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

Tabla 3. Valores límite de transmitancia térmica según zona climática en invierno

2.2.3. PUENTES TÉRMICOS

Definición según el DB HE:

Puente térmico: zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento o de los materiales empleados, por la penetración completa o parcial de elementos constructivos con diferente conductividad, por la diferencia entre el área externa e interna del elemento, etc., que conllevan una minoración de la resistencia térmica respecto al resto del cerramiento.

Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la probabilidad de producción de condensaciones. Esto provoca una mayor transferencia de calor entre el interior y el exterior del edificio.

Estos puentes térmicos pueden causar pérdidas de energía, problemas de confort térmico y condensación de humedad, lo que puede derivar en problemas de moho y deterioro de los materiales de construcción.

Los puentes térmicos más comunes son:

a) Puentes térmicos integrados en los cerramientos:

- Pilares integrados en los cerramientos de las fachadas
- Contorno de huecos y lucernarios
- Cajas de persianas
- Otros puentes térmicos integrados

b) Puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

- Frentes de forjado en las fachadas
- Uniones de cubiertas con fachadas
- Cubiertas con/sin pretil
- Uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno
- Unión de fachada con losa o solera

c) Unión de fachada con muro enterrado o pantalla- Esquinas o encuentros de fachadas, que, dependiendo de la posición del ambiente exterior se subdividen en:

- Esquinas entrantes
- Esquinas salientes
- Encuentros de voladizos con fachadas
- Encuentros de tabiquería interior con cerramientos exteriores.



2.2.4. MATERIALES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y DE LA COMPARTIMENTACIÓN INTERIOR

Los elementos de la envolvente térmica y de la compartimentación interior están formados por distintos materiales constructivos, cada uno con sus propiedades, viniendo estas detalladas a continuación.

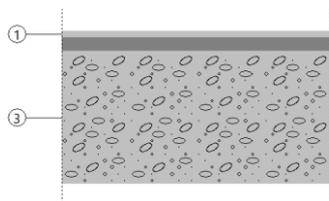
2.2.4.1 SISTEMA ENVOLVENTE

Suelos en contacto con el terreno:

Soleras:

S1 Superficie total 4395,28 m²

S1



Listado de capas:

- | | |
|---|--------|
| 1 - Plaqueta o baldosa cerámica | 1,5 cm |
| 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido
1000 < d < 1250 | 3 cm |
| 3 - losa de hormigón d = 2000 y canto 200 mm | 30 cm |

Características

Transmitancia térmica, U: 0,19 W/(m²·K)

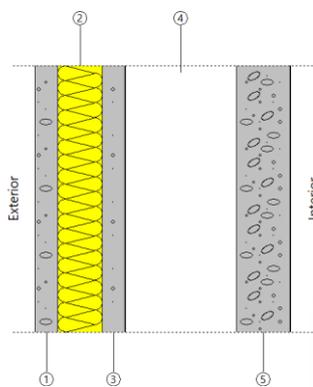
Espesor total 34,50 cm
 Longitud característica, B': 27,896 m
 Resistencia térmica del forjado, Rf: 0,25 (m²·K)/W
 Superficie del forjado, A: 4565,38 m²
 Perímetro del forjado, P: 327,315 m
 Conductividad térmica, l: 2 W/(m·K)

Fachadas:

Parte ciega de las fachadas:

C1_Zocalo H Superficie total 1482,47 m²

C1_Zocalo H



Listado de capas:

- | | |
|--|-------|
| 1 - Hormigón armado d > 2500 | 5 cm |
| 2 - XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]] | 10 cm |
| 3 - Hormigón armado d > 2500 | 5 cm |
| 4 - Cámara de aire | 25 cm |
| 5 - Hormigón armado d > 2500 | 12 cm |

Características

Transmitancia térmica, U: 0,30 W/(m²·K)

Espesor total 57 cm

Huecos en fachada

P2_Emerg

P2_Emerg

Características

Transmitancia térmica, U: 2,60 W/(m²·K)

Absortividad, as: 0,6 (color intermedio)

P1_Emerg

P1_Emerg

Características

Transmitancia térmica, U: 2,60 W/(m²·K)

Absortividad, as: 0,6 (color intermedio)

P3_Entr_vidrio

P3_Entr_vidrio

Características

Transmitancia térmica, U: 2,60 W/(m²·K)

Absortividad, as: 0,6 (color intermedio)

C2_Policarbonato

C2_Policarbonato

Características Transmitancia térmica, U: 1,18 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0,6

Fracción opaca, Ff: 0

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl,sh,wi}$: 0,03

Cubiertas:

Parte maciza de las azoteas

A1 Superficie total 1829,24 m²

A1



Listado de capas:

1 - Panel sandwich 50mm	5 cm
2 - Cámara de aire	500 cm
3 - Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1,5 cm
4 - Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1,5 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0,36 W/(m²·K)

Espesor total 508 cm

Aincl.Sur Superficie total 845,85 m²

Aincl.Sur



Listado de capas:

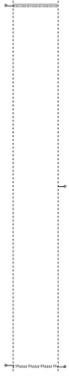
1 - Panel sandwich 50mm	5 cm
2 - Cámara de aire	500 cm
3 - Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1,5 cm
4 - Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1,5 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0,36 W/(m²·K)

Espesor total 508 cm

Aincl.Este Superficie total 1049,6 m²

Aincl.Este



Listado de capas:

1 - Panel sandwich 50mm	5 cm
2 - Cámara de aire	500 cm
3 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5 cm
4 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5cm

Características Transmitancia térmica, U: $0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Espesor total 508 cm

Aincl.ext Superficie total 35,58 m²

Aincl.ext



Listado de capas:

1 - Panel sandwich 50mm	5 cm
2 - Cámara de aire	5 cm
3 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5 cm
4 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5 cm

Características Transmitancia térmica, U: $0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Espesor total 508 cm

Aincl.Oeste Superficie total 525,81 m²

Aincl.Oeste



Listado de capas:

1 - Panel sandwich 50mm	5 cm
2 - Cámara de aire	500 cm
3 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5 cm
4 - Placas de yeso armado con fibras minerales $800 < d < 1000$	1,5 cm

Características Transmitancia térmica, U: $0,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Espesor total 508 cm

Huecos en cubierta

L1

L1

Características Transmitancia térmica, U: 1,30 W/(m²·K)

Factor solar, g: 0,7

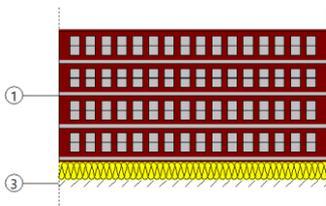
Fracción opaca, Ff: 0

Transmitancia total de energía solar del hueco, con los dispositivos de sombra móviles activados, $g_{gl;sh,wi}$: 0,63

Suelos en contacto con el exterior

F2 Superficie total 17,30 m²

F2



Listado de capas:

1 - FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30 cm
2 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4 cm
3 - Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 0,55 W/(m²·K)

Espesor total 35,5 cm

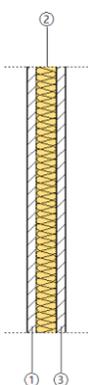
2.2.4.2 SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

2.1. Compartimentación interior vertical:

2.1.1. Parte ciega de la compartimentación interior vertical

TAB 1 Superficie total 3541,72 m²

TAB 1



Listado de capas:

1 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm
2 - URSA TERRA T18R / T18P 46mm	4,6 cm
3 - Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900	2 cm

Características Transmitancia térmica, U: 0,58 W/(m²·K)

Espesor total 8,6 cm

2.1.2. Huecos verticales interiores

P7_Corredera grande

P7_Corredera grande

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

P8_Puerta Doble

P8_Puerta Doble

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

P6_1.10

P6_1.10

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

P4_Corredera

P4_Corredera

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

P5_1.00

P5_1.00

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

P9_Puerta Simple

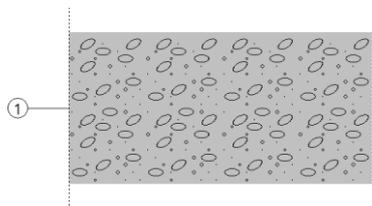
P9_Puerta Simple

Características Transmitancia térmica, U: 2,6 W/(m²·K)
Absortividad, a_s: 0,6 (color intermedio)

Compartimentación interior horizontal

F1 Superficie total 1465,00 m²

F1



Listado de capas:

1 - FU entrevigado de picón de canto 300 mm

30 cm

Características

Transmitancia térmica, U: 1,85 W/(m²·K)

Espesor total 30 cm

2.2.4.3 MATERIALES

Capas					
Material	e	r	l	RT	Cp
Hormigón armado d > 2500	5	2600	2,5	0,02	1000
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10	37,5	0,034	2,94	1000
Hormigón armado d > 2500	12	2600	2,5	0,05	1000
Policarbonato_arcoPlus9327_20mm	2	140,63	1,3	0,02	1000
Panel sandwich 50mm	5	40	0,022	2,33	1000
Placas de yeso armado con fibras minerales 800 < d < 1000	1,5	900	0,25	0,06	1000
FU entrevigado de picón de canto 300 mm	30	1273	0,882	0,34	800
FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm	30	1110	0,937	0,32	1000
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	4	40	0,031	1,29	1000
Placa de yeso o escayola 750 < d < 900	1,5	825	0,25	0,06	1000
Plaqueta o baldosa cerámica	1,5	2000	1	0,02	800
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	3	1125	0,55	0,05	1000
losa de hormigón d = 2000 y canto 200 mm	30	2000	1,667	0,18	1000
Abreviaturas utilizadas					
e	Espesor cm		RT	Resistencia térmica (m ² ·K)/W	
r	Densidad kg/m ³		Cp	Calor específico J/(kg·K)	
l	Conductividad térmica W/(m·K)				

2.3. DATOS DEL EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DE DISEÑO

2.3.1. ZONA CLIMÁTICA

Del apéndice B del DBHE se obtiene que la zona climática de la ciudad de Alicante es B4 (zona climática de invierno B y de verano 4).

Tabla a-Anejo B. Zonas climáticas

Provincia	Altitud sobre el nivel del mar (h)																						
	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	151 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 1300 m
Albacete	C3							D3							E1								
Alicante/Alacant	B4				C3					D3					E1								

Tabla 4. Zona climática Alicante

Las temperaturas contempladas en el diseño de la instalación son las correspondientes al uso en refrigeración.

Las temperaturas que condicionan el proyecto son las siguientes:

Nivel percentil anual (Calefacción)

Nivel percentil anual (Refrigeración)

Temperaturas anuales

Temperaturas mensuales

Latitud (°)

Longitud (°)

Altitud

Tabla 5. Percentiles y coordenadas

Emplazamiento

Latitud ° Coeficiente de albedo

Longitud ° Zona horaria

Altitud m Horario de Verano (DST) Mes inicial Mes final

Condiciones de diseño para calefacción

Temperatura seca °C Humedad relativa % Temperatura del terreno °C

Condiciones de diseño para refrigeración

Cálculo de cargas de refrigeración por mes	Temperatura seca de diseño (°C)	Temperatura húmeda coincidente (°C)	Oscilación diaria de la temperatura seca (°C)	Oscilación diaria de la temperatura húmeda (°C)	Profundidad óptica del cielo despejado para la irradiación directa	Profundidad óptica del cielo despejado para la irradiación difusa
Enero	23.6	18.0	9.5	6.4	0.311	2.498
Febrero	24.7	18.6	9.8	6.6	0.337	2.448
Marzo	26.4	19.9	10.0	6.3	0.383	2.322
Abril	26.9	20.2	10.1	5.9	0.396	2.31
Mayo	27.7	20.8	9.4	5.3	0.423	2.262
Junio	28.8	21.6	9.4	5.0	0.444	2.23
Julio	29.4	21.6	8.9	5.4	0.45	2.224
Agosto	29.4	21.6	9.0	5.5	0.454	2.221
Septiembre	28.3	21.0	9.0	5.5	0.424	2.305
Octubre	27.2	20.5	9.3	5.5	0.389	2.392
Noviembre	25.3	19.7	9.2	5.9	0.344	2.477
Diciembre	24.1	18.6	9.2	5.9	0.319	2.498

Tabla 6. Temperaturas Alicante

2.3.2. NIVEL PERCENTIL

El nivel percentil elegido para las condiciones de diseño de aire exterior para refrigeración es del 1% y para calefacción del 99%.

El percentil considerado para las temperaturas anuales es del 99%, mientras que para las temperaturas mensuales es del 98%.

2.3.3. OSCILACIONES MÁXIMAS

La oscilación máxima de las temperaturas en condiciones de refrigeración se ve reflejada en la tabla 6 siendo la oscilación media de la temperatura seca diaria de 9,21°C y la temperatura seca media anual de 26,81°C.

2.3.4. RADIACIÓN SOLAR

Los cerramientos susceptibles de aportar carga por radiación solar al interior se han descrito en el programa CYPETHERM LOADS y se han considerado para el cálculo de cargas térmicas.

2.3.5. ILUMINACIÓN

Las condiciones consideradas, con iluminación de tipo fluorescente con reactancia, son:

- Ganancia de calor sensible: 5 W/m²
- Fracción radiante: 0,6
- Fracción al recinto: 0,5

2.3.6 CARGAS INTERNAS

En la siguiente tabla podemos ver los valores de ganancia sensible y latente según la actividad:

Grado de Actividad	Aplicación típica	OCUP-Q-SEN (W/persona)	OCUP-Q-LAT (W/persona)
Sentado en teatro	Teatro (Matinal)	65	30
Sentado en teatro	Teatro (Tarde)	70	30
Sentado, trabajo ligero	Oficinas, hoteles, apartamentos	70	45
Trabajo de oficina moderado	Oficinas, hoteles, apartamentos	75	55
De pie, trabajo ligero, andando	Grandes almacenes, venta al por menor	75	55
Caminando, de pie	Farmacia, banco	75	70
Trabajo sedentario	Restaurante	80	80
Baile moderado	Pistas de baile	90	160
Andando, trabajo ligero	Fábrica	110	185
Jugar a los bolos	Boleras	170	255
Trabajo duro	Fábrica	170	255
Trabajo, maquinaria pesada	Fábrica	185	285
Atletismo	Gimnasio	210	315

Tabla 2 Valores típicos de calor sensible y latente por ocupante, en función de la actividad (Fuente: ASHRAE 1989 Handbook of Fundamentals, Tabla 3, p. 26.7.)

Tabla 7. Ganancia sensible y latente según actividad

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.1. HORARIOS DE FUNCIONAMIENTO

El horario de funcionamiento previsto para la instalación, objeto del presente proyecto, es de DOCE (12) horas al día durante los TRESCIENTOS SESENTA Y CINCO (365) días del año, siendo un total de CUATRO MIL TRESCIENTAS OCHENTA (4380) horas.

3.2. SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO

3.2.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN ESCOGIDOS

Para este proyecto se utilizarán distintos sistemas de climatización según las zonas y estancias del edificio, siendo estos los siguientes:

a) Unidades Roof top:

	Tipo de recinto		Rooftop / Unidad Ext	Peso (kg)	Pot. Refrigeracion (kW)	Pot. Calefaccion (kW)	SEER	EER	SCOP	COP
ROOFTOP ENTRENAMIENTO	Entrenamiento Sala de apoyo de entrenamiento	ROOFTOP ENTRENAMIENTO	WSM2/HR/B/0132	1090	48,3	45,5	4,15	3,2	3,64	3,64
ROOFTOPS (VARIOS) PISTA	Pista Polideportiva	ROOFTOPS (VARIOS) PISTA	6 * WSM2/HR/B/0132	6 * 1090	6*48.3	6*45.5	4,15	3,2	3,64	3,4
	Gradas A			6540	289,8	273				
	Ludoteca									
	Area de Descanso									
ROOFTOP GIMNASIA	Circulaciones PB5 Gimnasia Artística Gradas B	ROOFTOP GIMNASIA	3 * WSM2/HR/B/0152	3 * 1100 3300	3 * 52,9 158,7	3 * 52,3 156,9	4,27	3,1	3,68	3,3
ROOFTOP ENTRADA	Entrada Mostrador y Consigna Area de Descanso Bar Circulaciones PB1 Circulaciones PB3 Circulaciones PB4 Circulaciones PB6 Circulaciones PI Taquillas	ROOFTOP ENTRADA	WSM2/HR/B/0152	1100	52,9	52,3	4,27	3,1	3,68	3,3

Tabla 8. Unidades Roof top

b) Unidades VRV y Bombas de calor racks:

VRV	Gimnasio	Sistema 2	PUHY-P300YNW-A2	33,5	37,5	6,70	2,96	4,12	3,64								
VRV	Sala de masajes Enfermería	Sistema 1	PUMY-P200YKM3	22,4	25	6,67	3,12	3,66	4,27								
VRV	Despacho monitor Despacho Sala de reuniones Conserjería																
REFIGERACION CDP	Rack									Sistema 4	PUZ-ZM71VHA2	7,1	8	6,8	3,81	4,3	3,78
	Rack EVENTOS									Sistema 5 MSY_TP50VF-C41	MUY-TP50VF-E2	5,0	-	8,0	3,45	-	-

Tabla 9. Unidades VRV y bombas de calor racks

	Tipo de recinto		Unidad interior	Pot. Refrigeracion (kW)	Pot. Calefaccion (kW)	Caudal - Qn(m3/h)	Presion estatica (Pa)
VRV	Gimnasio	Sistema 2	PEFY-P200VMHS-E	22,4	25	4320	50/100/150/200/250
			PEFY-P140VMHS-E	16	18	2400	
VRV	Sala de masajes	Sistema 1	PEFY-P50VMS1-E	5,6	6,3	780	5/15/35/50
	Enfermería		PEFY-P32VMS1-E	3,6	4	600	5/15/35/50
VRV	Despacho monitor		PEFY-P15VMS1-E	1,7	1,9	420	5/15/35/50
	Despacho		PEFY-P20VMS1-E	2,2	2,5	480	5/15/35/50
	Sala de reuniones		PEFY-P50VMS1-E	5,6	6,3	780	5/15/35/50
	Conserjería		PEFY-P15VMS1-E	1,7	1,9	420	5/15/35/50
REFIGERACION CDP	Rack	Sistema 4	PKA-M71KAL2	7,1	8	1320	
	Rack EVENTOS	Sistema 5 MSY_TP50VF-C41	MSY-TP50VF	5	-	990	

Tabla 10. Unidades VRV y Bombas de calor racks

Todos los equipos de climatización son de la marca MITSUBISHI.

3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Y LOS MÉTODOS ESCOGIDOS POR ESTANCIAS

Pista Polideportiva que engloba circulaciones, gradas A, ludoteca y área de descanso:

Contará con SEIS (6) Climatizadores Autónomos Compactos Bombas de Calor tipo Roof-Top con recuperación de calor y freecooling, con lo cual incluirá la ventilación de las estancias. La distribución del aire climatizado se realizará mediante conductos rígidos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el medio de difusión de la vena de aire de impulsión, difusores de largo alcance termorregulables. El retorno del aire será mediante conductos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el método de extracción una rejilla en el falso techo.

Zona de Gimnasia Artística y gradas B:

Contará con TRES (3) Climatizadores Autónomos Compactos Bombas de Calor tipo Roof-Top, con recuperación de calor y freecooling, con lo cual incluirá la ventilación de las estancias. La distribución del aire climatizado se realizará mediante conductos rígidos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio con aislante en su interior, siendo el medio de difusión de la vena de aire de impulsión, difusores de largo alcance termorregulables. El retorno del aire será mediante conductos rígidos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el método de extracción una rejilla en el falso techo.

Zona de la Entrada que engloba, la entrada, taquilla, mostrador y consigna, circulaciones de la planta baja, circulaciones de la planta primera y área de descanso (Bar):

Contará con UN (1) Climatizador Autónomo Compacto Bomba de Calor tipo Roof-Top con recuperación de calor y freecooling, con lo cual incluirá la ventilación de las estancias. La distribución del aire climatizado se realizará mediante conductos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el medio de difusión de la vena de aire de impulsión, toberas de largo alcance. El retorno del aire será mediante conductos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el método de extracción una rejilla en el falso techo.

Zona de Entrenamiento y la sala de apoyo de entrenamiento:

Contará con UN (1) Climatizador Autónomo Compacto Bomba de Calor tipo Roof-Top con recuperación de calor y freecoling, con lo cual incluirá la ventilación de las estancias. La distribución del aire climatizado se realizará mediante conductos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el medio de difusión de la vena de aire de impulsión, difusores de largo alcance termorregulables. El retorno del aire será mediante conductos de chapa de acero galvanizado con aislante de fibra de vidrio en su interior, siendo el método de extracción una rejilla en el falso techo.

Zona de Administración que engloba, despacho monitor, despacho, sala de reuniones, conserjería y por otro lado la zona enfermería y sala de masajes:

Contará con UN (1) Sistema Bomba de Calor tipo VRV como unidad exterior y las unidades interiores serán de conductos las cuales distribuirán el aire climatizado mediante conducto flexible de fibra de vidrio, siendo el medio de difusión de la vena de aire, rejillas de impulsión. La ventilación de las estancias se realizará con dos recuperadores entálpicos de doble flujo, mediante conductos de fibra de vidrio, utilizando rejillas para el retorno, uno para la zona de Administración y otra para la zona de enfermería y masajes. También se hará un retorno por plenum en cada estancia para equilibrar presiones, dejando siempre un poco de sobrepresión.

Estancia Rack:

Contará con UN (1) Sistema Autónomo tipo Split (1+1), contando con una unidad exterior Bomba de Calor y otra interior, de pared, pero en este caso solo se utilizará el modo de refrigeración, aunque disponga de modo calor, ya que lo que se busca es refrigerar la estancia sin importar la estación del año. La distribución del aire se hará mediante la unidad interior de pared. La ventilación de la instancia será natural, por los huecos existentes. En este caso no se utilizará un equipo de solo refrigeración al no disponer de la potencia necesaria.

Estancia Rack eventos

Contará con UN (1) Sistema de Aire Acondicionado Autónomo tipo Split (1+1), contando con una unidad exterior y otra interior, de pared, pero en este caso solo dispondrá de modo de refrigeración, ya que lo que se busca es refrigerar la estancia sin importar la estación del año. La distribución del aire se hará mediante la unidad interior de pared. La ventilación de la instancia será natural, por los huecos existentes.

Zona del Gimnasio: Contará con UN (1) Sistema Bomba de Calor tipo VRV como unidad exterior y las unidades interiores serán de conductos, las cuales distribuirán el aire climatizado mediante conductos de fibra de vidrio, siendo el medio de difusión de la vena de aire, difusores radiales rotacionales. La ventilación de las estancias se realizará con un recuperador entálpico de doble flujo, mediante conductos de fibra de vidrio, utilizando rejillas para el retorno del aire. También se hará un retorno por plenum para equilibrar presiones y tener un poco de sobrepresión.

Las zonas de vestuarios y aseos: No se climatizarán, pero si se ventilarán a través de Ventilación Mecánica Controlada (VMC) de simple flujo, únicamente como extracción, utilizando compuertas de regulación en las distintas estancias para no producir depresión, la ventilación se equilibrará de forma natural a través de los huecos. Los conductos de extracción del aire, en los vestuarios, en los aseos de la Pista Polideportiva y en el

aseo del árbitro serán rígidos de chapa de acero galvanizado sin aislar debido a la estética, ya que no hay falso techo y por consiguiente serán vistos.

La extracción del aire en dichas estancias se realizará a través de bocas de extracción montadas en los conductos. En cambio, en los aseos de la entrada y de la planta primera, los conductos de extracción del aire serán rígidos de fibra de vidrio al haber falso techo, la extracción del aire de dichas estancias se realizará a través de bocas de extracción conectadas a conducto flexible de fibra de vidrio, que a su vez estará conectado a los conductos rígidos de fibra de vidrio. Los extractores serán de la marca SIBER.

3.2.3. DETALLES DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

3.2.3.1. SISTEMA ROOF-TOP

En este caso hemos optado utilizar 11 unidades Roof-top de tamaño pequeño en vez de 4 muy grandes. Lo ideal parecería instalar un Roof-top por sala amplia (sala de Entrenamiento, Pista Polideportiva, sala de Gimnasia Artística, Zona entrada) y así lo habríamos hecho de no ser por la restricción de la carga estructural admisible por la estructura, el arquitecto nos limitó a máquinas de como mucho 1,1 toneladas y repartidas por la cubierta en lugares estratégicos (encima de los pilares).

Los conductos de impulsión serán vistos e irán entre las cerchas por motivos estéticos, dichos conductos tendrán un espesor de chapa de acero galvanizado según los diámetros, definidos por el fabricante, a mayor diámetro, mayor espesor y viceversa. Los conductos irán aislados en el interior con fibra de vidrio para evitar condensación y pérdidas por transmisión, asegurando de esta forma posibles problemas debidas a la condensación, el confort de las personas y la eficiencia de la instalación. Los conductos de retorno no se verán para no saturar la vista estética y reducir costes. Se realizará el retorno del aire por las rejillas en el falso techo.

Se ha elegido como medio de difusión de las venas de aire en las salas de Entrenamiento, Pista Polideportiva y la sala de Gimnasia Artística, difusores de largo alcance termorregulables, considerando la gran altura a la que se encontrarán los conductos de impulsión, unos 10 metros para la Pista polideportiva y la Sala de Gimnasia Artística. En la sala de Entrenamiento la altura será menor, de unos 5 metros, pero por no cambiar la estética y al ser válidos dichos difusores se utilizarán los mismos, ocurre lo mismo con los difusores encima de las gradas A.

Se ha elegido como medio de difusión de las venas de aire en zona de la Entrada, toberas de largo alcance ya que engloba una doble altura en la que en la primera planta tenemos pasillos y la zona de descanso (Bar). Con lo cual creemos que es la mejor opción para poder dirigir las venas de aire a los distintos puntos y sus respectivas alturas.

3.2.3.2. SISTEMA VRV

Vista la zonificación de la zona de entrada y sumado a la enfermería y la sala de masajes, vimos como una solución ideal el utilizar un sistema de climatización VRV.

El gimnasio también se climatizará mediante un sistema VRV, a través de una unidad interior por conductos,

los cuales serán de fibra de vidrio al ir por el falso techo. Es cierto que el gimnasio es una sola estancia, pero con una gran carga térmica, por eso y por la gran eficiencia del sistema VRV tendrá su propio sistema

Se ha elegido como medio de difusión de las venas de aire en la zona de Administración, enfermería y sala de masajes, rejillas de impulsión al ser estancias y caudales pequeños, en este caso la estética y la dirección de las venas de aire no son tan importantes.

Se ha elegido como medio de difusión de las venas de aire en el Gimnasio, difusores radiales rotacionales ya que dirigen las venas del aire de forma óptima y quedan mejor estéticamente.

Las tuberías de cobre irán aisladas según normativa, para evitar condensación y pérdidas por transmisión, asegurando de esta forma posibles problemas debidas a la condensación, el confort de las personas y la eficiencia de la instalación.

3.2.3.3. SISTEMA BOMBA DE CALOR Y AIRE ACONDICIONADO

Las salas de servidores llamadas Rack, necesitan sistemas independientes por la obligatoriedad de solo refrigerar sin importar la estación del año, no se contemplan otras opciones y/o sistemas de refrigeración.

3.2.3.4. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA ROOF-TOP Y SUS CUALIDADES

Un equipo Roof-top es un equipo de climatización de dimensiones compactas. Son equipos de expansión directa que sirven para climatizar y ventilar un espacio interior cerrado. La característica principal del rooftop es que dentro de la misma unidad se puede generar calor o frío. Su nombre hace referencia a la superficie donde normalmente van colocados, en los techos.

Por lo general los Roof-top son unidades con tamaño reducido que no ocupan demasiado espacio en la superficie de techo donde van instalados. La función de los equipos Roof-top comerciales compactos es brindar un completo acondicionamiento del aire, incluyendo control de temperatura, humedad, circulación del aire, descarga, recuperación de energía y filtración. La distribución del aire hacia el interior se realiza mediante conductos.

Por lo general se colocan en lugares que no están divididos por zonas y la cubierta está en contacto directo con la zona que se tiene que aclimatar. No se recomienda en espacios interiores con muchas divisiones, ya que no aporta gran flexibilidad a la hora de zonificar. Por ello, normalmente se emplea con más frecuencia en espacios amplios, como en este caso, se emplearán en las zonas amplias y de doble altura del Centro Deportivo.

3.2.3.4.1. CUALIDADES DESTACADAS

Eficiencia Energética:

- Diseño Integrado: Los equipos rooftop suelen tener componentes que trabajan de manera óptima juntos, lo que mejora la eficiencia energética.
- Controles Avanzados: Muchas unidades vienen con sistemas de control avanzados que optimizan el uso de energía.

Facilidad de Instalación y Mantenimiento:

- Ubicación: Al estar instalados en el techo, no ocupan espacio en el interior del edificio, liberando espacio útil.
- Accesibilidad: El acceso para mantenimiento y reparaciones se facilita al estar en una ubicación centralizada.

Flexibilidad y Escalabilidad:

- Modularidad: Los equipos rooftop pueden ser modulares, lo que permite ampliar la capacidad de climatización según sea necesario sin cambiar todo el sistema.
- Adaptabilidad: Pueden adaptarse fácilmente a las necesidades cambiantes de climatización de un edificio.

Costos Reducidos:

- Menor Coste de Instalación: Al combinar varios sistemas en una sola unidad, los costos iniciales de instalación pueden ser más bajos.
- Mantenimiento Simplificado: Con todos los componentes en un solo lugar, el mantenimiento es más simple y menos costoso.

Versatilidad en el Diseño:

- Diseños Compactos: Pueden diseñarse para ocupar el mínimo espacio posible en el techo.
- Opciones de Personalización: Los equipos pueden personalizarse según las necesidades específicas de climatización del edificio.

Mejora de la Calidad del Aire Interior:

- Filtros y Sistemas de Purificación: Muchas unidades incluyen filtros avanzados y sistemas de purificación que mejoran la calidad del aire interior.
- Control de Humedad: Pueden controlar la humedad, lo que es crucial para mantener un ambiente confortable y saludable.

Reducción de Ruido:

- Operación Silenciosa: Al estar ubicados en el techo, el ruido generado por el equipo es menos perceptible dentro del edificio, contribuyendo a un ambiente interior más silencioso.

RESUMEN

En resumen, los equipos rooftop son una solución eficiente, flexible y rentable para la climatización de edificios comerciales e industriales. Su diseño integrado y facilidad de mantenimiento, junto con la capacidad de adaptarse a las necesidades específicas de cada edificio, los hacen una opción atractiva para muchas aplicaciones.

3.2.3.5. DESCRIPCIÓN DE UN EQUIPO VRV Y SUS CUALIDADES

El término VRV significa Volumen de Refrigerante Variable y proviene del inglés VRF (variable refrigerant flow). En los sistemas VRV existe una unidad externa común que está conectada con múltiples unidades internas a través de tuberías de cobre aisladas. Su naturaleza es muy similar, aunque no exactamente igual, a lo que se conoce como sistemas multi-split. Se categorizan dentro de los equipos de aire acondicionado de expansión directa.

Los sistemas de climatización VRV pueden ser de dos tubos o de tres tubos. Los primeros proporcionan frío o calor, pero no ambas a la vez. Por su parte, los de tres tubos sí que pueden suministrar frío y calor simultáneamente. La complejidad de la opción de la instalación de tres tubos encarece severamente el precio total con respecto a su variedad de dos tubos por eso en este caso la instalación será de dos tubos.

3.2.3.5.1 CUALIDADES DESTACADAS

Eficiencia Energética:

- Tecnología Inverter: Los sistemas VRV/VRF utilizan compresores con tecnología inverter que ajustan continuamente la velocidad y la capacidad del compresor para satisfacer la demanda real de refrigeración o calefacción, optimizando el consumo de energía.
- Control de Refrigerante: Pueden regular la cantidad de refrigerante que se envía a cada unidad interior, lo que mejora significativamente la eficiencia energética.

Flexibilidad y Personalización:

- Climatización por Zonas: Permiten la climatización de múltiples zonas de manera independiente, ajustando la temperatura en cada área según las necesidades específicas.
- Diversidad de Unidades Interiores: Ofrecen una amplia gama de unidades interiores (ductos, cassettes, unidades de pared, etc.), lo que permite personalizar el sistema según el diseño y las necesidades del edificio.

3. Confort Mejorado:

- Control Preciso de la Temperatura: Mantienen temperaturas más estables y precisas en comparación con otros sistemas de climatización.
- Operación Silenciosa: Tanto las unidades interiores como exteriores están diseñadas para operar con niveles de ruido muy bajos, mejorando el confort acústico.

4. Versatilidad de Instalación:

- Longitud de Tuberías: Permiten longitudes de tubería más largas, lo que brinda una mayor flexibilidad en la ubicación de las unidades interiores y exteriores.
- Instalación en Edificios de Gran Tamaño: Son ideales para edificios altos y grandes superficies debido a su capacidad para cubrir largas distancias sin pérdida significativa de eficiencia.

5. Costos Operativos Reducidos:

- Mantenimiento Eficiente: Los sistemas VRV/VRF suelen requerir menos mantenimiento en comparación con sistemas tradicionales, lo que reduce los costos a largo plazo.
- Menor Consumo Energético: Gracias a su alta eficiencia, el consumo energético se reduce, lo que se traduce en menores costos operativos.

6. Control Avanzado y Automatización:

- Sistemas de Gestión: Pueden integrarse con sistemas de gestión de edificios (BMS), lo que permite un control centralizado y optimización del uso de energía.
- Programación y Monitoreo: Ofrecen opciones de programación y monitoreo remoto, facilitando el control y ajuste del sistema desde cualquier lugar.

7. Diseño Estético y Espacio:

- Unidades Compactas: Las unidades interiores son compactas y estéticamente diseñadas, integrándose fácilmente en cualquier entorno.
- Ahorro de Espacio: La ubicación de las unidades exteriores en tejados o espacios reducidos optimiza el uso del espacio disponible.

8. Adaptabilidad a Climas Variables:

- Rango de Operación Amplio: Funcionan eficientemente en una amplia gama de condiciones climáticas, proporcionando calefacción y refrigeración confiables durante todo el año.
- Recuperación de Calor: Algunos sistemas VRV/VRF pueden recuperar el calor de las áreas que requieren refrigeración y utilizarlo en las áreas que necesitan calefacción, aumentando aún más la eficiencia.

RESUMEN

En resumen, los sistemas VRV/VRF son una solución avanzada y eficiente para la climatización de edificios de diversa índole. Su capacidad para proporcionar un control preciso de la temperatura, su flexibilidad en la instalación y su eficiencia energética los convierten en la opción preferida.

3.2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN

3.2.4.1. SISTEMAS DE VENTILACIÓN ZONA ROOF-TOP

En este caso la ventilación se produce a través de la máquina, ya que dispone de un recuperador entálpico rotativo integrado en ella. También dispone del sistema llamado free cooling.

3.2.4.2. DESCRIPCIÓN RECUPERADOR ENTÁLPICO Y SUS CUALIDADES

Un recuperador entálpico es un recuperador de calor con un intercambiador entálpico, que es el responsable de la recuperación de energía sensible y latente del recuperador. Es decir, no sólo tiene en cuenta la temperatura, sino que también contempla la humedad en la recuperación de energía del aire de extracción.

Un recuperador de calor rotativo consiste en una rueda giratoria con multitud de pequeños conductos de aluminio. El aire de extracción está caliente y calienta los conductos que transfieren el calor al aire de suministro más frío. La eficacia de la temperatura del aire de impulsión y de extracción equilibrada es alta y los intercambiadores de calor rotativos suelen estar libres de escarcha, lo que permite una alta eficacia energética anual. También se recupera eficazmente la energía de refrigeración, mientras que la humedad se recupera con un rotativo con tratamiento de sorción.

El principio de funcionamiento del recuperador entálpico es el mismo que un recuperador de energía sensible. Se fundamenta en la recuperación de la energía usada en la climatización de un local cuando hacemos la aportación de aire exterior. En este caso el recuperador entálpico no trata solo la temperatura si no que añade la humedad en la ecuación. El recuperador va a permitir el intercambio de temperatura y humedad entre los caudales de ventilación. El resultado de este intercambio vendrá dado por la eficiencia del recuperador y las condiciones interiores/exteriores.

Este tratamiento entálpico se consigue con un intercambiador de calor fabricado con materiales que permiten el balance de la temperatura y humedad entre los caudales, sin permitir el paso de ningún tipo de partículas en el caso de los recuperadores de flujo y contraflujo, ya que se mantiene la separación de caudales, y permitiendo la mezcla entre caudales en los recuperadores rotativos.

Este último punto es importante en la elección del tipo de recuperador cuando queremos mantener un control estricto interior, como por ejemplo en el sector hospitalario. El principal motivo de la selección de un recuperador entálpico es poder tratar las diferencias de humedad entre exterior e interior. Si éstas son pequeñas, el uso del recuperador entálpico no es recomendable, como veremos al final del apartado.

Normalmente vamos a encontrar este diferencial en dos situaciones: según la actividad realizada en el interior y/o condiciones exteriores.

En el primer caso, actividad interior, estaríamos delante de soluciones terciarias e industriales con exceso de humedad, ejemplos:

Terciarias: gimnasios, piscinas cubiertas, discotecas... instalaciones donde existe una gran humedad interior debido al número de personas, tipo de actividad que se desarrolla y posibles fuentes de aportación de humedad.

Industriales: instalaciones que debido al proceso industrial aparece de manera directa/indirecta la humedad o bien es necesario un control estricto de humedad.

En el segundo caso, condiciones exteriores, aparecen los dos extremos: exceso y defecto de humedad.

El caso del exceso lo solemos encontrar en las zonas costeras donde obtenemos ratios superiores al 75% de humedad relativa de manera habitual. En este caso no nos interesa introducir directamente el aire con mucha humedad, ya que aumentamos su porcentaje interior.

En el caso de defecto lo encontramos en el interior de la península y/o en zonas frías, donde se tienen humedades absolutas muy bajas. En este caso si introducimos el aire directamente al interior, debido al diferencial de humedad, estamos deshumectando el aire interior, por lo que podríamos bajar a ratios inferiores al 40%, aparición de electricidad estática y demás fenómenos.

Ante estas situaciones, el equipo va a realizar el intercambio de humedad con el objetivo de rebajar su porcentaje, cuando tengamos exceso de humedad interior, o aumentar su porcentaje en el caso contrario.

3.2.4.3 RENDIMIENTO DE RECUPERADOR ENTÁLPICO VS SENSIBLE

Por norma general el porcentaje de recuperación de un recuperador sensible es superior al equipo latente, motivo por el que no se debe utilizar si no aparece el diferencial de humedad interior-exterior, ya que no estaríamos aprovechando el rendimiento que presentan estos equipos.

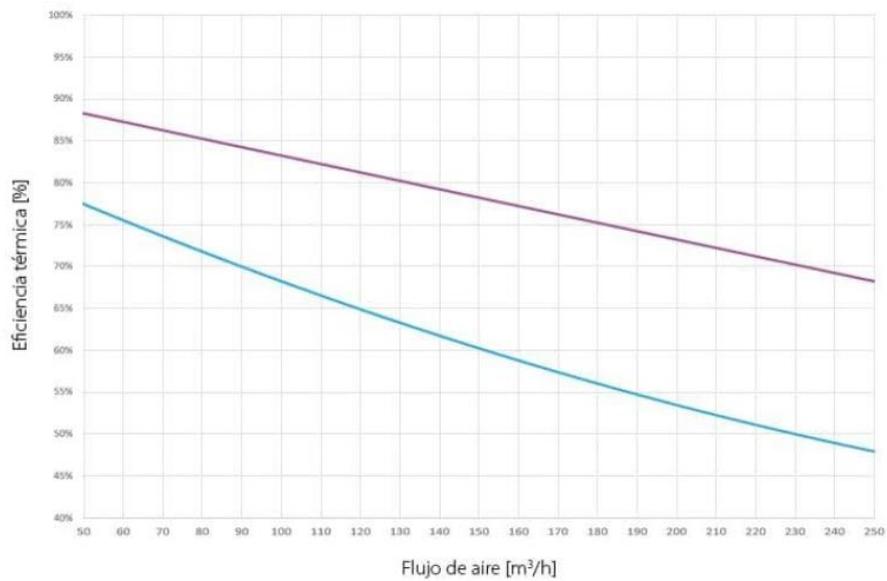


Figura 8. Eficiencia recuperador entálpico vs sensible

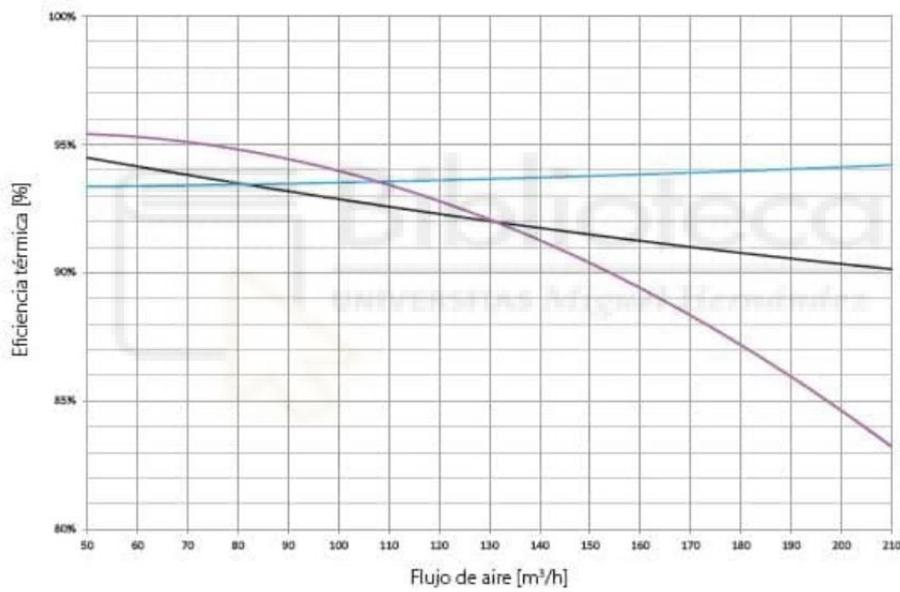


Figura 9. Eficiencia recuperador entálpico vs sensible

- Eficiencia térmica
 EN13141-7 PassivHaus
 Aire de extracción = 21°C/30 % HR
 Aire de extracción = 4 °C/94 % HR
 Flujo másico equilibrado

- Eficiencia térmica
 EN13141-7
 Aire de extracción = 20 °C/38 % HR
 Aire de extracción = 7 °C/88 % HR
 Flujo másico equilibrado

- Eficiencia térmica
 EN13141-7 con condensado
 Aire de extracción = 20 °C/60 % HR
 Aire de extracción = 2 °C/85 % HR
 Flujo másico equilibrado

En este caso los Roof top llevan un recuperador entálpico de tipo rotativo, son ideales en Alicante debido a la gran humedad que contiene el aire y podremos controlar de forma eficaz este parámetro, reduciendo dicha humedad para llegar a las condiciones de confort.

3.2.4.4. DESCRIPCIÓN FREE COOLING

El free cooling es el enfriamiento gratuito que hacemos a través del aire exterior, cuando éste tiene las condiciones mínimas necesarias. Cuando se habilita el free cooling en un equipo con intercambiador de calor, debemos evitar el intercambio con el fin de no penalizar el aire exterior. Esto se consigue a través de un by-pass mecánico, que sorteará el paso del intercambiador de uno de los dos flujos.

En la actualidad, con la mejora constructiva de los edificios, nos encontramos cada vez más horas de sobrecalentamiento, por lo que el uso de esta solución en nuestro entorno, de continua eficiencia energética, se torna cada vez más importante. Es una de las formas más eficientes de enfriamiento, donde sólo tenemos el consumo de los ventiladores y además mantenemos la filtración del aire exterior.

Dicho lo cual, estaremos de acuerdo que hay que aprovecharlo al máximo ya que no siempre podemos disponer de él. En este punto quisiera subrayar la importancia de tener en cuenta el poder trabajar con un caudal adicional al caudal de diseño, con el fin de poder hacer un mejor aprovechamiento. Una vez ya conocemos las bondades del free cooling viene su regulación. Este punto es vital para hacer un buen uso y poder sacarle el mejor provecho. La gestión del free cooling puede ser térmica o entálpica, para que sea más visual vamos a usar un diagrama psicrométrico:

Puntos clave:

- Condiciones aire interior
- BS: temperatura bulbo seco
- H: Entalpía

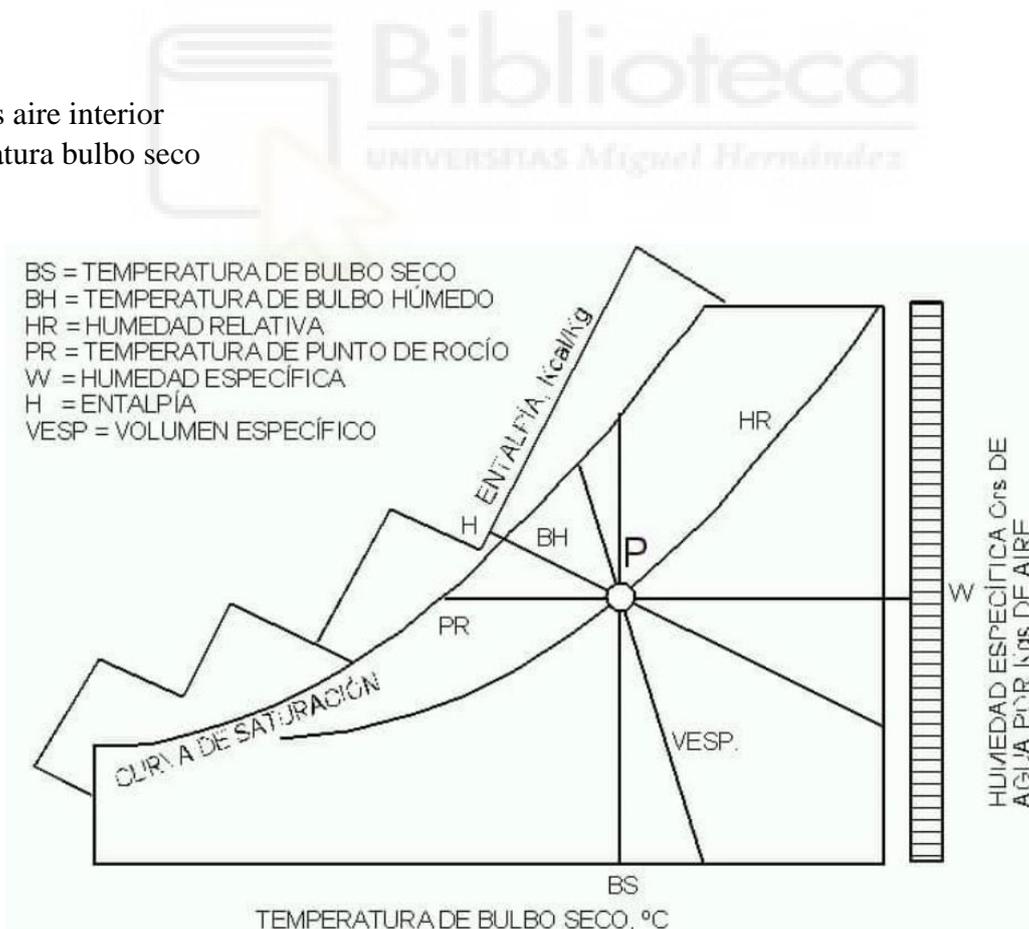


Figura 10. Diagrama psicrométrico

La forma más habitual de la gestión del free cooling es la térmica. El equipo compara constantemente la temperatura interior-externa. Cuando externamente tengamos una temperatura inferior activaremos el free cooling (zona verde)

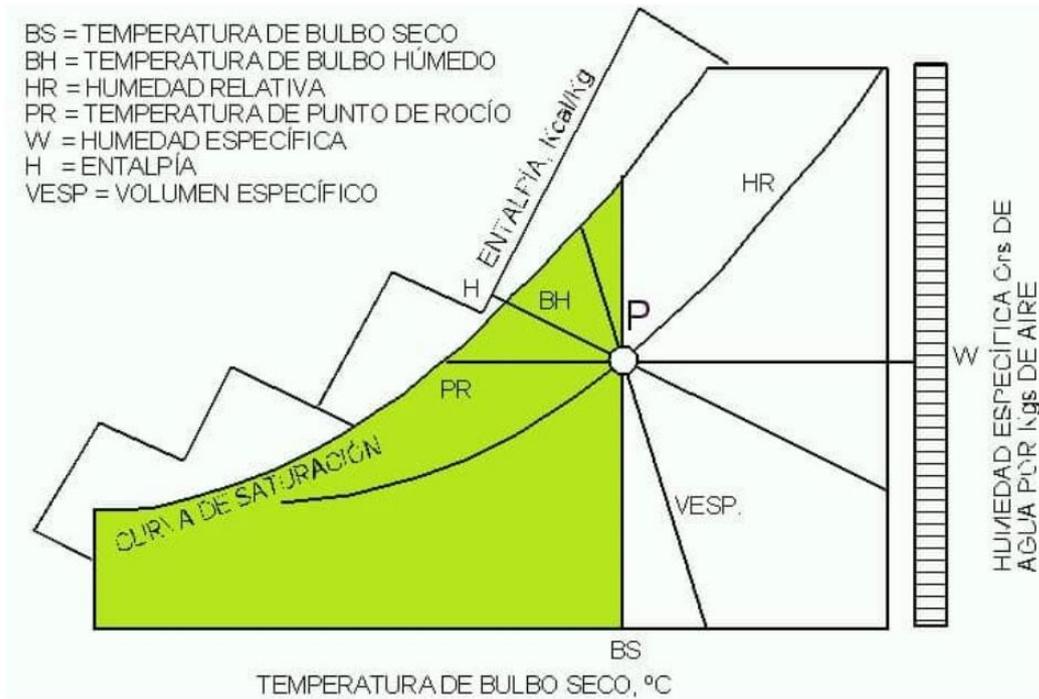


Figura 11. Temperatura BS aire exterior inferior a temperatura BS aire interior

Este sistema tiene una zona de peligro, la de mayor entalpía (zona naranja). Aunque en esa zona la temperatura es menor que la de referencia, el aire contiene mayor humedad, por lo que una vez mezclado con el aire interior le dotará de mayor humedad con la resultante de mayor sensación térmica.

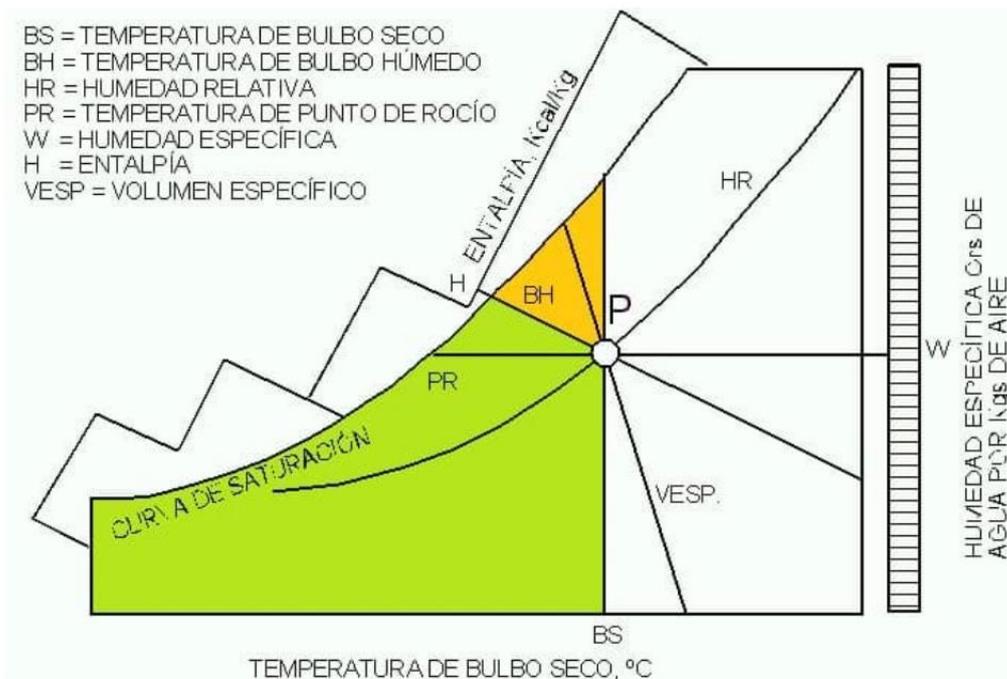


Figura 12. Ganancia de humedad del aire interior

La gestión entálpica del free cooling va a tener como referencia la entalpía del aire interior. Cuando el aire exterior esté por debajo de esa entalpía permitirá la apertura del by-pass (zona verde).

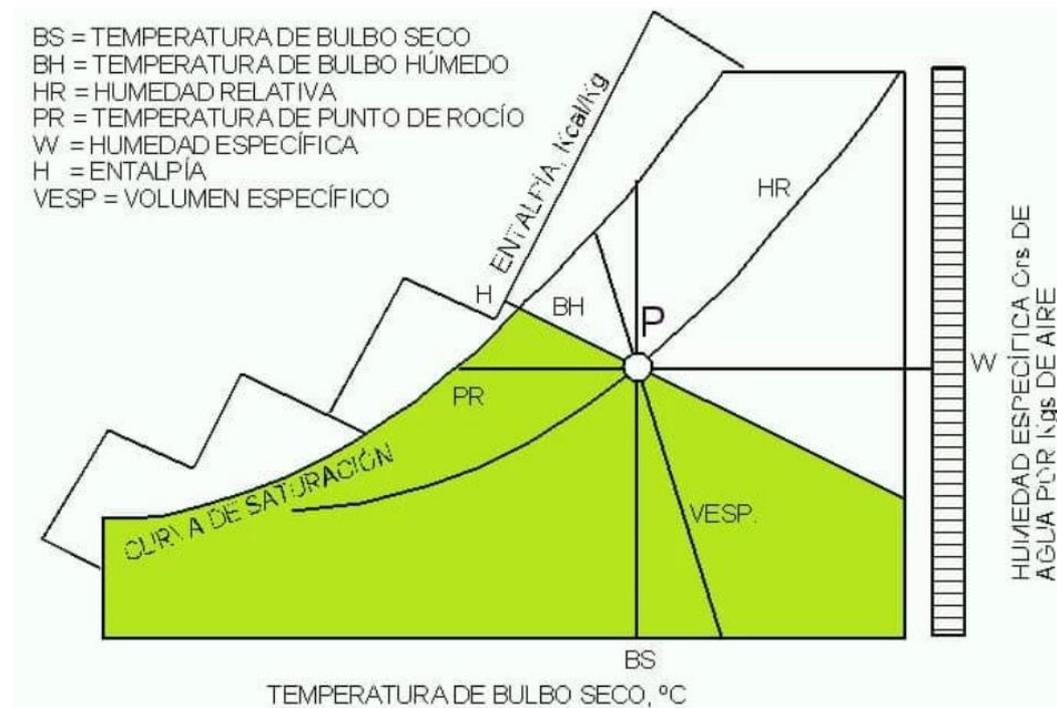


Figura 13. Entalpía aire exterior inferior a entalpía aire interior

Igual que el punto anterior, este sistema tiene una zona de peligro, la de mayor temperatura respecto a la referencia (zona naranja). En esta situación estaríamos introduciendo un aire a mayor temperatura en el interior, caso contrario al objetivo del free cooling.

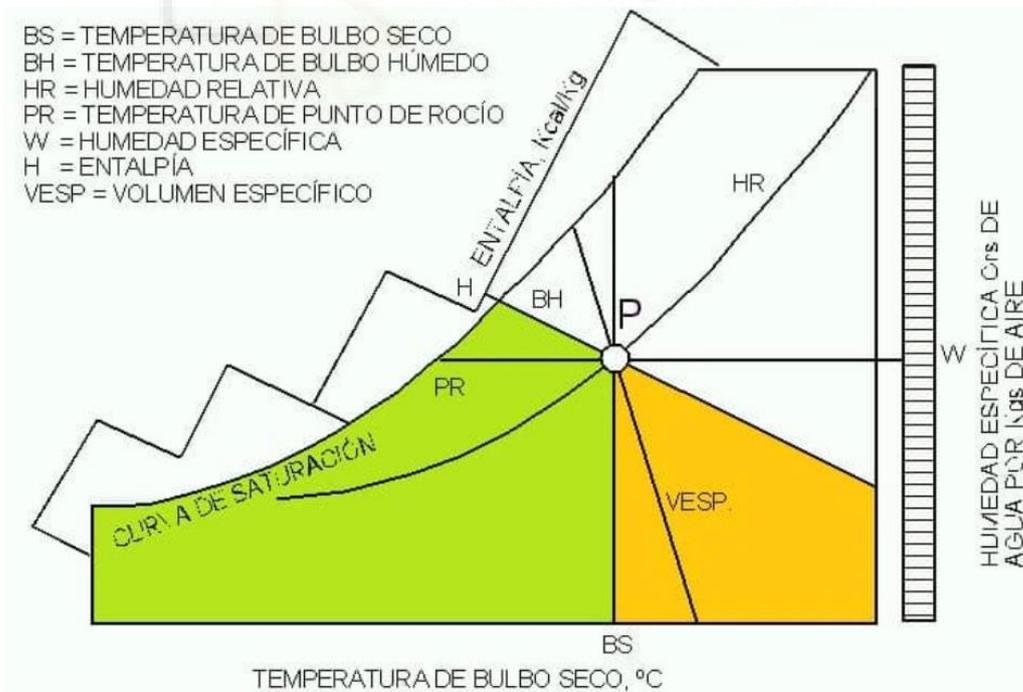


Figura 14. Temperatura BS aire exterior superior a temperatura BS aire interior

El mejor sistema de gestión de free cooling es el térmico-entálpico, que va a permitir la apertura del by-pass siempre en la zona efectiva, evitando la zona peligrosa. El resultado es el siguiente (zona verde):

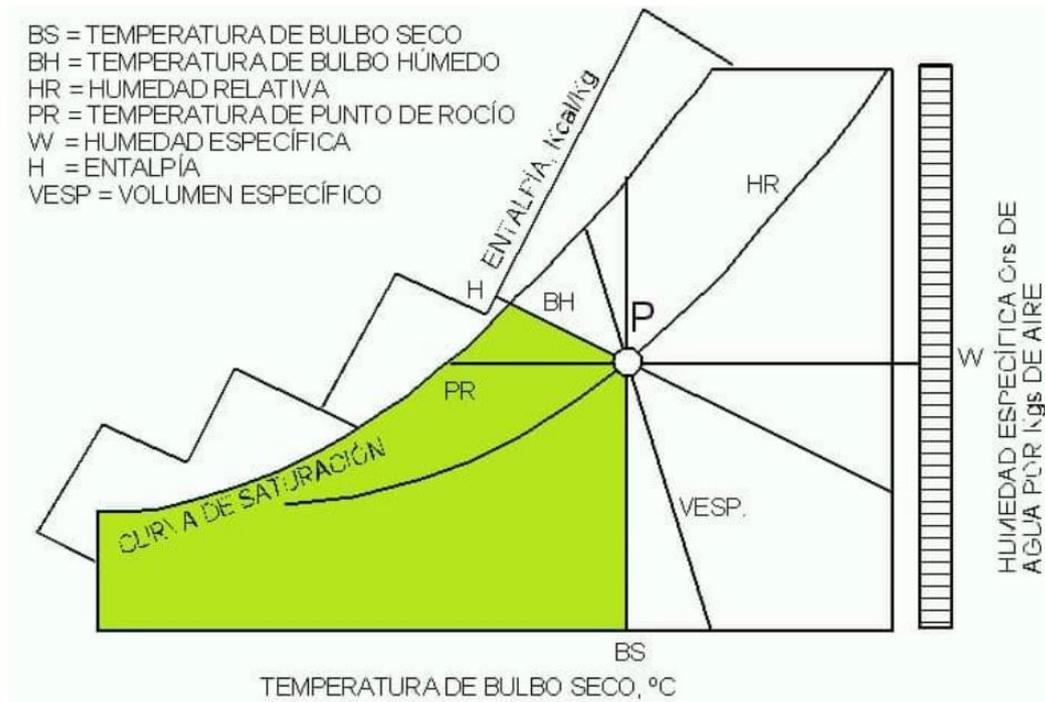


Figura 15. Temperatura BS y entalpía aire exterior inferior a temperatura BS y entalpía aire interior

3.2.4.5. SISTEMA DE VENTILACIÓN VRV

En este caso la ventilación se produce a través de recuperadores de calor entálpicos de doble flujo cruzado independientes. Se conducirá el aire a través de conductos rígidos de fibra de vidrio que llegarán hasta la parte trasera de las unidades interiores de conductos de los equipos VRV. El retorno se hará a través de rejillas montadas en el falso techo.

La gran eficiencia que ofrecen los recuperadores de calor Lossnay está en el núcleo, que permite un intercambio energético de altas prestaciones. Dicho núcleo está compuesto por láminas de un papel especial que además de permitir el traspaso de calor entre las diferentes capas, permite el traspaso de humedad, pero no de contaminantes, los cuales son arrastrados al exterior. La transferencia de calor sensible y la permeabilidad a la humedad del papel garantizan un intercambio de calor altamente efectivo (temperatura y humedad) cuando el aire introducido y el expulsado se cruzan en el núcleo Lossnay.

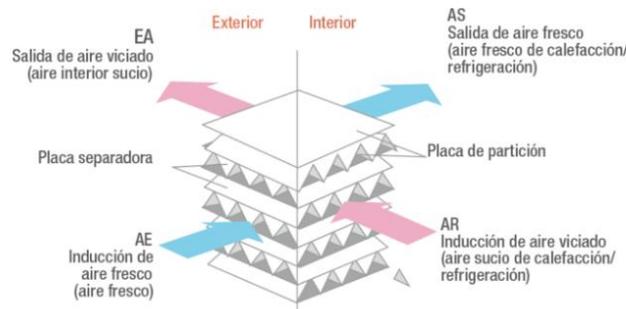


Figura 16. Núcleo recuperador entálpico de doble flujo cruzado

3.2.4.6. EMPLAZAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Todos los equipos de climatización estarán en cubierta y los recuperadores de calor estarán en falso techo.

4. RITE IT 1. DISEÑO Y DIMENSIONADO

Se cumplirá toda la normativa exigida de las IT que apliquen en el presente proyecto.

4.1. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

4.1.1. TEMPERATURA OPERATIVA Y HUMEDAD RELATIVA

Según el RITE las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD). En general, para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met (70 W/m²), grado de vestimenta de 0,5 clo en verano (0,078 m² °C/W) y 1 clo en invierno (0,155 m² °C/W) y un PPD entre el 10 y el 15 %, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites siguientes:

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23..25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 11. Temperatura y humedad relativa operativa RITE

En nuestro caso los valores de temperatura y humedad relativa serán los siguientes:

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

Tabla 12. Temperatura y humedad relativa operativa del proyecto

4.1.2. VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE

La velocidad del aire en la zona ocupada se mantendrá dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta la actividad de las personas y su vestimenta, así como la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

En difusión por mezcla (zonas/recintos amplios), para una intensidad de la turbulencia del 40 % y PPD por corrientes de aire del 15 %, la velocidad media del aire será la siguiente:

INVIERNO

$$v = \frac{t}{100} - 0,1 = \frac{21}{100} - 0,1 = 0,11 \text{ m/s}$$

VERANO

$$v = \frac{t}{100} - 0,1 = \frac{25}{100} - 0,1 = 0,15 \text{ m/s}$$

En difusión por desplazamiento (zonas/recintos pequeños), para una intensidad de la turbulencia del 15 % y PPD por corrientes de aire menor del 10 %, la velocidad media del aire será la siguiente:

INVIERNO

$$v = \frac{t}{100} - 0,07 = \frac{21}{100} - 0,1 = 0,18 \text{ m/s}$$

VERANO

$$v = \frac{t}{100} - 0,07 = \frac{25}{100} - 0,1 = 0,14 \text{ m/s}$$

4.1.3. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

4.1.3.1. GENERALIDADES

Se 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 elevadas concentraciones de contaminantes. A estos efectos se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

4.1.3.2. CATEGORÍAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN FUNCIÓN DEL USO DE LOS EDIFICIOS

En función del uso de cada local, la calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

En nuestro caso:

- Para la enfermería y la sala de masajes: IDA 1.
- Para las zonas de despachos, ludoteca, taquilla, mostrador y consigna: IDA 2.
- Para el resto de las zonas: IDA 3.

4.1.3.3. CAUDAL MÍNIMO DEL AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el apartado anterior, para las zonas de ocupación humana permanente se calculará de acuerdo con el siguiente método:

Método indirecto de caudal de aire exterior por persona. Se aplicarán los valores de la siguiente tabla:

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

Tabla 13. Categoría IDA espacios dedicados a ocupación humana permanente

Para espacios no dedicados a ocupación humana permanente, se aplicarán los valores de la siguiente tabla:

Categoría	dm ³ /(s·m ²)
IDA 1	No aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Tabla 14. Categoría IDA espacios no dedicados a ocupación humana permanente

4.1.3.4. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR MÍNIMO DE VENTILACIÓN

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 15. Clases de filtración

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo, polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

En nuestro caso la calidad del aire exterior en ALICANTE según diversas fuentes (IQAir.com, AQI.in, etc) suele estar entre MODERADA y BUENA, con lo cual la clasificaremos como ODA 2.

Los filtros elegidos serán los siguientes:

- Para la enfermería y la sala de masajes: F7 + F9.
- Para las zonas de despachos, ludoteca y taquilla: F6 +F8.

- Para el resto de las zonas: F5 +F7.
- Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.
- Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales sean especialmente sensibles a la suciedad (locales en los que haya que evitar la contaminación por mezcla de partículas, como quirófanos o salas limpias, etc.), después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.
- En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco (no saturado).

4.1.3.5. AIRE DE EXTRACCIÓN

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías:

- AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar. Están incluidos en este apartado: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.
- AE2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar. Están incluidos en este apartado: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.
- AE3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc. Están incluidos en este apartado: saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
- AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Se considera aire retornado de bajo nivel de contaminación menos en vestuarios y aseos, por tanto, puede ser retornado AE 1 menos en vestuarios y aseos que se considerará AE 2 los cuales estarán provistos de sistemas de extracción independientes.

Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.

El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de recirculación o de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.

4.1.4. EXIGENCIA DE HIGIENE

4.1.4.1. APERTURAS DE SERVICIO PARA LIMPIEZA DE CONDUCTOS Y PLENUMS DE AIRE

Las redes de conductos deben estar equipadas de aperturas de servicio de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados en una red de conductos deben ser desmontables y tener una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

4.1.5. EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO

Aunque no existan edificios colindantes al edificio, las instalaciones térmicas de los edificios deben cumplir la exigencia del documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación, que les afecten. Se tomarán las medidas adecuadas para que, como consecuencia del funcionamiento de las instalaciones, en las zonas de normal ocupación de locales habitables, los niveles sonoros en el ambiente interior no sean superiores a los valores máximos admisibles indicados a continuación por la ley de la Generalitat Valenciana de Protección contra la contaminación acústica:

Niveles de recepción externos

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y docente.	45	35
Residencial.	55	45
Terciario.	65	55
Industrial.	70	60

Tabla 16. Nivel sonoro de recepción externo

Niveles de recepción internos

Uso	Locales	Nivel sonoro dB(A)	
		Día	Noche
Sanitario.	Zonas comunes.	50	40
	Estancias.	45	30
	Dormitorios.	30	25
Residencial.	Piezas habitables (excepto cocinas).	40	30
	Pasillos, aseo, cocina.	45	35
	Zonas comunes edificio.	50	40
Docente.	Aulas.	40	30
	Salas de lectura.	35	30
Cultural.	Salas de concierto.	30	30
	Bibliotecas.	35	35
	Museos.	40	40
	Exposiciones.	40	40
Recreativo.	Cines.	30	30
	Teatros.	30	30
	Bingos y salas de juego.	40	40
	Hostelería.	45	45
Comercial.	Bares y establecimientos comerciales.	45	45
Administrativo y oficinas.	Despachos profesionales.	40	40
	Oficinas.	45	45

Tabla 17. Nivel sonoro de recepción interno

Niveles de recepción externos para infraestructuras

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)		
	Día (Ld)	Tarde (Le)	Noche (Ln)
Sanitario y docente.	45	45	35
Residencial.	55	55	45
Terciario.	65	65	55
Industrial.	70	70	60

Tabla 18. Nivel sonoro de recepción externo para infraestructuras

Para mantener los niveles de vibración por debajo de un nivel aceptable, los equipos y las conducciones deben aislarse de los elementos estructurales del edificio según se indica en la instrucción UNE 100153.

4.2. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUALES

El diseño y dimensionamiento de la instalación se enfocan en la eficiencia energética en todo momento, empleando el "procedimiento simplificado". Este proceso de verificación implica la implementación de soluciones que buscan limitar indirectamente el consumo energético y asegurar el cumplimiento de las condiciones y valores límites establecidos por el vigente RITE, aplicables a cada sistema o subsistema diseñado.

Las unidades de producción del proyecto utilizan tanto energías convencionales como renovables, adaptándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas. Además, se consideran las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

4.2.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

Algunos equipos de climatización dispondrán de tecnología de volumen de refrigerante variable y todos ellos dispondrán de la tecnología inverter. Estos equipos son de expansión directa y utilizan el aire como fluido caloportador tanto en la evaporación como en la condensación.

Todos los equipos están etiquetados con la eficiencia energética correspondiente, incluyendo los valores de COP/SCOP y EER/SEER, conforme a la normativa europea vigente. El fabricante proporciona tablas detalladas del funcionamiento de los equipos a diferentes temperaturas.

La potencia de los equipos seleccionados se ajusta a las necesidades térmicas del recinto en cuestión, dentro de los valores comerciales disponibles. Además, los rendimientos estacionales cumplen con las exigencias de las normativas comunitarias actuales.

Los condensadores de la maquinaria frigorífica enfriada por aire se dimensionarán para una temperatura seca exterior igual a la del nivel percentil más exigente más 3°C. La maquinaria frigorífica enfriada por aire estará dotada de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando se tenga la seguridad de que nunca funcionará con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante. Cuando las máquinas sean reversibles, la temperatura mínima de diseño será la húmeda del nivel percentil más exigente menos 2°C.

4.2.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

4.2.2.1. AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS REDES DE CONDUCTO

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan fluidos con:

- Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.
- Temperatura mayor de 40°C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiendo excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.
- Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanqueidad

de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

- Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren asilados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

- Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia total será mayor que $50 \text{ MPa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s/g}$.

- En toda instalación térmica por la que circulen fluidos las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

- Para el cálculo del espesor mínimo del aislamiento se opta por el procedimiento simplificado, apartado IT 1.2.4.2.1.2.

- La totalidad de la red de interconexión frigorífica se aislará térmicamente con coquilla de poliuretano tipo "ARMAFLEX" de los siguientes espesores como mínimo:

Tabla 1.2.4.2.5 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización * en función del recorrido de las tuberías:

Diámetro exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
$D \leq 13$	10	15
$13 < D < 26$	15	20
$26 < D < 35$	20	25
$35 < D < 90$	30	40
$D > 90$	40	50

Tabla 19. Espesor mínimo de tuberías para fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios

* Excluidos los procesos de frío industrial.

Si el recorrido exterior de la tubería es superior a 25 m, se deberá aumentar estos espesores al espesor comercial inmediatamente superior, con un aumento en ningún caso inferior a 5 mm.

4.2.2.2. ESTANQUEIDAD DE REDES DE CONDUCTOS

El cumplimiento de la estanqueidad de los conductos se garantiza aplicando el método simplificado descrito en el apartado IT 1.2.4.2.3 del vigente RITE.

Esto significa que los conductos proyectados tendrán una estanqueidad mínima de clase B, correspondiente a un valor de $c = 0,009$.

Este valor se verificará mediante ensayos, de acuerdo con la presión estática de diseño.

4.2.2.3. CAÍDAS DE PRESIÓN EN COMPONENTES

Las caídas de presión máximas admisibles en los componentes de la instalación serán las siguientes:

- Batería de calentamiento: 40 Pa.
- Batería de refrigeración en seco: 40 Pa.
- Batería de refrigeración y deshumectación: 120 Pa.
- Recuperadores de calor: 80 a 260 Pa.

- Atenuadores acústicos: 60 Pa.
- Unidades terminales de aire: 40 Pa.
- Elementos de difusión de aire: 40 a 200 Pa.
- Rejillas de retorno de aire: 20 Pa.
- Secciones de filtración: Según fabricante.

4.2.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS

La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realizará de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

Para sistemas de caudal variable, el requisito anterior deberá ser cumplido en las condiciones medias de funcionamiento a lo largo del año.

Se justificará, para cada circuito, la potencia específica de los sistemas de bombeo, denominado SFP y definida como la potencia absorbida por el motor dividida por el caudal del fluido transportado, medida en $W/(m^3/s)$.

Se indicará la categoría a la que pertenece cada sistema, considerando el ventilador de impulsión y el de retorno, de acuerdo con la siguiente clasificación:

Ventilador de aire de impulsión:

- Sistemas de acondicionamiento de aire SFP 4.
- Sistemas de ventilación simple SFP 3.

Ventilador de aire de extracción:

- Sistemas de acondicionamiento de aire SFP 3.
- Sistemas de ventilación simple SFP 2.

Categoría	Potencia específica $W/(m^3/s)$
SFP 0	$W_{esp} \leq 300$
SFP 1	$300 < W_{esp} \leq 500$
SFP 2	$500 < W_{esp} \leq 750$
SFP 3	$750 < W_{esp} \leq 1.250$
SFP 4	$1.250 < W_{esp} \leq 2.000$
SFP 5	$2.000 < W_{esp} \leq 3.000$
SFP 6	$3.000 < W_{esp} \leq 4.500$
SFP 7	$W_{esp} > 4.500$

Tabla 20. Potencia específica de ventiladores

Eficiencia energética de los motores eléctricos:

- La selección de los motores eléctricos se justificará basándose en criterios de eficiencia energética.
- Los motores eléctricos cumplirán los requisitos establecidos en los reglamentos europeos de diseño ecológico vigentes que les sean de aplicación.
- En el proyecto o memoria técnica, para aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético, se indicará su clase. Además, se indicará la información que aparece en la ficha de producto exigida por el reglamento de etiquetado energético que aplique.

- Quedan excluidos los siguientes motores: para ambientes especiales, encapsulados, no ventilados, motores directamente acoplados a bombas, sumergibles, de compresores herméticos y otros. La eficiencia deberá ser medida de acuerdo con la norma UNE-EN 60034-2.

4.3. CONTROL

4.3.1. CONTROL DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN

Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automático necesarios 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.

Así, en los edificios de nueva construcción, cuando sea técnica y económicamente viable, estarán equipados con dispositivos de autorregulación que regulen separadamente la temperatura ambiente en cada espacio interior o, en casos justificados, en una zona de calefacción o refrigeración seleccionada del conjunto del edificio.

Sistema de control de la instalación del proyecto:

- Las unidades Roof top se controlarán de forma independiente.
- Las unidades VRV se controlarán desde un sistema de gestión centralizado.

El empleo de controles de tipo todo-nada está limitado a las siguientes aplicaciones:

- Límites de seguridad de temperatura y presión.
- Regulación de velocidad de ventiladores de unidades terminales.
- Control de la emisión térmica de generadores de instalaciones individuales.
- Control de la temperatura de ambientes servidos por aparatos unitarios, de potencia útil nominal menor o igual a 70 kW.

4.3.2. CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMO-HIGROMÉTRICAS

Los sistemas de climatización, centralizados o individuales, se diseñarán para controlar el ambiente interior desde el punto de vista termo-higrométrico.

De acuerdo con la capacidad del sistema de climatización para controlar la temperatura y la humedad relativa de los locales, los sistemas de control de las condiciones termohigrométricas se clasificarán en las categorías indicadas en la siguiente tabla:

Categoría	Ventilación	Calentamiento	Refrigeración	Humidificación	Deshumidificación
THM-C 0	x	-	-	-	-
THM-C 1	x	x	-	-	-
THM-C 2	x	x	-	x	-
THM-C 3	x	x	x	-	(x)
THM-C 4	x	x	x	x	(x)
THM-C 5	x	x	x	x	x

Notas:

- no influenciado por el sistema

x controlado por el sistema y garantizado en el local

(x) afectado por el sistema pero no controlado en el local

Tabla 21. Categorías de los sistemas de control

Siendo nuestro caso THM-C 5.

4.3.3. CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente.
IDA-C2	Control manual.	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor.
IDA-C3	Control por tiempo.	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario.
IDA-C4	Control por presencia.	El sistema funciona por una señal de presencia (encendido de luces, infrarrojos, etc.).
IDA-C5	Control por ocupación.	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes.
IDA-C6	Control directo.	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior (CO ₂ o VOCs).

Tabla 22. Categorías del control de la calidad del aire interior

Siendo nuestro caso IDA-C6

4.4. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS

Las instalaciones térmicas de potencia útil nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Se instalan totalizadores de energía eléctrica en las líneas de alimentación de los equipos de climatización y la Unidad Climatizadora “Roof-Top”, posibilitará la medida de energía térmica.

4.5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

4.5.1. ENFRIAMIENTO GRATUITO POR AIRE EXTERIOR

Los subsistemas de climatización del tipo todo aire, de potencia útil nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispondrán de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior (Free cooling).

En los sistemas de climatización del tipo todo aire es válido el diseño de las secciones de compuertas siguiendo los apartados 6.6 y 6.7 de la norma UNE-EN 13053 y UNE-EN 1751:

- Velocidad frontal máxima en las compuertas de toma y expulsión de aire: 6 m/s.
- Eficiencia de temperatura en la sección de mezcla: mayor que el 75 por ciento.

4.5.2. RECUPERACIÓN DE CALOR DEL AIRE DE EXTRACCIÓN

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,28 m³/s, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de diseño ecológico para las unidades de ventilación, se recuperará la energía del aire expulsado.

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	>0,5...1,5		>1,5...3,0		>3,0...6,0		>6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 23. Eficiencia de la recuperación

En nuestro caso los Roof top y los recuperadores independientes cumplen la tabla anterior.

4.5.3. ESTRATIFICACIÓN

En los locales de gran altura la estratificación térmica del aire interior se debe estudiar y favorecer durante los períodos de demanda térmica de refrigeración y combatir durante los períodos de demanda térmica de calefacción.

En las zonas de gran altura los difusores y toberas empleados son de largo alcance y/o termorregulables, pudiendo orientar las venas de aire dependiendo de la estación, favoreciendo la estratificación en verano y combatiéndola en invierno.

4.5.4. ZONIFICACIÓN

La zonificación de un sistema de climatización será adoptada a efectos de obtener un elevado bienestar y ahorro de energía.

Cada sistema se dividirá en subsistemas, teniendo en cuenta la compartimentación de los espacios interiores, orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

En nuestro el caso de los sistemas VRV y de las Roof top en distintas zonas.

4.6. EXIGENCIA DE SEGURIDAD

4.6.1. SALA DE MÁQUINAS

En nuestro caso los equipos de climatización, unidades exteriores, irán en la cubierta, con lo cual no habrá sala de máquinas.

4.6.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Los conductos deben cumplir en materiales y fabricación, las normas UNE-EN 12237 para conductos metálicos, y UNE-EN 13403 para conductos no metálicos.

Los conductos estarán formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos, debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que pueden producirse como consecuencia de su trabajo.

Los conductos no podrán contener materiales sueltos, las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas en las condiciones de trabajo.

El revestimiento interior de los conductos resistirá la acción agresiva de los productos de desinfección, y su superficie interior tendrá una resistencia mecánica que permita soportar los esfuerzos a los que estará sometida durante las operaciones de limpieza mecánica que establece la norma UNE 100012 sobre higienización de sistemas de climatización.

Los conductos de chapa metálica estarán contruidos con chapa de acero sin recubrir, chapa de acero galvanizado, chapa de acero inoxidable, chapa de cobre y sus aleaciones o chapa de aluminio.

Los conductos de fibra de vidrio estarán contruidos por fibras de vidrio inertes e inorgánicas, ligadas por una resina sintética termoestable.

La cara de la plancha, que constituirá el exterior del conducto, tendrá un revestimiento que tiene la función de barrera de vapor y de protección de las fibras, constituido, generalmente, por láminas de papel, vinilo, aluminio o una combinación de aluminio con papel o vinilo, reforzadas, en algunos casos, con una red metálica o de fibra de vidrio.

La cara interior estará terminada con la misma resina de ligamento de las fibras, que impedirá, precisamente, el arrastre de las fibras por la corriente de aire y disminuirá el coeficiente de fricción al paso del aire.

Otra terminación interior, adoptada principalmente para conductos de la clase B.3., está constituida por un film de polietileno o de neopreno que, además de reducir las pérdidas por fricción, aumenta de forma considerable la rigidez de la plancha.

Para el diseño de los soportes de los conductos se seguirán las instrucciones que dicte el fabricante, en función del material empleado, sus dimensiones y colocación.

4.6.2.1. CONEXIÓN DE UNIDADES TERMINALES

Los conductos flexibles que se utilicen para la conexión de la red a las unidades terminales se instalarán totalmente desplegados y con curvas de radio igual o mayor que el diámetro nominal y cumplirán en cuanto a materiales y fabricación la norma UNE EN 13180. La longitud de cada conexión flexible no será mayor de 1,5 m.

4.6.3. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

4.6.3.1. ACCESIBILIDAD

Los equipos y aparatos deben estar situados de forma tal que se facilite su limpieza, mantenimiento y reparación.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles. Para aquellos equipos o aparatos que deban quedar ocultos se preverá un acceso fácil.

En los falsos techos se deben prever accesos adecuados cerca de cada aparato que pueden ser abiertos sin necesidad de recurrir a herramientas. la situación exacta de estos elementos de acceso y de los mismos aparatos deberá quedar reflejada en los planos finales de la instalación.

Las tuberías se instalarán en lugares que permitan la accesibilidad de estas y de sus accesorios, además de facilitar el montaje del aislamiento térmico en su recorrido, salvo cuando vayan empotradas.

4.6.3.2. SEÑALIZACIÓN

Todas las instrucciones de seguridad, de manejo y maniobra y de funcionamiento, según lo que figure en el «Manual de Uso y Mantenimiento», deben estar situadas en lugar visible, en sala de máquinas y locales técnicos.

Las conducciones de las instalaciones deben estar señalizadas de acuerdo con la norma UNE 100100.

4.6.3.3. MEDICIÓN

Todas las instalaciones térmicas deben disponer de la instrumentación de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de estos.

Los aparatos de medida se situarán en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura y mantenimiento.

El tamaño de las escalas será suficiente para que la lectura pueda efectuarse sin esfuerzo.

5. RITE IT 2. MONTAJE

5.1. PRUEBAS

Para garantizar la calidad de todos los equipos y materiales empleados en la instalación proyectada, se comprobarán todos los marcados CE.

5.1.1. EQUIPOS

Se tomará nota de los datos de funcionamiento de los equipos y aparatos, que pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Se registrarán los datos nominales de funcionamiento que figuren en el proyecto o memoria técnica y los datos reales de funcionamiento.

Se ajustarán las temperaturas de funcionamiento del agua de las plantas enfriadoras y se medirá la potencia absorbida en cada una de ellas.

Se comprobará que todos los equipos poseen el marcado CE.

5.1.2. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE LOS CIRCUITOS FRIGORÍFICOS

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidos a las pruebas especificadas en la normativa vigente.

No es necesario someter a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos, cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

5.1.3. PRUEBAS DE RECEPCIÓN DE REDES DE CONDUCTOS DE AIRE

5.1.3.1. PREPARACIÓN Y LIMPIEZA DE REDES DE CONDUCTOS

La limpieza interior de las redes de conductos de aire se efectuará una vez se haya completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y de montar los elementos de acabado y los muebles.

En las redes de conductos se cumplirá con las condiciones que prescribe la norma UNE 100012.

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por la instalación de aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y de estanquidad para establecer si se ajustan al servicio requerido, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o memoria técnica.

Para la realización de las pruebas las aperturas de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire

5.1.3.2. PRUEBAS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL Y ESTANQUEIDAD

Las redes de conductos deben someterse a pruebas de resistencia estructural y estanquidad.

El caudal de fuga admitido se ajustará a lo indicado en el proyecto o memoria técnica, de acuerdo con la clase de estanquidad elegida.

5.1.4. PRUEBAS FINALES

Se consideran válidas las pruebas finales que se realicen siguiendo las instrucciones indicadas en la norma UNE-EN 12599:01 en lo que respecta a los controles y mediciones funcionales.

5.2. AJUSTE Y EQUILIBRADO

5.2.1. GENERALIDADES

Las instalaciones térmicas deben ser ajustadas a los valores de las prestaciones que figuren en el proyecto o memoria técnica, dentro de los márgenes admisibles de tolerancia.

La empresa instaladora deberá presentar un informe final de las pruebas efectuadas que contenga las condiciones de funcionamiento de los equipos y aparatos.

5.2.2. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y DIFUSIÓN DE AIRE

De cada circuito se deben conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.

El punto de trabajo de cada ventilador, del que se debe conocer la curva característica, deberá ser ajustado al caudal y la presión correspondiente de diseño.

Las unidades terminales de impulsión y retorno serán ajustadas al caudal de diseño mediante sus dispositivos de regulación.

Para cada local se debe conocer el caudal nominal del aire impulsado y extraído previsto en el proyecto o memoria técnica, así como el número, tipo y ubicación de las unidades terminales de impulsión y retorno.

El caudal de las unidades terminales deberá quedar ajustado al valor especificado en el proyecto o memoria técnica.

En unidades terminales con flujo direccional, se deben ajustar las lamas para minimizar las corrientes de aire y establecer una distribución adecuada del mismo.

En locales donde la presión diferencial del aire respecto a los locales de su entorno o el exterior sea un condicionante del proyecto o memoria técnica, se deberá ajustar la presión diferencial de diseño mediante actuaciones sobre los elementos de regulación de los caudales de impulsión y extracción de aire, en función de la diferencia de presión a mantener en el local, manteniendo a la vez constante la presión en el conducto. El ventilador adaptará, en cada caso, su punto de trabajo a las variaciones de la presión diferencial mediante un dispositivo adecuado.

5.2.3. CONTROL AUTOMÁTICO

A efectos del control automático:

- Se ajustarán los parámetros del sistema de control automático a los valores de diseño especificados en el proyecto o memoria técnica y se comprobará el funcionamiento de los componentes que configuran el sistema de control. Para ello, se establecerán los criterios de seguimiento basados en la propia estructura del sistema, en base a los niveles del proceso siguientes: nivel de unidades de campo, nivel de proceso, nivel de comunicaciones, nivel de gestión y telegestión.

- Los niveles de proceso serán verificados para constatar su adaptación a la aplicación, de acuerdo con la base de datos especificados en el proyecto o memoria técnica.

Son válidos a estos efectos los protocolos establecidos en la norma UNE-EN-ISO 16484-3.

- Cuando la instalación disponga de un sistema de control, mando y gestión o telegestión basado en la tecnología de la información, su mantenimiento y la actualización de las versiones de los programas deberá ser realizado por personal cualificado o por el mismo suministrador de los programas.

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Como apunte, el proyecto eléctrico queda fuera del alcance del presente proyecto.

6.1. CUADROS ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN.

Los equipos VRV, Roof top y bombas de calor se alimentarán desde unos cuadros eléctricos ubicados en la sala de instalaciones.

Las unidades interiores se alimentarán desde unos subcuadros eléctricos ubicados en la sala de instalaciones.

6.2. PROTECCIONES UTILIZADAS FRENTE A CONTACTOS INDIRECTOS

Todas las líneas de alimentación a los nuevos equipos estarán protegidas mediante interruptor diferencial de alta sensibilidad.

En todo caso las protecciones a instalar cumplirán con lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

6.3. PROTECCIONES EMPLEADAS FRENTE A SOBREINTENSIDADES Y CORTOCIRCUITOS

Cada equipo, dispone de una línea independiente con protección contra circuitos mediante interruptor automático magnetotérmico. Además, para la protección contra sobrecargas, cada motor dispone de relé térmico ajustable para impedir una intensidad de consumo que pueda llegar a dañar al equipo.

En todo caso las protecciones a instalar cumplirán con lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

6.4. RELACIÓN DE EQUIPOS QUE CONSUMEN ENERGÍA ELÉCTRICA, POTENCIA ELÉCTRICA

A continuación, podemos ver la potencia eléctrica absorbida por los equipos de climatización, ventilación y extracción:

EQUIPOS EXTERIORES	Nº UNIDADES	Pot. (kW) Unidad	Pot. Total (kW)
WSM2/HR/B/0132	7	15,1	105,7
WSM2/HR/B/0152	11	16	176
PUHY-P300YNW-A2	1	11,31	11,31
PUMY-P200YKM3	1	7,18	7,18
PUZ-ZM71VHA2	1	1,058	1,058
MUY-TP50VF-E2	1	0,725	0,725
POTENCIA ELÉCTRICA A INTSTALAR			301,973
EQUIPO INTERIORES			
PEFY-P200VMHS-E	1	0,63	0,63
PEFY-P140VMHS-E	1	0,19	0,19
PEFY-P50VMS1-E	2	0,09	0,18
PEFY-P32VMS1-E	1	0,07	0,07
PEFY-P20VMS1-E	1	0,05	0,05
PEFY-P15VMS1-E	2	0,05	0,1
PKA-M71KAL2	1	1,058	1,058
MSY-TP50VF	1	0,725	0,725
POTENCIA ELÉCTRICA A INTSTALAR			2,183
RECUPERADORES ENTÁLPICOS			
LGH-150RVX-E	1	0,67	0,67
LGH-100RVX-E	2	0,438	0,876
POTENCIA ELÉCTRICA A INTSTALAR			1,546
VENTILADORES (VMC)			
EZ 4100	1	0,71	0,71
EZ 1800	3	0,28	0,84
POTENCIA ELÉCTRICA A INTSTALAR			1,55
POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL A INSTALAR			307,252

Tabla 24. Potencia eléctrica absorbida de la instalación



1. CAUDAL DE VENTILACIÓN

Habiendo definido anteriormente en el presente proyecto los métodos de aplicación y las clasificaciones pertinentes correspondientes para las distintas estancias, a continuación, podemos ver los caudales de ventilación requeridos:

Uso previsto	Superficie útil (m ²)	Densidad ocupación (m ² /pers.)	Ocupación (pers.)	IDA	m ³ /h por persona	m ³ /h total
PLANTA BAJA	4342 m²		1005			
A ACCESO y DESPACHOS	1005 m²		416			12317
A1 Entrada	94 m ²	2	47	3	28,8	1353,6
A2 Taquillas	10 m ²	3 pers	3	2	45	135
A3 Mostrador y consigna	31 m ²	2 pers	2	2	45	90
A5 Conserjería	10 m ²	10	1	3	28,8	28,8
A6 Aseos H pB	23 m ²	3	8	3	28,8	230,4
A7 Aseos M pB	21 m ²	3	7	3	28,8	201,6
A8 Aseo Acc	6 m ²	3	2	3	28,8	57,6
A09 Limpieza	5 m ²	0	0	-	-	-
A10 Sala de reuniones	32 m ²	4	8	2	45	360
A11 Monitor	22 m ²	1 pers	1	2	45	45
A12 Despacho	18 m ²	4	5	2	45	225
A13 Circulaciones PB - público	213 m ²	2	107	3	28,8	3081,6
A14 Circulaciones PB - público	452 m ²	2	226	3	28,8	6508,8
A15 Escalera A	34 m ²	0	0	-	-	-
A16 Escalera B	34 m ²	0	0	-	-	-
B ESPACIOS COMPLEMENTARIOS - CIRCULACION INTERIOR	3121 m²		584			17136
B1 Vestuario 1	73 m ²	3	24	3	28,8	691,2
B2 Vestuario 2	73 m ²	3	24	3	28,8	691,2
B3 Vestuario 3	74 m ²	3	25	3	28,8	720
B4 Vestuario 4	74 m ²	3	25	3	28,8	720
B5 Vestuario 5	34 m ²	3	11	3	28,8	316,8
B6 Vestuario 6	34 m ²	3	11	3	28,8	316,8
B7 Vestuario accesible	6 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
B8 Arbitro accesible	13 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
B9 Arbitro	12 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
B10 Aseo de pista accesible	9 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
B11 Aseo de pista	5 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
B12 Peq. almacén	12 m ²	10	1	3	28,8	28,8
B13 Sala de masajes	20 m ²	10	4	1	72	288
B14 Enfermería	26 m ²	10	4	1	72	288
B15 Entrenamiento	483 m ²	5	97	3	28,8	2793,6
B16 Sala de apoyo Entrenamiento	56 m ²	5	11	3	28,8	316,8
B17 Sala de apoyo Gimnasia	78 m ²	5	16	3	28,8	460,8
B18 Gimnasia artistica	824 m ²	10	82	3	28,8	2361,6
B19 Pista polideportiva	1215 m ²	5	243	3	28,8	6998,4
PLANTA PRIMERA	1353 m²		1152			
D PISTAS DEPORTIVAS - CIRCULACION EXTERIOR	1353 m²		1152			33352
D1 Circulaciones P1	367 m ²	2	184	3	28,8	5299,2
D2 Aseos M Gradass P1	17 m ²	3	6	3	28,8	172,8
D3 Aseos H Gradass P1	17 m ²	3	6	3	28,8	172,8
D4 Aseo Accesible Gradass P1	6 m ²	1 pers	1	3	28,8	28,8
D5 Area de descanso 1	160 m ²	4	40	3	28,8	1152
D6 Gradass A	329 m ²	524 pers	524	3	28,8	15091,2
D7 Gradass B	224 m ²	354 pers	354	3	28,8	10195,2
D8 Gimnasio	143 m ²	5	29	3	28,8	835,2
D9 Ludoteca	90 m ²	10	9	2	45	405
* la ocupación de la sala de gimnasia artistica debido al gran numero de fosos del que dispone por el tipo de ejercicio realizado consideramos su densidad de ocupación de 10 m ² por persona						
OCUPACION TOTAL	5695		2157			62950

Tabla 25. Caudales de ventilación por local

En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,28 m³/s (1008 m³/h), de acuerdo con lo establecido en el reglamento de diseño ecológico para las unidades de ventilación, se recuperará la energía del aire expulsado.

En nuestro caso es de obligado cumplimiento lo mencionado anteriormente ya que superamos dicho caudal. Procederemos a recuperar la energía del aire expulsado a través de recuperadores de calor.

En el caso de los equipos Roof-top, vienen integrados en el equipo.

En el caso de los sistemas VRV, se utilizarán tres recuperadores de calor para tres zonas distintas, zona administración, gimnasio y enfermería/sala de masajes.

La zona de Administración que engloba, despacho monitor, despacho, sala de reuniones y conserjería necesitará como mínimo un caudal de ventilación de 658,8 m³/h, para cumplir dicho caudal y la recuperación de energía, se utilizará un recuperador entálpico de 1000m³/h de caudal máximo.

En la segunda velocidad (SP2) de los ventiladores del recuperador de calor, estaría entorno al 74,0% en invierno y 73% en verano de eficiencia, cumpliría con la presión a vencer e impulsará un caudal de 750 m³/h.

Ventilation mode		Heat recovery mode				Bypass mode			
Fan speed		SP4	SP3	SP2	SP1	SP4	SP3	SP2	SP1
Running current	[A]	2.50	1.20	0.50	0.17	2.50	1.20	0.51	0.19
Input power	[W]	420	200	75	21	420	200	75	23
Air volume	[m ³ /h]	1000	750	500	250	1000	750	500	250
	[L/s]	278	208	139	69	278	208	139	69
External static pressure	[Pa]	170	96	43	11	170	96	43	11
Exchange efficiency	Temperature	80.0	83.0	86.5	89.5	-	-	-	-
[%]	Enthalpy Heating	72.5	74.0	78.0	87.0	-	-	-	-
	Cooling	71.0	73.0	77.0	85.5	-	-	-	-
Noise	[dB]	37.0	31.0	23.0	18.0	38.0	32.0	24.0	18.0

Tabla 26. Datos técnicos recuperador de calor

La enfermería y la sala de masajes necesitará como mínimo un caudal de ventilación de 576 m³/h, para cumplir dicho caudal y la recuperación de energía, se utilizará un recuperador entálpico de 1000m³/h de caudal máximo.

En la segunda velocidad (SP2) de los ventiladores del recuperador, estaría entorno al 74,0% en invierno y 73% en verano de eficiencia, cumpliría con la presión a vencer e impulsará un caudal de 750 m³/h.

Ventilation mode		Heat recovery mode				Bypass mode			
Fan speed		SP4	SP3	SP2	SP1	SP4	SP3	SP2	SP1
Running current	[A]	2.50	1.20	0.50	0.17	2.50	1.20	0.51	0.19
Input power	[W]	420	200	75	21	420	200	75	23
Air volume	[m ³ /h]	1000	750	500	250	1000	750	500	250
	[L/s]	278	208	139	69	278	208	139	69
External static pressure	[Pa]	170	96	43	11	170	96	43	11
Exchange efficiency	Temperature	80.0	83.0	86.5	89.5	-	-	-	-
[%]	Enthalpy Heating	72.5	74.0	78.0	87.0	-	-	-	-
	Cooling	71.0	73.0	77.0	85.5	-	-	-	-
Noise	[dB]	37.0	31.0	23.0	18.0	38.0	32.0	24.0	18.0

Tabla 27. Datos técnicos recuperador de calor

La zona del Gimnasio necesitará un caudal de ventilación como mínimo de 835,2 m³/h, para cumplir dicho caudal y la recuperación de energía, se utilizará un recuperador entálpico de 1500 m³/h de caudal máximo.

En la tercera velocidad (SP3) de los ventiladores del recuperador, estaría entorno al 73,5% en invierno y 72,5% en verano de eficiencia, cumpliría con la presión a vencer e impulsará un caudal de 1125 m³/h.

Ventilation mode		Heat recovery mode				Bypass mode			
Fan speed		SP4	SP3	SP2	SP1	SP4	SP3	SP2	SP1
Running current	[A]	3.71	1.75	0.70	0.29	3.85	1.78	0.78	0.30
Input power	[W]	670	311	123	38	698	311	124	44
Air volume	[m ³ /h]	1500	1125	750	375	1500	1125	750	375
	[L/s]	417	313	208	104	417	313	208	104
External static pressure	[Pa]	175	98	44	11	175	98	44	11
Exchange efficiency	Temperature	80.0	82.5	84.0	85.0	-	-	-	-
[%]	Enthalpy Heating	72.0	73.5	78.0	81.0	-	-	-	-
	Cooling	70.5	72.5	78.0	81.0	-	-	-	-
Noise	[dB]	39.0	32.0	24.0	18.0	40.5	33.0	26.0	18.0

Tabla 28. Datos técnicos recuperador de calor

Para el resto de las zonas, las que son amplias y “abiertas” se necesitará un caudal total de ventilación de 56243m³/h, para cumplir dicho caudal y la recuperación de energía, se utilizarán las Roof top con sus recuperadores entálpicos incorporados, siendo un total de 96800 m³/h de caudal, puede parecer exagerado, pero no queda otra opción ya que hay que cumplir con la demanda térmica y los equipos se han elegido en base a ello.

También se cumple la ventilación en cada zona independientemente.

2. EXTRACCIÓN

Para los vestuarios 1, 2, 3 y 4 se utilizará la ventilación mecánica controlada a través de un ventilador que puede extraer hasta 4100 m³/h, para los vestuarios 4 y 6 y los aseos de pista y árbitro se utilizarán ventiladores que pueden extraer hasta 1800 m³/h igual que para los aseos de la planta baja en la zona de administración y para los aseos de la primera planta. Se ha comprobado con la curva de los ventiladores que se cumplen las presiones y caudales a extraer con un buen rendimiento de dichos ventiladores.

3. INFILTRACIONES

En este caso no tendremos en cuenta las infiltraciones de aire, debido a que es un edificio de nueva construcción, con un buen hermetismo constructivo, además tendremos algo de sobrepresión en todas las zonas a climatizar ayudando a evitar dichas infiltraciones.

4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Una vez definida todas las condiciones anteriormente en el presente proyecto procederemos al cálculo de cargas térmicas siendo este el cálculo más importante, ya que es el que nos determinará la potencia necesaria de los equipos de climatización para vencer las cargas térmicas tanto en invierno como en verano para llegar a las condiciones de confort. Es la base de todo el proyecto.

Para este cálculo se utilizó el programa CYPETHERM LOADS (CYPE).

El programa está basado en el Método de las Series Temporales Radiantes (RTSM) propuesto y recomendado por la American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE)* para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración y el procedimiento para el cálculo de las cargas de calefacción, ambos detallados en el Load Calculation Applications Manual* de 2010.

Entre las principales características de esta aplicación destacan:

- Cálculo conforme al estándar ANSI/ASHRAE/ACCA Standard 183-2007 (RA 2011), Peak Cooling and Heating Load Calculations in Buildings Except Low-Rise Residential Buildings, que establece los requerimientos mínimos a reunir por cualquier método o procedimiento utilizado para realizar el cálculo de cargas máximas de refrigeración y Calefacción.
- Base de datos climáticos "Weather Data Viewer 6.0" de ASHRAE con 8.118 estaciones localizadas por todo el mundo para importar los datos climáticos necesarios para el cálculo.
- Datos de radiación solar a partir del modelo Clear-sky Solar Radiation de ASHRAE.
- Resultados del cálculo de cargas térmicas de refrigeración para las 24 horas del día de diseño de cada mes (día 21) y resultados del cálculo de las cargas de calefacción para cada recinto y zona.

- Gráficos en tiempo real de los resultados, de forma que se puede apreciar inmediatamente y de forma clara la repercusión en los resultados de cualquier cambio en la obra.

*(ASHRAE, fundada en 1894, es una asociación de tecnología para edificios con más de 57,000 miembros mundialmente. La asociación y sus miembros se enfocan en los sistemas de edificios, la eficiencia energética, la calidad del aire interior y la sostenibilidad dentro de la industria. A través de la investigación, la redacción de normas, la publicación y la educación continuas, ASHRAE da forma hoy al entorno construido de mañana. ASHRAE fue concebida en 1959 como la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, debido a la fusión de la Sociedad de Ingenieros de Calefacción y Aire Acondicionado (ASHAE) fundada en 1894, y la Sociedad Americana de Ingenieros de Refrigeración (ASRE) fundada en 1904)

4.1 MÉTODO DE LAS SERIES TEMPORALES RADIANTES

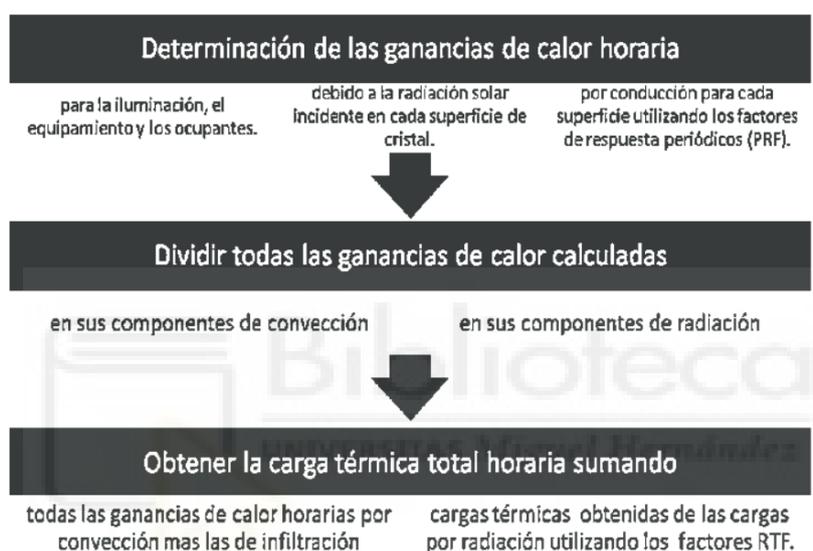


Tabla 29. Esquema básico del método de las series temporales radiantes

4.1.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN

El cálculo de las cargas térmicas de refrigeración está basado en el Método de las Series Temporales Radiantes (RTSM). Este método consiste, básicamente, en calcular las diferentes ganancias de calor de un recinto y separarlas en sus componentes convectiva y radiante según sea su naturaleza.

Tipo de ganancia	Fracción radiante	Fracción convectiva
Ocupación	0.6	0.4
Iluminación	*Usuario	*Usuario
Equipamiento interno	*Usuario	*Usuario
Muros y suelos	0.46	0.54
Techos	0.6	0.4
Puente térmico lineal	0	1
Huecos (Conducción)		
SHGC > 0.5	0.33	0.67
SHGC ≤ 0.5	0.46	0.54
Huecos (radiación sin accesorios)	1	0
Huecos (radiación con accesorios)	*Usuario	*Usuario
Ventilación/Infiltración	0	1

Tabla 30. Ganancias de calor y sus componentes radiantes y convectivas

*El usuario puede definir en cada tipo de ganancia y en cada ventana la fracción radiante, ya que depende del tipo de equipo, luminaria o accesorio utilizado.

Todas las componentes convectivas se convierten, directamente, en cargas térmicas y son acumuladas para obtener la fracción de la carga térmica total horaria debida a convección.

Por otro lado, las componentes radiantes de las ganancias por conducción, de las ganancias internas y las ganancias por radiación solar son tratadas con las Series Temporales Radiantes (RTS) para determinar la fracción de la ganancia de calor por radiación que se convierte en carga térmica en cada hora.

Para ello se calculan los Factores Temporales Radiantes (RTFs) en cada recinto, que determinan cómo la radiación incidente interacciona con los diferentes elementos constructivos que componen cada recinto.

Una vez calculada la fracción de la carga térmica total horaria debida a radiación se suma a la ya obtenida por convección para conseguir la carga térmica total de refrigeración del recinto para cada hora.

4.1.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN

Dado que en el cálculo de las cargas térmicas de calefacción no se consideran las ganancias por radiación solar ni las ganancias de calor internas, el cálculo se limita a determinar las pérdidas de calor provocadas por la envolvente del recinto y por la ventilación / infiltración en un momento determinado.

4.1.3. FACTORES TEMPORALES RADIANTES (RTFS) EN UN RECINTO

Los Factores Temporales Radiantes (RTFs) ofrecen la respuesta del recinto, a lo largo del tiempo, ante un pulso de energía radiante. Son únicos para cada recinto y dependen de su geometría, de la composición de envolvente y particiones interiores y de cualquier masa térmica. Además, se considera la distribución de la energía radiante, ya que la radiación solar incide mayoritariamente y en primer lugar en el suelo, mientras que la radiación emitida por los ocupantes o por los elementos constructivos se distribuye por todas las superficies.

Como resultado se calculan dos tipos distintos de factores por recinto: los RTF solares, que se aplican a la radiación solar y los RTF no solares, que se aplican a la radiación procedente de los elementos constructivos y de las ganancias internas.

Cada conjunto se compone de 24 valores que representan la fracción del pulso de energía radiante que se conduce al aire del recinto para cada hora.

La carga térmica en una hora determinada se calcula de acuerdo con la expresión:

$$Qq = r_0 \cdot qq + r_1 \cdot qq-1 + r_2 \cdot qq-2 + r_3 \cdot qq-3 + \dots + r_{23} \cdot qq-23$$

Donde:

Qq = carga de refrigeración a la hora q

$qq-n$ = fracción radiante de la ganancia de calor a la hora $q-n$

r_n = RTFs

4.2. FACTORES A TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

4.2.1. VENTILACIÓN

Las cargas térmicas debidas a la ventilación y a las infiltraciones se calculan directamente a partir de las ganancias o pérdidas de calor, ya que son todas convectivas, según las siguientes expresiones:

4.2.2. CARGA SENSIBLE

$$q_{s,q} = (1 - ht) \cdot Cs \cdot Q \cdot (t_{o,q} - t_i)$$

Donde:

$q_{s,q}$ = carga sensible a la hora q [W]

ht = eficiencia térmica del recuperador de calor

$Cs = c_p \cdot \rho_a =$ factor de calor sensible [(W·s)/(l·K)]

$c_p = 1008$ [J/(kg·K)]

$$\rho_a = \frac{P_{atm}}{287.06 \cdot T_{ext} \cdot 1000} \text{ [kg/l]}$$

T_{ext} = temperatura exterior [K]

$P_{atm} = 101325(1 - Z \cdot 2.25577 \cdot 10^{-5})5.2559$ [Pa]

Z = altitud sobre el nivel del mar [m]

Q = caudal de aire de ventilación/infiltración [l/s]

$t_{o,q} - t_i$ = diferencia de temperatura entre el aire exterior a la hora q y el aire interior

4.2.3. CARGA LATENTE

$$q_{l,q} = (1 - hh) \cdot Cl \cdot Q \cdot (W_{o,q} - W_i)$$

Donde:

$q_{l,q}$ = carga latente a la hora q [W]

hh = eficiencia higrométrica del recuperador de calor

$Cl = c_f \cdot \rho_a =$ factor de calor latente [J/l]

$c_f = 2501000$ [J/kg]

$$\rho_a = \frac{P_{atm}}{287.06 \cdot T_{ext} \cdot 1000} \text{ [kg/l]}$$

T_{ext} = temperatura exterior [K]

$P_{atm} = 101325(1 - Z \cdot 2.25577 \cdot 10^{-5})5.2559$ [Pa]

Z = altitud sobre el nivel del mar [m]

Q = caudal de aire de ventilación/infiltración [l/s]

$W_{o,q} - W_i$ = diferencia de humedad específica entre el aire exterior a la hora q y el aire interior

4.3. OCUPACIÓN

Define la ganancia de calor que aportan las personas que ocupan el recinto. La ganancia puede ser tanto de calor latente (que se convertirá directamente en carga latente) como de calor sensible.

La ganancia de calor sensible se divide, a su vez, en ganancia por convección (que pasa a ser directamente carga sensible) y ganancia por radiación, que interacciona con el recinto a través de los RTF no solares (descritos en el recinto) para convertirse en carga sensible.

Todos los parámetros que definen la ganancia de calor por ocupación son, principalmente, función de la temperatura del local y del tipo de actividad y sexo de las personas.

4.4. ILUMINACIÓN

La ganancia de calor por iluminación es toda sensible y depende de la potencia de las luminarias en uso. Se divide en convectiva y radiante, dependiendo del tipo de luminaria.

La ganancia convectiva se convierte directamente en carga sensible, mientras que la radiante interacciona con el recinto a través de los RTF no solares (descritos en el recinto) para convertirse también en carga sensible.

Algunas luminarias no transmiten toda la potencia al recinto, por lo que se define la “fracción al recinto” como la proporción de potencia transmitida al recinto por la luminaria.

4.5. EQUIPAMIENTO INTERNO

La ganancia de calor aportada por equipos o aparatos puede ser sensible o latente en función del tipo de máquina.

La ganancia latente pasa directamente a convertirse en carga latente.

Además, la división de la ganancia sensible en su fracción radiante y convectiva también depende del tipo de máquina, pasando la convectiva a carga sensible directamente y la radiante a interaccionar con el recinto a través de los RTF no solares (descritos en el recinto) para convertirse en carga sensible.

4.6. OTRAS CARGAS

Permite definir la ganancia sensible y latente, así como la fracción radiante de la ganancia sensible, de cualquier elemento que produzca o absorba potencia térmica.

Al igual que ocurre con el resto, la ganancia por convección pasa a ser directamente carga sensible mientras que la ganancia por radiación interacciona con el recinto a través de los RTF no solares (descritos en el recinto) para convertirse en carga sensible.

4.7. HUECOS

En función del tipo de hueco se aplicarán unas consideraciones u otras en el cálculo de las ganancias o pérdidas de calor (descritas para cada caso).

4.7.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN

Para el cálculo de las cargas de refrigeración se divide el cálculo de la ganancia de calor en ganancia de calor por conducción y ganancia de calor por radiación solar.

Ganancia de calor por conducción:

Dado que la masa térmica del vidrio es muy baja, se considera régimen estacionario en el cálculo de la transferencia de calor.

Para el cálculo de la carga sensible de refrigeración a partir de la ganancia de calor se contempla la siguiente división en función del factor solar del hueco:

	Fracción radiante	Fracción convectiva
SHGC > 0.5	0.33	0.67
SHGC <= 0.5	0.46	0.54

Tabla 31. Ganancias de calor y sus componentes radiantes y convectivas en huecos

Ganancia de calor por radiación solar:

Para los huecos definidos como cerramiento exterior, es decir, expuestos a la radiación solar, se determina hora a hora el ángulo de incidencia del sol y se calcula la ganancia por radiación directa y la ganancia por radiación difusa y reflejada.

Para el cálculo de la ganancia por radiación directa es necesario considerar las sombras proyectadas sobre el hueco en cada momento. De este modo, además de poder considerar de forma simplificada un porcentaje en sombra constante para el hueco, se permite la definición de dos tipos de sombreamiento.

Por un lado, los dispositivos de sombra propios, formados por el retranqueo, voladizo y elementos de sombra laterales que determinan la superficie en sombra del hueco por hora.

Por otro lado, el sombreamiento exterior, que se define a partir de los patrones de sombra y que se utiliza para determinar si el hueco recibe o no radiación directa en un determinado momento.

Cuando existen accesorios interiores, se aplica un coeficiente de atenuación interior a ambas ganancias, la difusa y la directa. Este coeficiente no se aplica a la ganancia de calor por conducción. Además, cuando se define este tipo de accesorios, es posible definir la fracción radiante de la ganancia. Si no se define protección, la ganancia de calor por radiación se considera radiante en su totalidad para el cálculo de la carga sensible de refrigeración.

4.7.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción no se considera la ganancia por radiación solar y, además, se simplifica el cálculo de la transferencia de calor considerando una temperatura exterior de diseño constante.

4.8. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

4.8.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN

Para el cálculo de las cargas de refrigeración se considera tanto la evolución de la temperatura exterior como la de la radiación solar a lo largo de cada día de diseño. Así, los elementos de la envolvente opaca expuestos al exterior son los que más se van a ver afectados por esta evolución y sobre los que no es posible simplificar el problema de la transferencia de calor considerando un régimen estacionario.

Para solucionar el problema de la transferencia de calor por conducción en régimen transitorio se utilizan las series temporales de conducción (CTS).

Se calculan los 24 factores de las series temporales de conducción (CTSFs) que representan cuánto calor almacenado previamente en el elemento constructivo se libera cada hora y se aplica la siguiente ecuación:

$$q_{\theta} = \sum_{j=0}^{23} C_j U A (T_{SA,\theta-j} - t_i)$$

Donde:

qq = ganancia de calor para la hora q [W]

cj = factores de las series temporales de conducción

U = coeficiente de transmisión térmica del elemento opaco [W/(m²·K)]

A = superficie del elemento opaco [m²]

TSA,q-j = temperatura sol-aire para la hora q-j [°C]

ti = temperatura interior del recinto [°C]

Una vez obtenida la ganancia de calor para cada hora, ésta se divide en su fracción convectiva y su fracción radiante, de modo que la fracción convectiva se convierte directamente en carga sensible y la fracción radiante interacciona con el recinto a través de los RTF no solares (descritos en el recinto) para convertirse en carga sensible.

4.8.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción no se consideran las ganancias por radiación solar y, además, se simplifica el cálculo de la transferencia de calor considerando una temperatura exterior de diseño constante, por lo que no se consideran los efectos de la inercia térmica de los elementos constructivos.

4.9. PUENTES TÉRMICOS LINEALES

Norma	ISO 14683
EN ISO 14683. Puentes térmicos en edificación. Transmitancia térmica lineal. Métodos simplificados y valores por defecto.	
Se utilizan como referencia los valores propuestos en la norma para el coeficiente de transmisión térmica lineal de los diferentes puentes térmicos, teniendo en cuenta la configuración de los elementos constructivos que los conforman.	
Alineación del marco del hueco respecto al cerramiento	A la cara interior

Tabla 32. Norma puentes térmicos lineales

Los puentes térmicos lineales son elementos sin superficie y por lo tanto sin inercia térmica ni captación solar. De este modo, en cálculos de refrigeración, la ganancia pasa a ser directamente carga sensible de refrigeración al ser toda convectiva.

4.9.1. CARGAS DE REFRIGERACIÓN

El cálculo de la ganancia de calor y carga sensible de refrigeración se realiza según la expresión:

$$Qq = qq = y \cdot (to,q - ti)$$

Donde:

Qq = carga sensible de refrigeración a la hora q [W]

qq = ganancia de calor para la hora q [W]

y = Coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico $\left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$

l = longitud del puente térmico lineal [m]

to,q = temperatura exterior a la hora q [°C]

ti = temperatura interior del recinto [°C]

4.9.2. CARGAS DE CALEFACCIÓN

La pérdida de calor y carga sensible de calefacción se calcula según la expresión:

$$Q = q = y \cdot l \cdot (ti - to)$$

Donde:

Q = Carga sensible de calefacción [W]

q = pérdida de calor [W]

y = Coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico $\left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$

l = longitud del puente térmico lineal [m]

ti = temperatura interior del recinto [°C]

to = temperatura seca exterior [°C]

A continuación, mostramos las condiciones de cálculo de la zona de Gimnasia Artística, a modo de ejemplo, incluyendo las eficiencias del recuperador del Roof top, la ganancia de calor sensible correspondiente a una persona haciendo deporte, la fracción radiante, la ganancia de calor latente y la ganancia de calor sensible por iluminación.

Referencia

Clasificación del recinto

Condiciones de cálculo

Refrigeración

Temperatura interior de diseño °C

Humedad relativa de diseño %

Calefacción

Temperatura interior de diseño °C

Humedad relativa de diseño %

Ventilación/Infiltración

Ventilación (l/s)/persona %

Infiltración

Recuperación de calor

Eficiencia térmica %

Eficiencia higrométrica %

Perfil de uso 

Ganancias internas de calor

Ocupación personas W/persona

Equipamiento interno

Ganancia de calor sensible W/persona

Fracción radiante

Ganancia de calor latente W/persona

Perfil de uso

Iluminación W/m²

Otras cargas

Ganancia de calor sensible W/m²

Fracción radiante

Fracción al recinto

Tabla 33. Condiciones de cálculo de la zona Gimnasia Artística

Las condiciones que varían según la estancia o zona son: la ventilación, las ganancias internas de calor y la iluminación. En la enfermería y sala de masajes contaríamos con equipamiento interno.

4.10. EJEMPLO DE RESULTADOS DE UNA DE LAS ESTANCIAS (PISTA POLIDEPORTIVA)

4.10.1. REFRIGERACIÓN

Resumen de las cargas de refrigeración de la zona: RoofTop Pista

	Externas					Internas		Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Solar (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de refrigeración por recinto														
Circulaciones PB 5	165	980	0	0	0	0	330	91	826	94	826	1404	14	2230
Pista Polideportiva	1162	1198	162	0	0	11085	112044	1944	19144	1734	30229	115138	125	145367
Gradas A	322	3400	0	0	0	23580	40105	4192	41281	3738	64861	47244	349	112105
Ludoteca	95	2267	0	0	0	855	1899	247	2247	255	3102	4421	80	7523
Area de Descanso	70	-370	10093	0	0	0	210	96	206	-37	206	9896	144	10102
Carga máxima simultánea de refrigeración para el conjunto de recintos: 21 de Junio a las 17h (15 hora solar aparente)														
RoofTop Pista	1813,5							6570			100217	175776	152,19	275993

4.10.2. CALEFACCIÓN

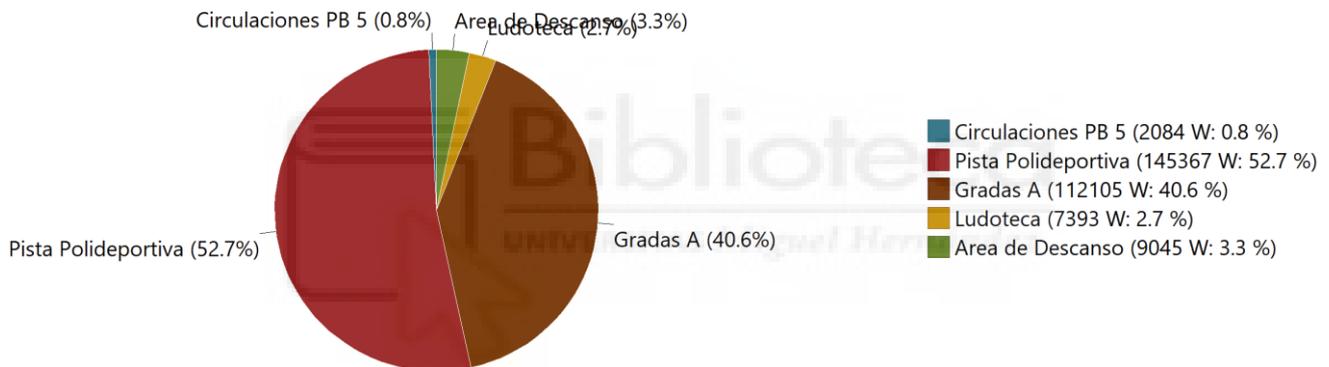
Resumen de las cargas de calefacción de la zona: RoofTop Pista

	Externas				Ventilación			Totales			
	A (m ²)	Conducción (W)	Inf. lat. (W)	Inf. sens. (W)	Caudal (l/s)	Lat. (W)	Sens. (W)	Lat. (W)	Sens. (W)	Total (W/m ²)	Total (W)
Carga máxima de calefacción por recinto											
Circulaciones PB 5	165,1	4498	0	0	91	0	351	0	4849	29,37	4849
Pista Polideportiva	1162,2	20175	0	0	1944	0	8163	0	28338	24,38	28338
Gradas A	321,6	10772	0	0	4192	0	17603	0	28375	88,23	28375
Ludoteca	94,6	7836	0	0	247	0	1037	0	8873	93,80	8873
Area de Descanso	70,0	3065	0	0	96	0	403	0	3468	49,55	3468
Carga máxima simultánea de calefacción para el conjunto de recintos											
RoofTop Pista	1813,5				6570			0 73904 40,75 73904			

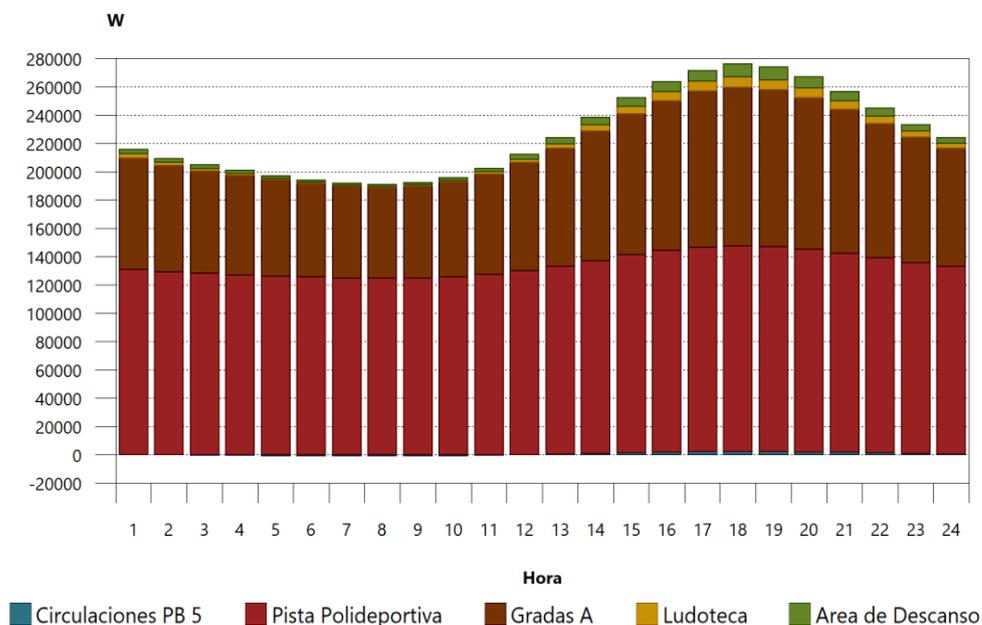
4.10.3. GRÁFICAS

Carga máxima simultánea de refrigeración (275993 W)

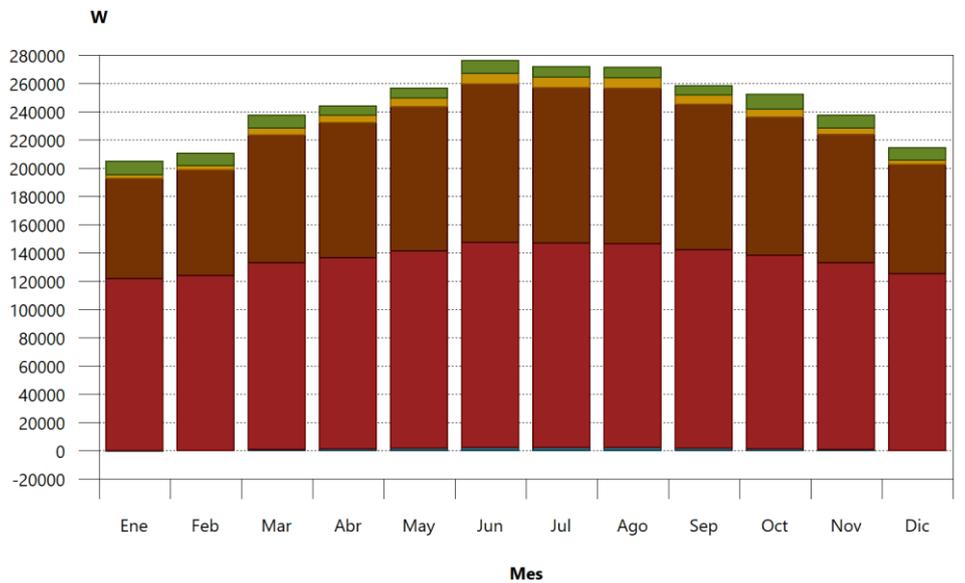
21 de Junio a las 17h (15 hora solar aparente)



Evolución horaria de la carga máxima simultánea de refrigeración (21 de Junio)



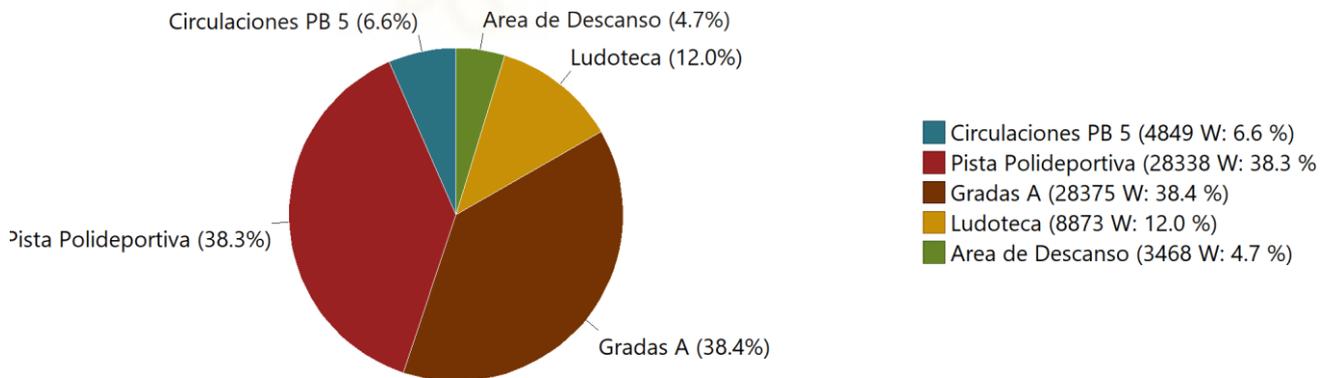
Evolución anual de la carga máxima simultánea de refrigeración



■ Circulaciones PB 5
 ■ Pista Polideportiva
 ■ Gradas A
 ■ Ludoteca
 ■ Area de Descanso



Carga máxima de calefacción (73904 W)



4.11. RESULTADOS CARGAS TÉRMICAS

A continuación, podemos ver un resumen de las cargas térmicas, de los equipos y sus potencias térmicas, que se utilizarán para cubrir dichas cargas térmicas en las diferentes zonas/estancias:

	Tipo de recinto	Carga REF Estancia (W)	Carga REF Total (kW)	Carga CAL Estancia(W)	Carga CAL Total (kW)		Rooftop / Unidad Ext	Pot. Refrigeracion (kW)	Pot. Calefaccion (kW)
ROOFTOP ENTRENAMIENTO	Entrenamiento	42439	45,408	24344	28,129	ROOFTOP ENTRENAMIENTO	WSM2/HR/B/0132	48,2	45,5
	Sala de apoyo de entrenamiento	2969		3785					
ROOFTOPS (VARIOS) PISTA	Pista Polideportiva	145367	277,327	28338	73,903	ROOFTOPS (VARIOS) PISTA	6 * WSM2/HR/B/0132	6*48.2	6*45.5
	Gradas A	112105		28375					
	Ludoteca	7523		8873					
	Area de Descanso	10102		3468					
	Circulaciones PB5	2230		4849					
ROOFTOP GIMNASIA	Gimnasia Artística	28136	154,067	27135	49,318	ROOFTOP GIMNASIA	3 * WSM2/HR/B/0152	3*52,9	3*52,3
	Gradas B	125931		22183				158,7	156,9
ROOFTOP ENTRADA	Entrada	1214	45,267	4092	50,819	ROOFTOP ENTRADA	WSM2/HR/B/0152	52,9	52,3
	Mostrador y Consigna	1592		2597					
	Area de Descanso Bar	21059		3973					
	Circulaciones PB1	2628		3869					
	Circulaciones PB3	3228		9113					
	Circulaciones PB4	1827		5714					
	Circulaciones PB6	463		1054					
	Circulaciones PI	11119		16315					
Taquillas	2137	4092							
VRV	Gimnasio	27797	27,797	10455	10,455	Sistema 2	PUHY-P300YNW-A2	33,5	37,5
VRV	Sala de masajes	4466	17,357	4791	18,259	Sistema 1	PUMY-P200YKM3	22,4	25
	Enfermería	3334		3537					
VRV	Despacho monitor	1498	17,357	1416	18,259	Sistema 1	PUMY-P200YKM3	22,4	25
	Despacho	1567		1869					
	Sala de reuniones	5148		4798					
REFIGERACION CDP	Conserjería	1344	5610	1848		Sistema 4	PUZ-ZM71VHA2	7,1	8
	Rack						Sistema 5	MUY-TP50VF-E2	5,0
	Rack EVENTOS	4297							

Tabla 22. Resumen cargas térmicas y equipos por zonas/estancias

5. CÁLCULO REDES DE CONDUCTOS DE AIRE DE CLIMATIZACIÓN. VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN

Para el cálculo de redes de conductos de los equipos roof top, de la extracción, de los recuperadores de calor y de la climatización del gimnasio utilizamos el programa DMELECT. A continuación, vemos las condiciones de cálculo y las fórmulas utilizadas:

5.1. CONDICIONES DE CÁLCULO

Tabla 23. Condiciones de cálculo para ventilación

Tabla 24. Condiciones de cálculo para refrigeración

Como asignamos el caudal de impulsión y aspiración para cada zona/estancia, el programa nos calculará las secciones de los conductos, rejillas y difusores debido a las siguientes fórmulas:

5.1.1. FÓRMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

$$Pt_i = Pt_j + \Delta Pt_{ij}$$

$$Pt = Ps + Pd$$

$$Pd = \rho/2 \cdot v^2$$

$$v_{ij} = 1000 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot A_{ij}$$

Siendo:

Pt = Presión total (Pa).

Ps = Presión estática (Pa).

Pd = Presión dinámica (Pa).

Dpt = Pérdida de presión total (Energía por unidad de volumen) (Pa).

ρ = Densidad del fluido (kg/m³).

v = Velocidad del fluido (m/s).

Q = Caudal (m³/h).

A = Area (mm²).

5.1.2. CONDUCTOS

$$\Delta P_{tij} = r_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$r_{ij} = 10^9 \cdot 8 \cdot \rho \cdot f_{ij} \cdot L_{ij} / 12,96 \cdot \pi^2 \cdot De_{ij}^5$$

$$f = 0,25 / [\lg_{10} (\varepsilon/3,7De + 5,74/Re^{0,9})]^2$$

$$Re = \rho \cdot 4 \cdot |Q_{ij}| / 3,6 \cdot \mu \cdot \pi \cdot De_{ij}$$

Siendo:

f = Factor de fricción en conductos (adimensional).

L = Longitud de cálculo (m).

De = Diámetro equivalente (mm).

ε = Rugosidad absoluta del conducto (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

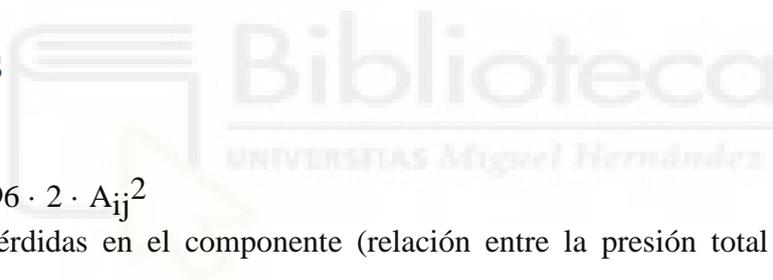
μ = Viscosidad absoluta fluido (kg/ms).

5.1.3. COMPONENTES

$$\Delta P_{tij} = m_{ij} \cdot Q_{ij}^2$$

$$m_{ij} = 10^6 \cdot \rho \cdot C_{ij} / 12,96 \cdot 2 \cdot A_{ij}^2$$

C_{ij} = Coeficiente de pérdidas en el componente (relación entre la presión total y la presión dinámica) (Adimensional).



6. CÁLCULO DE LAS REDES DE TUBERÍAS FRIGORÍFICAS

6.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS REFRIGERANTES DE LA INSTALACIÓN

6.1.1. EQUIPOS ROOF TOP, EQUIPOS VRV Y BOMBA DE CALOR SALA RACK

En este caso el refrigerante utilizado será el R410-A. siendo sus características las siguientes:

Clasificación			DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molecular (3) kg/kmol	Densidad de vapor a 25 °C a 101,3 kPa kg/m ³	Limite Práctico (4) kg/m ³	Punto de Ebullición 101,3 kPa (5) °C	ATEL / ODL (6) (kg/m ³)	Inflamabilidad		Potencial de calentamiento atmosférico (7) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono (8) PAO	Clasif. según: (9) REP
Grupo L	Clase de seguridad	N.º de Refrigerante (2)								Temp. Autoignición °C	Limite inferior de Inflamabilidad kg/m ³			
1	A1/A1	R-410A	R-32/125 (50/50)	CH2F2+ CF3CHF2 (11)	72.6	2.97	0.44	-51.6 a - 51.5	0.42	ND	NF	2088	0	2

Tabla 25. Datos R-410A

6.1.2. AIRE ACONDICIONADO SALA RACK EVENTOS

En este caso el refrigerante utilizado será el R-32 siendo sus características las siguientes:

Clasificación			DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molecular (3) kg/kmol	Densidad de vapor a 25 °C a 101,3 kPa kg/m ³	Limite Práctico (4) kg/m ³	Punto de Ebullición 101,3 kPa (5) °C	ATEL / ODL (6) (kg/m ³)	Inflamabilidad		Potencial de calentamiento atmosférico (7) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono (8) PAO	Clasif. según: (9) REP
Grupo L	Clase de seguridad	N.º de Refrigerante (2)								Temp. Autoignición °C	Limite inferior de Inflamabilidad kg/m ³			
2	A2L	R-32	Difluorometano	CH2F2 (11)	52	2,13	0,061	-52	0.30	648	0,307	675	0	1

Tabla 25. Datos R-32

6.1.3. FACTOR DE TRANSPORTE

“NO” procede al proyectarse la instalación de equipos de producción termofrigrífica tipo aire-aire, donde el fluido caloportador, gas refrigerante (R-32 y/o R410-A) es movido por los compresores instalados en los mismos y no se emplean bombas de recirculación.

6.1.4. VALVULERÍA.

Las válvulas utilizadas en los sistemas de refrigeración deberán cumplir los requisitos de la norma UNE- EN 12284 o bien haber sido declaradas conformes con las directivas correspondientes mediante el uso de un método alternativo.

Cuando las normas empleadas no estén armonizadas con las disposiciones de la CE en relación con la presión o si no se cubren los requisitos esenciales de dichas disposiciones y los requisitos pertinentes de la presión, deben ser confirmadas por la evaluación de riesgos.

Los sistemas de refrigeración se deberán equipar con suficientes válvulas de corte a fin de minimizar riesgos y pérdidas de refrigerante, particularmente durante la reparación y/o mantenimiento.

Las válvulas manuales que deban accionarse frecuentemente durante condiciones normales de funcionamiento deberán estar provistas de un volante o palanca de maniobra.

Las válvulas de aislamiento de los equipos a presión y automatismos deberán ser accesibles en todo momento. Todos los recipientes que contengan, en funcionamiento normal, refrigerante en estado líquido, deberán

disponer de válvulas de cierre en todas las conexiones que partan o lleguen a los mismos, de forma que puedan independizarse del resto del sistema.

6.1.5. DISTRIBUCIÓN

La distribución queda definida en los planos de planta adjuntos, en el presente proyecto.

6.2. CONDICIONES DE CÁLCULO Y FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de redes de líneas frigoríficas del sistema VRV utilizamos el programa DMELECT. A continuación, vemos las condiciones de cálculo y las fórmulas utilizadas:

Condiciones fluido refrigerante R-410A:

Tabla 23. Condiciones de cálculo

Condiciones fluido refrigerante: R-32:

Son las mismas que para el refrigerante R-410^a menos las siguientes propiedades que son propias del refrigerante:

Presión Condensación (bar): 27,946

Densidad líquido (Kg/m³): 873

Entalpía líquido (kJ/Kg): 284,14

Viscosidad líquido (kg/m·s): 0,000159

Calor Específico líquido (kJ/Kg·K): 1,884

Presión Evaporación (bar): 9,514

Densidad vapor (Kg/m³): 25,4328

Entalpía vapor (kJ/Kg): 516,65

Viscosidad vapor (kg/m·s): 0,0000113

Calor Específico vapor (kJ/Kg·K): 0,82633

6.2.1. FÓRMULAS GENERALES

$$H = Z + (P/\gamma) ; \gamma = \rho \times g ; H_1 = H_2 + h_f$$

Siendo:

H = Energía por unidad de peso (mcr).

z = Cota (m).

P/γ = Altura de presión (mcr).

γ = Peso específico fluido.

ρ = Densidad fluido (kg/m³).

g = Aceleración gravedad. 9,81 m/s².

h_f = Pérdidas de energía por unidad de peso (mcr).

6.2.2. TUBERÍAS Y VÁLVULAS

$$H_i - H_j = h_{ij} = r_{ij} \times Q_{ij}^n + m_{ij} \times Q_{ij}^2$$

Darcy - Weisbach:

$$r_{ij} = 10^9 \times 8 \times f \times L / (\pi^2 \times g \times D^5); n = 2$$

$$m_{ij} = 10^6 \times 8 \times k / (\pi^2 \times g \times D^4)$$

$$Re = 4 \times Q / (\pi \times D \times \nu)$$

$$f = 0,25 / [\lg_{10}(\varepsilon / (3,7 \times D) + 5,74 / Re^{0.9})]^2$$

Siendo:

f = Factor de fricción en tuberías (adimensional).

L = Longitud equivalente de tubería (m).

D = Diámetro de tubería o válvula (mm).

Q = Caudal (l/s).

ε = Rugosidad absoluta tubería (mm).

Re = Número de Reynolds (adimensional).

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s).

k = Coeficiente de pérdidas en válvula (adimensional).

6.2.3. CÁLCULOS TÉRMICOS

Caudal demandado por las unidades interiores

$$m_i = P f_i / (h_v - h_l); Q_{l_i} = m_i \times 1000 / \rho_l ; Q_{v_i} = m_i \times 1000 / \rho_v$$

Siendo:

m_i = Caudal másico unidad i (Kg/s).

Q_{l_i} = Caudal volumétrico del líquido unidad i (l/s).

Qv_i = Caudal volumétrico del vapor unidad i (l/s).

Pf_i = Potencia frigorífica total unidad i (kW).

h_v = Entalpía específica del vapor (kJ/kg).

h_l = Entalpía específica del líquido (kJ/kg).

ρ_l = Densidad líquido (kg/m³).

ρ_v = Densidad vapor (kg/m³).

7. CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS

Después de modelizar y calcular las cargas térmicas del edificio se procede a calcular el factor de reducción “b”, las condensaciones superficiales y la demanda energética en el programa CYPETHERM HE Plus.

7.1. CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN B (DA DB-HE/1)

Este factor es necesario para determinar la transmitancia térmica de las particiones interiores.

7.1.1. PARTICIONES INTERIORES EN CONTACTO CON ESPACIOS NO HABITABLES

Para el cálculo de la transmitancia U (W/m²·K) se consideran en este apartado el caso de cualquier partición interior en contacto con un espacio no habitable que a su vez esté en contacto con el exterior.

7.1.2. PARTICIONES INTERIORES (EXCEPTO SUELOS EN CONTACTO CON CÁMARAS SANITARIAS)

La transmitancia térmica U (W/m²·K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = U_p * b$$

Siendo:

U_p : la transmitancia térmica de la partición interior en contacto con el espacio no habitable, calculada según el apartado 2.1.1, tomando como resistencias superficiales los valores de la tabla 6. [m²·K/ W]

b : el coeficiente de reducción de temperatura (relacionado al espacio no habitable) obtenido por la tabla 7 para los casos concretos que se citan o mediante el procedimiento descrito.

Tabla 6 Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en m²K/W|

Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
<i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,13	0,13
<i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal ≤60° y flujo ascendente (Techo) 	0,10	0,10
<i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente (Suelo) 	0,17	0,17

El coeficiente de reducción de temperatura b para espacios adyacentes no habitables (trasteros, despensas, garajes adyacentes...) y espacios no acondicionados bajo cubierta inclinada se puede obtener de la tabla 7 en función de la situación del aislamiento térmico (véase figura 6), del grado de ventilación del espacio y de la relación de áreas entre la partición interior y el cerramiento (A_{h-nh}/A_{nh-e}), donde el subíndice nh-e se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior; el subíndice h-nh se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable (véase figura 6).

Los valores intermedios se pueden obtener por interpolación lineal.

Se distinguen dos grados de ventilación en función del nivel de estanqueidad del espacio definido en la tabla 8:

CASO 1 espacio ligeramente ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 1, 2 o 3.

CASO 2 espacio muy ventilado, que comprende aquellos espacios con un nivel de estanqueidad 4 o 5.

Tabla 7 Coeficiente de reducción de temperatura b

A_{h-nh}/A_{nh-e}	No aislado _{nh-e} - Aislado _{h-nh}		No aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}		Aislado _{nh-e} -No aislado _{h-nh}	
	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2	CASO 1	CASO 2
<0,25	0,99	1,00	0,94	0,97	0,91	0,96
0,25 ≤ 0,50	0,97	0,99	0,85	0,92	0,77	0,90
0,50 ≤ 0,75	0,96	0,98	0,77	0,87	0,67	0,84
0,75 ≤ 1,00	0,94	0,97	0,70	0,83	0,59	0,79
1,00 ≤ 1,25	0,92	0,96	0,65	0,79	0,53	0,74
1,25 ≤ 2,00	0,89	0,95	0,56	0,73	0,44	0,67
2,00 ≤ 2,50	0,86	0,93	0,48	0,66	0,36	0,59
2,50 ≤ 3,00	0,83	0,91	0,43	0,61	0,32	0,54
>3,00	0,81	0,90	0,39	0,57	0,28	0,50

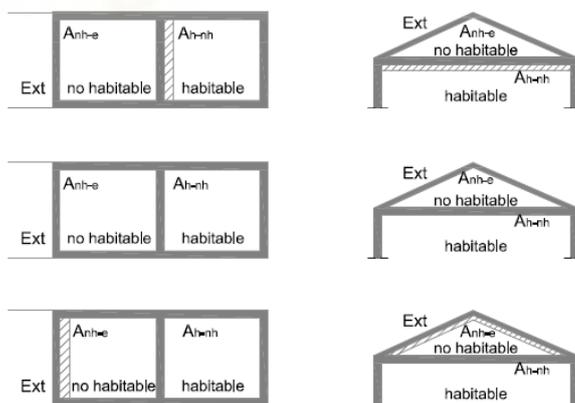


Figura 6 Espacios habitables en contacto con espacios no habitables

NOTA: El subíndice nh-e se refiere al cerramiento entre el espacio no habitable y el exterior; el subíndice h-nh se refiere a la partición interior entre el espacio habitable y el espacio no habitable.

Alternativamente, que será nuestro caso según el programa CYPETHERM HE Plus, el coeficiente de reducción de temperatura b puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$b = \frac{H_{nh-e}}{H_{h-nh} + H_{nh-e}}$$

Siendo:

H_{nh-e}: es el coeficiente de pérdida del espacio no habitable hacia el exterior [W/m];

H_{h-nh}: es el coeficiente de pérdida del espacio habitable hacia el espacio no habitable [W/m].

7.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN B

7.2.1. MÉTODO DE CÁLCULO

Se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

donde:

H_{iu} coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

H_{ue} coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

H_{iu}, H_{ue} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$H_{iu} = L_{iu} + H_{V,iu}$$

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue}$$

Siendo:

$$L_{iu} = L_{Diu} + H_{Siu}$$

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{Sue}$$

donde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \psi_k$$

Siendo:

A_i: área del elemento 'i' del edificio (m²)

U_i: coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio

l_k: longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

ψ_k: coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'

L_s: coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma UNE EN ISO 13370 (W/K)

$$H_{V,iu} = \rho c V_{iu}$$

$$H_{V,ue} = \rho c V_{ue}$$

donde:

ρ : densidad del aire (kg/m^3)

c : capacidad calorífica específica del aire ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)

ρc : valor convencional para la capacidad calorífica del aire ($1200 \text{ J}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$)

V_{ue} : consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (m^3/h)

V_{iu} : consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (m^3/h)

Siendo:

$$V_{iu} = 0$$

$$V_{ue} = V_u n_{ue}$$

donde:

V_u volumen de aire en el espacio no calefactado (m^3)

n_{ue} tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (v/h)

7.2.2. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA DE LAS ESTANCIAS

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m^2)	U ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	U·A (W/K)
Z01_S01_W01	96,02	0,58	55,37
Z01_S01_W02	84,5	0,58	48,73
		TOTAL	104,09

Cubiertas interiores (techos sobre espacios no calefactados)	Área (m^2)	U ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	U·A (W/K)
Z01_S01_F02	48,04	1,85	88,95
		TOTAL	88,95

Huecos en contacto con espacios no calefactados	Área (m^2)	U ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	U·A (W/K)
Z01_S01_W02_G1	11,52	2	23,04
		TOTAL	23,04

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

216,09

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m^2)	U ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	U·A (W/K)
Z01_S01_F01	77,7	0,19	14,56

TOTAL	14,56
-------	-------

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 14,56

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$ 0

L_{iu} 216,09

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K) 216,09

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 372,95 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 0,50\text{v/h}$) 62,16

L_{ue} 14,56

Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K) 76,72

Factor de reducción
= 0,26

7.3. CÁLCULO DE CONDENSACIONES

En el cálculo de condensaciones de los cerramientos tenemos dos tipos de condensaciones, la intersticial y la superficial.

7.3.1. CONDENSACIÓN INTERSTICIAL

¿Qué es la condensación intersticial?

La condensación intersticial es un fenómeno en el que el vapor de agua contenido en el aire se condensa dentro de los materiales porosos de construcción, como paredes, techos o suelos. Este tipo de condensación ocurre cuando el aire caliente y húmedo en el interior de un edificio entra en contacto con superficies más frías dentro de la estructura. Cuando el aire caliente se enfría al estar en contacto con estas superficies frías, su capacidad para retener vapor de agua disminuye. Como resultado, el exceso de vapor de agua se condensa y se convierte en líquido, penetrando en los poros de los materiales de construcción. Esta humedad acumulada dentro de los materiales porosos puede causar una serie de problemas, como daños en la estructura, crecimiento de moho y hongos, y deterioro de la calidad del aire interior.

¿Dónde y por qué se producen las humedades intersticiales?

El aire de la atmósfera contiene entre otros elementos vapor de agua y que dependiendo de que la temperatura sea más elevada, el aire retiene una mayor cantidad de agua. En una vivienda, cuando el aire caliente del interior entra en contacto con el aire frío del exterior, se produce un enfriamiento brusco. En este proceso, el aire puede no ser capaz de retener toda la humedad que lleva consigo, lo que resulta en la condensación de parte de ese vapor de agua en forma de pequeñas gotas. Este fenómeno se conoce como punto de rocío. La temperatura de rocío varía en función de la cantidad de humedad y la temperatura del aire: si el aire está muy húmedo, el punto de rocío se alcanza a una temperatura más alta, mientras que, si el aire está seco, el punto de rocío será más bajo.

Las humedades por condensación intersticial se manifiestan en el interior de los edificios, tanto en sus estructuras como en interiores de muros, techos y suelos, especialmente en edificaciones con aislamiento inadecuado o deficiente ventilación.

Las causas pueden variar desde:

- Falta de aislamiento térmico adecuado en las paredes, techos y suelos al permitir que las superficies interiores se enfríen más fácilmente. Esto crea un mayor riesgo de que el vapor de agua contenido en el aire interior se condense en el interior de los materiales porosos de construcción.
- Puentes térmicos: Los puentes térmicos son áreas de una estructura donde la transferencia de calor es más eficiente que en otras áreas circundantes. Estas áreas pueden actuar como puntos fríos dentro del edificio, lo que aumenta la probabilidad de condensación intersticial en esas zonas.
- Fugas de aire o infiltraciones: Las fugas de aire en las ventanas, puertas, techos u otras áreas del edificio pueden permitir la entrada de aire húmedo desde el exterior. Si este aire húmedo entra en contacto con superficies más frías dentro del edificio, puede condensarse y causar problemas de humedad.
- Actividades cotidianas: Las actividades diarias en el interior de un edificio, como cocinar, bañarse o secar la ropa, pueden generar vapor de agua y aumentar la humedad relativa del aire interior. Si no se ventila adecuadamente, este exceso de humedad puede contribuir a las condensaciones intersticiales.

Consecuencias de las condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales pueden tener varias consecuencias negativas, tanto para la estructura de un edificio como para la salud de las personas que habitan en él. Algunas de las consecuencias más habituales son:

- Deterioro de materiales: La presencia constante de humedad puede causar daños a los materiales de construcción, como la degradación del yeso, la madera, el metal y el hormigón. Esto puede resultar en la pérdida de resistencia estructural y en la necesidad de reparaciones costosas.
- Crecimiento de moho y hongos: Las superficies húmedas son propicias para el crecimiento de moho, hongos y otros microorganismos. Estos pueden causar problemas de salud, especialmente en personas con alergias o problemas respiratorios, y pueden generar olores desagradables.
- Pérdida de eficiencia energética: La presencia de humedad puede afectar la eficiencia energética de un edificio al disminuir la capacidad de aislamiento térmico de los materiales. Esto puede resultar en un aumento en los gastos de calefacción y aire acondicionado para mantener una temperatura confortable.
- Deterioro de la calidad del aire interior: La presencia de moho y hongos en el interior del edificio puede contaminar el aire interior y afectar la calidad del aire que respiran los ocupantes. Esto puede provocar problemas de salud como alergias, asma y otros trastornos respiratorios.
- Eflorescencias: Cuando la humedad penetra en el interior de la estructura desde el exterior y se acumula dentro de los materiales porosos, es común que el agua transporte sales minerales disueltas en su interior. Cuando esta agua llega a la superficie y se evapora, las sales quedan atrás y se depositan, formando las eflorescencias.

¿Cómo evitar y eliminar la humedad intersticial?

Para poder evitar las condensaciones intersticiales y antes de nada es importante que el diseño de los edificios debe estar pensado y construido para que la temperatura en toda la construcción sea más alta que la temperatura del punto de rocío. Para prevenir y evitar la condensación intersticial, es necesario instalar una barrera de vapor en la sección más cálida del cerramiento, con el fin de detener el paso del vapor de agua.

Uno de los métodos más eficaces es la instalación de barreras de vapor que son capas de material aislante con una resistencia al paso del vapor de >2 m, aunque más efectivas son si su valor es >18 m. Suelen ser capas muy finas de membranas, láminas, papel kraft o kraft-aluminio.

Otra forma de evitar la condensación intersticial, o al menos reducir su probabilidad, es gestionar la humedad en el interior de la vivienda y elevar la temperatura mediante una mejora en el aislamiento.

7.3.2. CONDENSACIÓN SUPERFICIAL

¿Qué es la condensación superficial?

La condensación superficial es un fenómeno en el que el vapor de agua presente en el aire se condensa sobre superficies frías dentro de un edificio, como paredes, ventanas o techos. Este tipo de condensación ocurre cuando el aire caliente y húmedo en el interior del edificio entra en contacto con una superficie más fría, como una ventana en invierno. Al enfriarse el aire en contacto con esta superficie, su capacidad para retener vapor de agua disminuye. Como resultado, el exceso de vapor de agua se condensa en forma de gotas sobre la superficie. Esta humedad superficial puede causar problemas como manchas de humedad, crecimiento de moho, y deterioro de la pintura o revestimientos.

¿Dónde y por qué se produce la condensación superficial?

El aire en la atmósfera contiene vapor de agua, y su capacidad para retenerlo depende de la temperatura: cuanto más caliente es el aire, más vapor puede contener. En un edificio, cuando el aire caliente del interior entra en contacto con superficies frías, como vidrios de ventanas o paredes mal aisladas, se produce una caída brusca de la temperatura del aire cercano a esas superficies. En este proceso, el aire no puede retener toda la humedad, y el exceso se condensa en forma de gotas sobre las superficies frías. Este fenómeno se conoce como punto de rocío. La temperatura a la que se produce la condensación depende de la cantidad de humedad en el aire y la temperatura de las superficies.

La condensación superficial es común en el interior de los edificios, especialmente en superficies expuestas como ventanas, esquinas de habitaciones, y paredes mal aisladas. Se manifiesta principalmente en invierno, cuando las superficies interiores están más frías que el aire caliente y húmedo del interior.

Las causas de la condensación superficial pueden incluir:

- Mala ventilación: Si un espacio no está bien ventilado, el aire húmedo se acumula y aumenta la probabilidad de condensación en superficies frías.
- Aislamiento insuficiente: Paredes, techos y suelos mal aislados permiten que las superficies interiores se enfríen, aumentando el riesgo de condensación.
- Puentes térmicos: Zonas en una estructura donde la transferencia de calor es más eficiente que en otras, creando puntos fríos donde es más probable que se produzca la condensación superficial.
- Actividades cotidianas: Cocinar, ducharse o secar la ropa en el interior generan vapor de agua, elevando la humedad relativa y aumentando la probabilidad de condensación.

Consecuencias de la condensación superficial

La condensación superficial puede tener varias consecuencias negativas tanto para la estructura de un edificio como para la salud de sus ocupantes. Algunas de las consecuencias más comunes son:

- Manchas de humedad y moho: La presencia constante de humedad en las superficies puede llevar a la formación de manchas de humedad y moho, afectando tanto la estética como la integridad de los revestimientos.
- Deterioro de materiales: La humedad superficial puede dañar la pintura, el papel tapiz y otros revestimientos de las paredes, causando la necesidad de reparaciones.
- Problemas de salud: El moho y otros microorganismos que crecen en superficies húmedas pueden causar problemas de salud, especialmente en personas con alergias o problemas respiratorios.
- Mala calidad del aire: La presencia de moho en las superficies puede liberar esporas en el aire, afectando la calidad del aire interior y provocando problemas respiratorios en los ocupantes.

¿Cómo evitar y eliminar la condensación superficial?

Para evitar la condensación superficial, es esencial garantizar una buena ventilación y un aislamiento adecuado. Algunas medidas incluyen:

- Mejorar la ventilación: Asegurar un flujo constante de aire para reducir la acumulación de humedad interior. Esto puede incluir la instalación de ventiladores, extractor de aire en baños y cocinas, y la apertura regular de ventanas.
- Aislamiento de superficies frías: Mejorar el aislamiento de paredes, techos y suelos para evitar que las superficies interiores se enfríen demasiado.
- Uso de deshumidificadores: Reducir la humedad del aire interior mediante deshumidificadores para prevenir la condensación.
- Control de la humedad: Gestionar la humedad generada por actividades cotidianas, asegurando que se disperse adecuadamente y no se acumule en el interior.

7.3.3. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNO DE LOS CERRAMIENTOS

C1_Zocalo H

Resultados del cálculo de condensaciones

Condensación superficial

$$f_{R_{si}} = 0,924 \geq f_{R_{si},mín} = 0,606$$

El elemento constructivo no presenta condensaciones superficiales.

donde:

$f_{R_{si}}$: Factor de resistencia superficial interior, calculado como $(1 - U \cdot R_{si})$, donde $U = 0,304 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

$f_{R_{si},mín}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo, necesario para evitar la humedad superficial crítica, calculado considerando un valor de $\varphi_{si,cr} \leq 0,8$.

Condensación intersticial

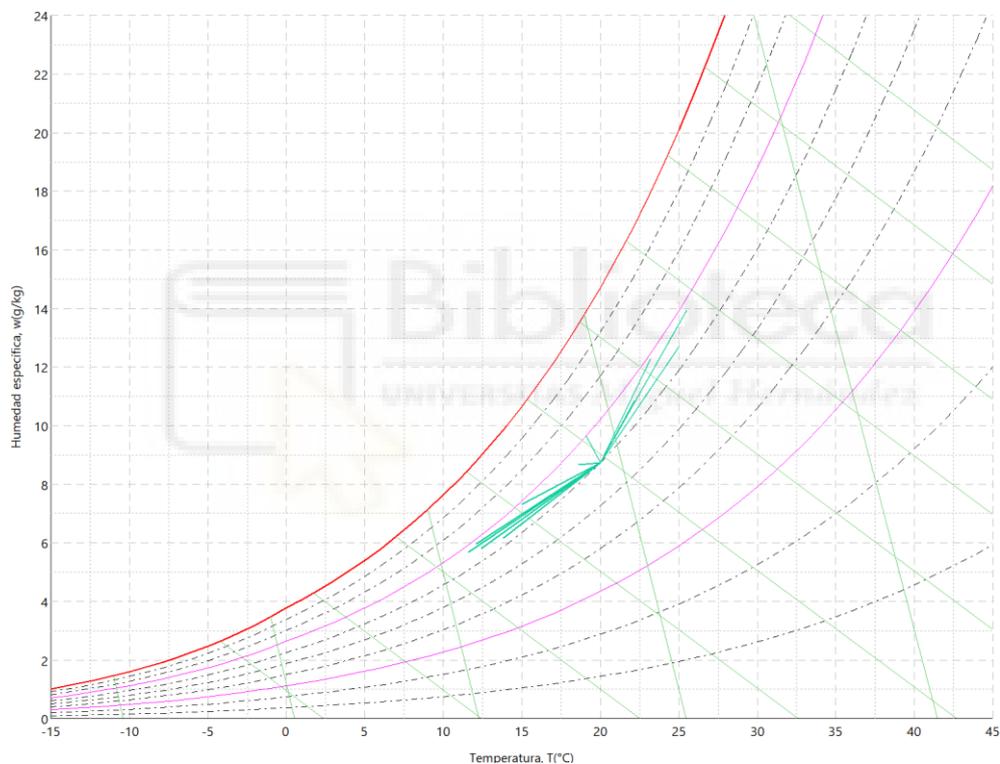
El elemento constructivo no presenta condensaciones intersticiales.

Condiciones higrotérmicas de cálculo

Las condiciones higrotérmicas exteriores e interiores utilizadas para realizar el cálculo de condensaciones son las siguientes:

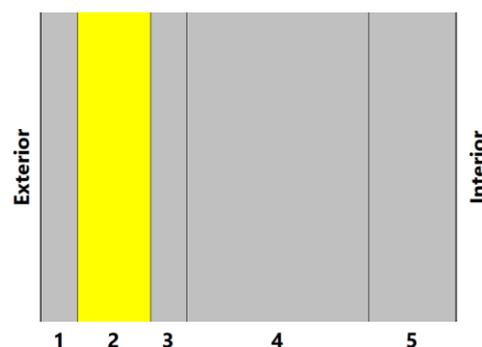
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Condiciones exteriores													
Temperatura, θ_e	(°C)	11,6	12,4	13,8	15,7	18,6	22,2	25	25,5	23,2	19,1	15	12,1
Humedad relativa, φ_e	(%)	67	65	63	65	65	65	64	68	69	70	69	68
Condiciones interiores													
Temperatura, θ_i	(°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Humedad relativa, φ_i	(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

El diagrama psicrométrico asociado al emplazamiento, con una altura sobre el nivel del mar de **5 m**, se muestra a continuación, representando mediante segmentos de recta las transiciones desde cada condición exterior de cálculo a su correspondiente condición interior.



Descripción del elemento constructivo

El esquema de la composición del elemento constructivo, en sección, es el siguiente:



Las características térmicas y las propiedades de difusión del vapor de agua de las capas homogéneas de caras paralelas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo son las siguientes:

C1_Zocalo H		e	λ	R	μ	S _d
		(cm)	(W/m·K)	(m ² ·K/W)		(m)
R _{se}				0,04		
1	Hormigón armado d > 2500	5	2,5	0,02	80	4
2	XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	10	0,034	2,94118	20	2
3	Hormigón armado d > 2500	5	2,5	0,02	80	4
4	Cámara de aire	25		0,09		0,01
5	Hormigón armado d > 2500	12	2,5	0,048	80	9,6
R _{si}				0,13		

donde:

e: Espesor, cm.

λ: Conductividad térmica del material, W/(m·K).

R: Resistencia térmica del material, m²·K/W.

μ: Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua del material.

S_d: Espesor de aire equivalente frente a la difusión del vapor de agua, m.

R_{se}: Resistencia térmica superficial exterior del elemento, m²·K/W.

R_{si}: Resistencia térmica superficial interior del elemento, m²·K/W.

La información de cálculo relativa a los parámetros higrotérmicos del elemento completo, derivada del modelo de capas homogéneas, es la siguiente:

Magnitud	Uds.	Valor
Espesor total del elemento, e _T	cm	57
Resistencia térmica total, R _T	m ² ·K/W	3,2892
Espesor de aire equivalente total, S _{d,T}	m	19,61
Transmitancia térmica, U	W/(m ² ·K)	0,304
Factor de resistencia superficial interior, f_{Rsi}	--	0,924

donde:

E_T: Espesor total del elemento, cm.

R_T: Resistencia térmica total del elemento, sumatorio de la resistencia térmica de cada capa, incluyendo las resistencias superficiales *R_{se}* y *R_{si}*, m²·K/W.

S_{d,T}: Espesor de aire equivalente total, sumatorio del espesor equivalente de cada capa del elemento, m.

U: Transmitancia térmica del elemento, calculada como la inversa de la resistencia térmica total, W/(m²·K).

f_{Rsi}: Factor de resistencia superficial interior, calculado como (1 - U·*R_{si}*), donde U = 0.304 W/m²·K y *R_{si}* = 0.25 m²·K/W.

Cálculo del factor de temperatura superficial interior necesario para evitar la humedad superficial crítica

Con objeto de prevenir los efectos adversos de la humedad superficial crítica, se ha limitado la humedad relativa máxima en la superficie interior a un valor de $\phi_{si,cr} \leq 0,8$.

Dadas las condiciones higrotérmicas exteriores, así como las interiores, el cálculo de *f_{Rsi,min}* queda como sigue:

	θ_e (°C)	φ_e (%)	θ_i (°C)	φ_i (%)	P_i (Pa)	$P_{sat}(\theta_{si})$ (Pa)	$\theta_{si,min}$ (°C)	$f_{Rsi,min}$
Enero	11,6	67	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,606
Febrero	12,4	65	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,564
Marzo	13,8	63	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,466
Abril	15,7	65	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,230
Mayo	18,6	65	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0
Junio	22,2	65	20	65	1519,02	1898,77	16,7	--*
Julio	25	64	20	65	1519,02	1898,77	16,7	--*
Agosto	25,5	68	20	65	1519,02	1898,77	16,7	--*
Septiembre	23,2	69	20	65	1519,02	1898,77	16,7	--*
Octubre	19,1	70	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0
Noviembre	15	69	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,338
Diciembre	12,1	68	20	65	1519,02	1898,77	16,7	0,581

*: No hay riesgo de formación de condensaciones superficiales en el paramento interior, ya que $\theta_e \geq \theta_i$.
donde:

θ_e : Temperatura del aire exterior, °C.

φ_e : Humedad relativa del aire exterior, %.

θ_i : Temperatura del aire interior, °C.

φ_i : Humedad relativa del aire interior, aumentada con un coeficiente de seguridad 5%, %.

P_i : Presión de vapor en el ambiente interior, Pa.

$P_{sat}(\theta_{si})$: Presión de saturación del vapor de agua mínima aceptable para la superficie interior, Pa.

$\theta_{si,min}$: Mínima temperatura superficial interior aceptable, calculada en base a la presión de saturación mínima aceptable, °C.

$f_{Rsi,min}$: Factor de resistencia superficial interior mínimo.

Dado que $f_{Rsi} = 0,924 > f_{Rsi,min} = 0,606$, no se producen condensaciones superficiales en el elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales

Se exponen a continuación los resultados alcanzados en el cálculo de las temperaturas y presiones en cada una de las interfases formadas en la unión entre las capas homogéneas que conforman el modelo de cálculo del elemento constructivo.

Cálculo de condensaciones intersticiales en el mes de enero.

C1_Zocalo H	θ (°C)	P_{sat} (Pa)	P_n (Pa)	φ (%)	g_c (g/(m ² ·mes))	M_a (g/m ²)
Aire exterior	11,6	1365,261	914,725	67		
Cara exterior	11,7	1374,514	914,725	66,5	--	--
Interfase 1-2	11,75	1379,161	1014,153	73,5	--	--
Interfase 2-3	19,26	2232,651	1063,867	47,7	--	--
Interfase 3-4	19,32	2239,760	1163,295	51,9	--	--
Interfase 4-5	19,55	2271,997	1163,544	51,2	--	--
Cara interior	19,67	2289,355	1402,171	61,2	--	--
Aire interior	20	2336,951	1402,171	60		

donde:

θ : Temperatura, °C.

P_{sat} : Presión de saturación del vapor de agua, Pa.

P_n : Presión del vapor de agua, Pa.

φ : Humedad relativa, %.

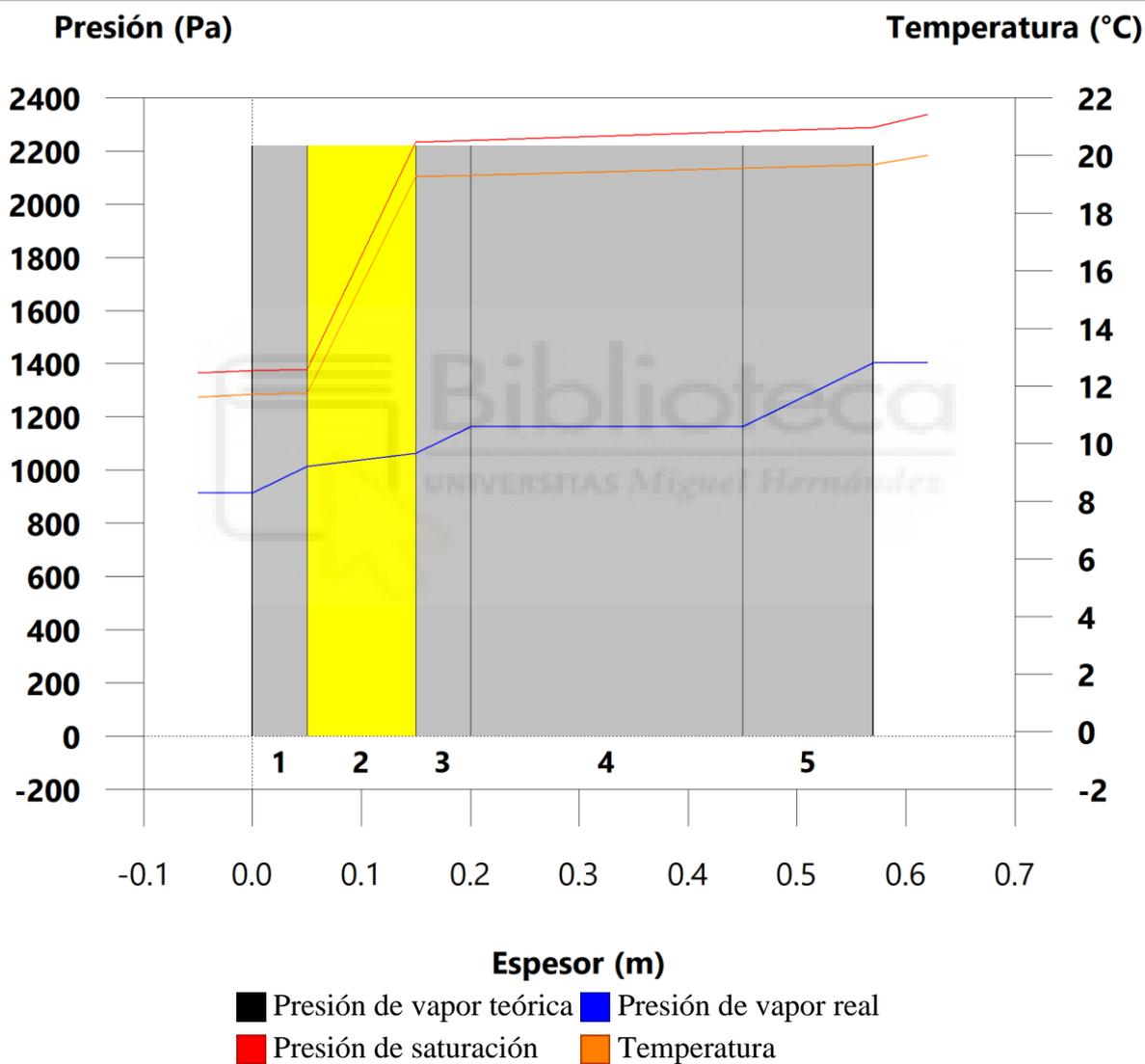
g_c : Densidad de flujo de condensación, g/(m²·mes).

M_a : Contenido acumulado de humedad por unidad de superficie, g/m².

>> Representación gráfica (Enero)

Representación gráfica de las condensaciones intersticiales previstas

Enero



8. INFORME DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

8.1. RESUMEN DEL CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

La siguiente tabla es un resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u	D_{cal}		D_{ref}	
	(m ²)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
ROOFTOP ENTRADA	2294,98	6872,23	2,99	35661,85	15,54
ROOFTOP 2 PISTA POLIDEPORTIVA	2390,55	204,51	0,09	46788,73	19,57
SISTEMA 1 Admon	77,86	64,33	0,83	796,12	10,23
Enfermería y masajes	56,83	68,01	1,2	521,81	9,18
Aseos y Vestuarios	559,89	537,17	0,96	8054,26	14,39
SISTEMA 2 VRF GIMNASIO	133,14	2640,56	19,83	5815,6	43,68
SISTEMA 4 RACK	7,10	18,01	2,54	185,01	26,06
SISTEMA 5 RACK EVENTOS	5,46	96,03	17,58	320,76	58,71
	5525,8	10500,85	1,9	98144,15	17,76

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m².

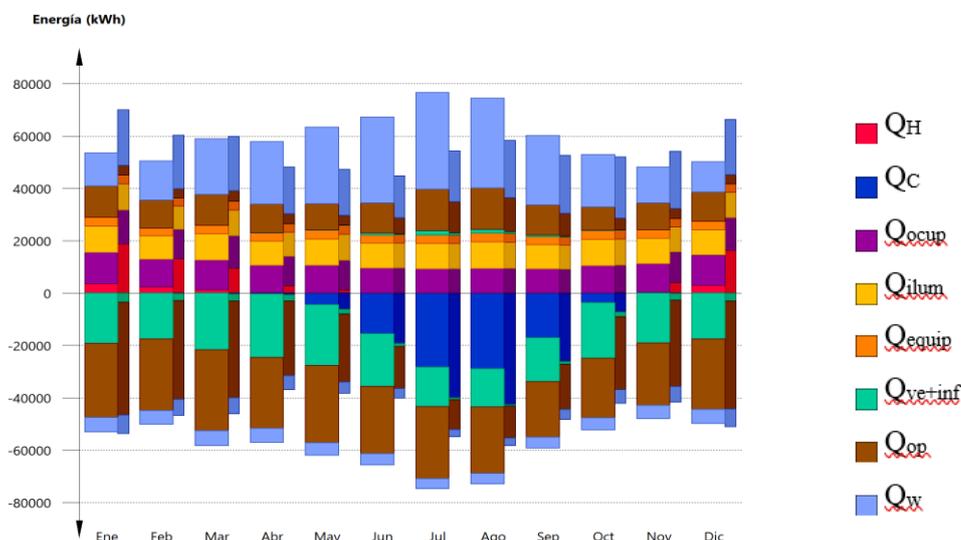
D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, kWh/m²·año.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, kWh/m²·año.

8.2. RESULTADOS MENSUALES

8.2.1. BALANCE ENERGÉTICO DEL EDIFICIO

La siguiente gráfica de barras muestra el balance energético del edificio mes a mes, contabilizando la energía perdida o ganada por transmisión térmica a través de elementos pesados y ligeros (Q_{op} y Q_w , respectivamente), la energía intercambiada por ventilación e infiltraciones (Q_{ve+inf}), la ganancia de calor interna debida a la ocupación (Q_{ocup}), a la iluminación (Q_{ilum}) y al equipamiento interno (Q_{equip}), así como el aporte necesario de calefacción (Q_H) y refrigeración (Q_C).



donde:

Q_{op} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos pesados en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_w : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica a través de elementos ligeros en contacto con el exterior, kWh/m²·año.

Q_{ve+inf} : Transferencia de energía correspondiente a la transmisión térmica por ventilación, kWh/m²·año.

Q_{equip} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida al equipamiento interno, kWh/m²·año.

Q_{ilum} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la iluminación, kWh/m²·año.

Q_{ocup} : Transferencia de energía correspondiente a la ganancia interna de calor debida a la ocupación, kWh/m²·año.

Q_H : Energía aportada de calefacción, kWh/m²·año.

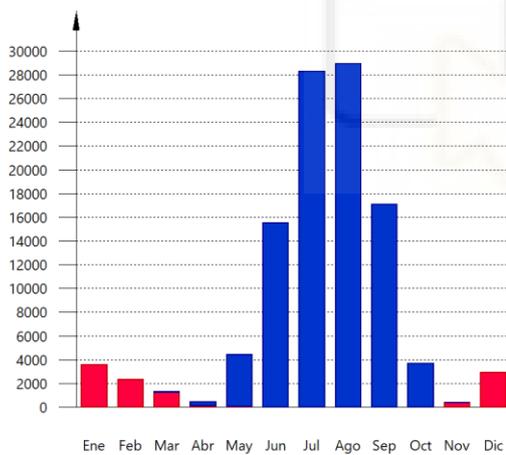
Q_C : Energía aportada de refrigeración, kWh/m²·año.

Q_{HC} : Energía aportada de calefacción y refrigeración, kWh/m²·año.

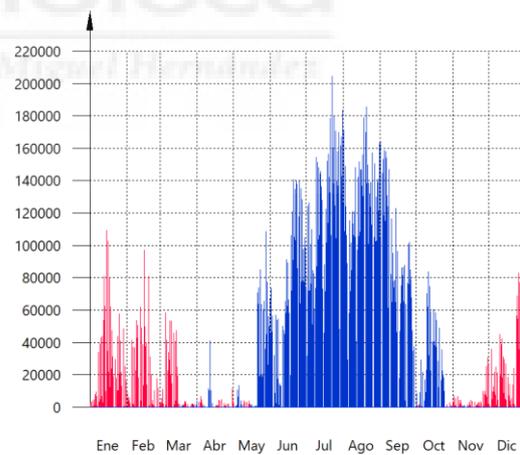
8.2.2. DEMANDA ENERGÉTICA MENSUAL DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

Atendiendo únicamente a la demanda energética a cubrir por los sistemas de calefacción y refrigeración, las necesidades energéticas y de potencia útil instantánea a lo largo de la simulación anual se muestran en los siguientes gráficos:

Energía (kWh/mes)



Potencia (W)



9. CALIFICACIÓN Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

Para este apartado habrá que cumplir las exigencias básicas que nos dicta el DB-HE Ahorro de energía.

Utilizaremos el programa CYPETHERM HE Plus para verificar tales exigencias, calificar el edificio y obtener el Certificado Energético.

9.1. EXIGENCIAS DEL CTE DB HE

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE):

El objetivo del requisito básico “Ahorro de energía” consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, asimismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico “DB HE Ahorro de energía” especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1. Exigencia básica HE 0: Limitación del consumo energético:

El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención.

El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

15.2. Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética:

Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre unidades de uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

15.5. Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria:

Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el

propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

En nuestro caso:

- Nos remitiremos a cumplir las exigencias básicas HE 0, HE 1, HE 2 y HE4.
- Quedan exentos en el presente proyecto las exigencias básicas HE 3, HE 4, HE 5 y HE 6.
- La exigencia básica HE 2 ha sido justificada anteriormente en el presente proyecto.
- En el caso del HE 4 únicamente añadiremos el equipo de producción de ACS en el programa informático para la calificación energética. El proyecto que corresponde a la instalación de producción de ACS no es objeto del presente proyecto.

9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE 0: LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

9.2.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

9.2.1.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR SUPERFICIE ÚTIL DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

$$C_{ep,nren} = 21,70 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,nren,lim} = 50 + 8 \cdot C_{FI} = 83,02 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,nren}$: Valor calculado del consumo de energía primaria no renovable, kWh/m²·año.

$C_{ep,nren,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria no renovable (tabla 3.1.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 4.13 W/m².

9.2.1.2. CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL POR SUPERFICIE ÚTIL DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL

$$C_{ep,tot} = 50,82 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año} \leq C_{ep,tot,lim} = 150 + 9 \cdot C_{FI} = 187,15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{año}$$



donde:

$C_{ep,tot}$: Valor calculado del consumo de energía primaria total, kWh/m²·año.

$C_{ep,tot,lim}$: Valor límite del consumo de energía primaria total (tabla 3.2.b, CTE DB HE 0), kWh/m²·año.

C_{FI} : Carga interna media del edificio (Anejo A, CTE DB HE), 4.13 W/m².

9.2.1.3. HORAS FUERA DE CONSIGNA

$$h_{fc} = 0 \text{ h/año} \leq 0,04 \cdot t_{ocu} = 141,92 \text{ h/año}$$



donde:

h_{fc} : Horas fuera de consigna del edificio al año, h/año.

t_{ocu} : Tiempo total de ocupación del edificio al año, h/año.

9.2.2. RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

9.2.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS DEL EDIFICIO

Se muestra el consumo anual de energía final, energía primaria y energía primaria no renovable correspondiente a los distintos servicios técnicos del edificio. Los consumos de los servicios de calefacción y refrigeración incluyen el consumo eléctrico de los equipos auxiliares de los sistemas de climatización.

Edificio ($S_u = 5525.8 \text{ m}^2$)

Servicios técnicos	EF		EP _{tot}		EP _{nren}	
	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)	(kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Calefacción	28643,24	5,18	37133,36	6,72	14510,75	2,63
Refrigeración	44922,57	8,13	66994,78	12,12	31524,68	5,71
ACS	21123,86	3,82	21837,95	3,95	1022,27	0,19
Ventilación	1424,14	0,26	2121,91	0,38	1000,17	0,18
Iluminación	102395,25	18,53	152699,91	27,63	71857,48	13
	198509,06	35,92	280798,96	50,82	119920,87	21,7

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

EF: Energía final consumida por el servicio técnico en punto de consumo.

EP_{tot}: Consumo de energía primaria total.

EP_{nren}: Consumo de energía primaria de origen no renovable.

9.2.3. RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS

Se indica a continuación el consumo de energía final (EF) y el rendimiento estacional de los generadores que atienden los servicios de calefacción, refrigeración y producción de ACS, obtenidos de la simulación del edificio.

El rendimiento estacional expresa la relación entre la producción de energía térmica del generador y su consumo total de energía.

Descripción	Vector energético	EF (kWh/año)	Rendimiento estacional
Generadores de calefacción			
ROOFTOP	Unidad climatizadora, sistema todo aire de caudal constante	Electricidad 2255,86	2,8
ROOFTOP 2	Unidad climatizadora, sistema todo aire de caudal constante	Electricidad 1686,43	2,81
PUHY-P300YNW-A2	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad 501,90	5,18
PUMY-P200YKM3	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad 61,59	3,13
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Gasóleo C 2592,45	0,7
Generadores de refrigeración			
PKA-M71KAL2	Equipo de rendimiento constante	Electricidad 27,24	6,8
MUY-TP50VF-E2 1	Equipo de rendimiento constante	Electricidad 39,17	8
ROOFTOP	Unidad climatizadora, sistema todo aire de caudal constante	Electricidad 14063,34	3,65
ROOFTOP 2	Unidad climatizadora, sistema todo aire de caudal constante	Electricidad 13078,55	3,66
PUHY-P300YNW-A2	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad 1405,41	4,54
PUMY-P200YKM3	Caudal de refrigerante variable (VRF)	Electricidad 292,82	4,95
Sistema de sustitución	Sistema de rendimiento estacional constante	Electricidad 4172,16	1,7
Generadores de ACS			
BOMBA DE CALOR BAXI Platinum BC Monobloc PBM4-i 20+AS 1000-2 E	BdC BAXI Platinum BC Monobloc PBM4	Electricidad 1458,83	3,62

donde:

EF: Consumo de energía final, kWh/año.

9.2.4. ENERGÍA PRODUCIDA Y APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES

9.2.4.1. APORTACIÓN DE ENERGÍA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES

Se indica la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio que procede de fuentes renovables no fósiles, como son la biomasa, la electricidad consumida que se produce en el edificio a partir de fuentes renovables y la energía térmica captada del medioambiente.

	Ene (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Abr (kWh)	May (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Ago (kWh)	Sep (kWh)	Oct (kWh)	Nov (kWh)	Dic (kWh)	Año (kWh/año)	(kWh/m ² ·año)
Electricidad autoconsumida de origen renovable	5716,4	6274,6	8714,4	10034,5	11449,9	12212,2	12309,4	11676,1	9769,3	8395,2	5454,7	4707	106713,7	19,3

donde:

S_u : Superficie útil habitable incluida en la envolvente térmica, m².

9.2.5. DEMANDA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

La demanda energética del edificio que debe satisfacerse en el cálculo del consumo de energía primaria, magnitud de control conforme a la exigencia de limitación del consumo energético HE 0, corresponde a la suma de la energía demandada de calefacción, refrigeración y ACS del edificio según las condiciones operacionales definidas.

9.2.5.1. DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio se obtiene mediante el procedimiento de cálculo descrito en el apartado 6.3, determinando para cada hora el consumo energético de un sistema ideal con potencia instantánea e infinita con rendimiento unitario.

Se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración de cada zona habitable, junto a la demanda total del edificio.

Zonas habitables	S_u (m ²)	D_{cal} (kWh/año)	D_{ref} (kWh/año)	D_{cal} (kWh/m ² ·año)	D_{ref} (kWh/m ² ·año)
ROOFTOP ENTRADA	2294,98	8920,37	3,89	34747,06	15,14
ROOFTOP 2 PISTA POLIDEPORTIVA	2390,55	7131,63	2,98	34348,67	14,37
SISTEMA 1 Admon	77,86	118,40	1,52	765,79	9,84
Enfermería y masajes	56,83	140,56	2,47	485,55	8,54
Aseos y Vestuarios	559,89	1654,67	2,96	7092,67	12,67
SISTEMA 2 VRF GIMNASIO	133,14	2760,59	20,73	5769,24	43,33
SISTEMA 4 RACK	7,10	26,84	3,78	179,13	25,23
SISTEMA 5 RACK EVENTOS	5,46	122,66	22,45	308,20	56,41
	5525,8	20875,72	3,78	83696,32	15,15

donde:

S_u : Superficie útil de la zona habitable, m^2 .

D_{cal} : Valor calculado de la demanda energética de calefacción, $kWh/año$.

D_{ref} : Valor calculado de la demanda energética de refrigeración, $kWh/m^2 \cdot año$.

9.2.6. MODELO DE CÁLCULO DEL EDIFICIO

9.2.6.1. CARGA INTERNA MEDIA

Se muestran los resultados del cálculo de la carga interna media de las zonas habitables del edificio.

Zonas habitables	S_u (m^2)	C_{FI} (W/m^2)
ROOFTOP ENTRADA	2294,98	4,2
ROOFTOP 2 PISTA POLIDEPORTIVA	2390,55	4,2
SISTEMA 1 Admon	77,86	4
Enfermería y masajes	56,83	3
Aseos y Vestuarios	559,89	3,5
SISTEMA 2 VRF GIMNASIO	133,14	3,4
SISTEMA 4 RACK	7,1	9,1
SISTEMA 5 RACK EVENTOS	5,46	9,1
	5525,8	4,1

donde:

S_u : Superficie habitable del edificio, m^2 .

C_{FI} : Carga interna media, W/m^2 . Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a la iluminación y la carga debida a los equipos (Anejo A, CTE DB HE).

9.2.6.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El procedimiento de cálculo empleado tiene como objetivo determinar el consumo de energía primaria del edificio procedente de fuentes de energía renovables y no renovables. Para ello, se ha empleado el documento reconocido CYPETHERM HE Plus.

Mediante dicho programa, se realiza una simulación anual por intervalos horarios de un modelo térmico zonal del edificio con el motor de cálculo de referencia EnergyPlus™ versión 23.1, en la que, hora a hora, se realiza el cálculo de la distribución de las demandas energéticas a satisfacer en cada zona del modelo térmico para mantener las condiciones operacionales definidas, determinando, para cada equipo técnico, su punto de trabajo, la energía útil aportada y la energía final consumida, desglosando el consumo energético por equipo, servicio técnico y vector energético utilizado.

El cálculo de la energía primaria que corresponde a la energía final consumida por los servicios técnicos del edificio, teniendo en cuenta la contribución de la energía producida in situ, se realiza mediante el programa CteEPBD integrado en CYPETHERM HE Plus, desarrollado por IETcc-CSIC en el marco del convenio con el Ministerio de Fomento, que implementa la metodología de cálculo de la eficiencia energética de los edificios descrita en la norma EN ISO 52000-1:2017.

La metodología descrita considera los aspectos recogidos en el apartado 4.1 de CTE DB HE 0.

9.2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE1: CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

9.2.1. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

9.2.1.1. CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

9.2.1.1.1. TRANSMITANCIA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Transmitancia de la envolvente térmica: Ninguno de los elementos de la envolvente térmica supera el valor límite

9.2.1.1.2. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA (K)

$K = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ \leq $K_{\text{lim}} = 0,92 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



donde:

K : Valor calculado del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

K_{lim} : Valor límite del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

	S (m ²)	L (m)	K _i (W/(m ² ·K))	%K
Área total de intercambio de la envolvente térmica = 11921.1 m²				
Fachadas	1481,75	--	0,04	8,42
Suelos en contacto con el terreno	4394,56	--	0,07	15,39
Suelos con el paramento inferior expuesto a la intemperie	17,3	--	0	0,18
Cubiertas	4286,07	--	0,13	29,18
Huecos	1741,38	--	0,15	33,37
Puentes térmicos	--	1464,720	0,06	13,47

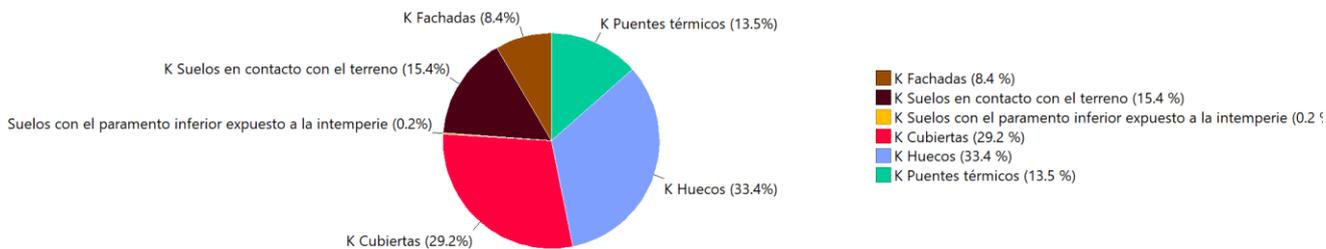
donde:

S : Superficie, m².

L : Longitud, m.

K_i : Coeficiente parcial de transmisión de calor, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

%K: Porcentaje del coeficiente global de transmisión de calor., %.



9.2.1.1.3. CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

$$q_{\text{sol,jul}} = 1,46 \text{ kWh/m}^2 \leq q_{\text{sol,jul_lim}} = 4 \text{ kWh/m}^2$$



Donde:

$q_{\text{sol,jul}}$: Valor calculado del parámetro de control solar, kWh/m².

$q_{\text{sol,jul_lim}}$: Valor límite del parámetro de control solar, kWh/m².

9.2.1.1.4. PERMEABILIDAD AL AIRE DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

$$n_{50} = 1,59788 \text{ h}^{-1}$$

donde:

n_{50} : Valor calculado de la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa, h⁻¹.

9.2.2.1. LIMITACIÓN DE DESCOMPENSACIONES

Limitación de descompensaciones: La transmitancia térmica de las particiones interiores no supera el valor límite

9.2.2.2. LIMITACIÓN DE CONDENSACIONES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Limitación de condensaciones: en la envolvente térmica del edificio no se producen condensaciones intersticiales

9.3.1. DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICA Y CONSTRUCTIVA DEL MODELO DE CÁLCULO

9.3.1.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LA ENVOLVENTE TÉRMICA

9.3.1.1.1. CERRAMIENTOS OPACOS

Los cerramientos opacos suponen el **53,17%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

9.3.1.1.2. HUECOS

Los huecos suponen el **33,37%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

9.3.1.1.3. PUENTES TÉRMICOS

Los puentes térmicos suponen el **13,47%** del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).

9.4. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA BÁSICA HE 4. CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Aunque no sea objeto de este proyecto, influye en la calificación energética del edificio y por eso lo tenemos en cuenta, pero no entraremos en detalle. Únicamente se especificará los datos necesarios y se mostrará el resultado de que cumple con la exigencia básica HE 4.

9.4.1. DATOS NECESARIOS

Datos necesarios que introducir en el programa CYPETHERM HE PLUS:

Para el cálculo de la demanda de referencia de ACS para edificios de uso distinto al residencial privado se consideran como aceptables los valores de la tabla c-Anejo F que recoge valores orientativos de la demanda de ACS para usos distintos del residencial privado, a la temperatura de referencia de 60°C, que serán incrementados de acuerdo con las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación.

Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado

Criterio de demanda	Litros/día-persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21

CRITERIO DE DEMANDA	CONSUMO POR OCUPANTE A 60º [Litros/día]	OCUPANTES [Personas]	DEMANDA DIARIA A 60º [Litros/día]
Vestuarios/Duchas colectivas	21	48	1008

9.4.2. CUANTIFICACIÓN DE LA EXIGENCIA

9.4.2.1. CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

$RER_{ACS,nrb} = 96,7\%$ ³ $RER_{ACS,nrb,lim} = 60\%$



donde:

$RER_{ACS,nrb}$: Valor calculado de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria, %.

$RER_{ACS,nrb,lim}$: Valor límite de la contribución de energía renovable para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria (sección 3.1.1, CTE DB HE 4), %.

10. CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA

Finalmente, después de todos los cálculos y cumplimientos de las exigencias básicas anteriores tenemos la certificación de eficiencia energética del edificio, calculada en el programa CYPETHERM HE PLUS.

10.1. DATOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Polideportivo Pabellón Florida Babel		
Dirección	Av. Pianista Gonzalo Soriano 6		
Municipio	Alicante	Código Postal	03007
Provincia	Alicante	Comunidad Autónoma	Comunidad Autónoma
Zona climática	B4	Año construcción	2024
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2019		
Referencia/s catastral/es	7966402YH1476F0001K1		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input checked="" type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input type="checkbox"/> Edificio Existente
<input type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input type="checkbox"/> Bloque <input type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input checked="" type="checkbox"/> Terciario <input checked="" type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	DANIEL LOBATO PÉREZ	NIF/NIE	52898477H
Razón social	UMH	NIF	
Domicilio			
Municipio	ELCHE	Código Postal	
Provincia	ALICANTE	Comunidad Autónoma	COMUNIDAD VALENCIANA
e-mail		Teléfono	
Titulación habilitante según normativa vigente	INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CYPETHERM HE Plus. 2024.c		

10.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B4	Uso	Otros usos
----------------	----	-----	------------

10.2.1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

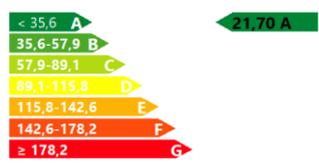
INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
<p>< 6,9 A 6,9-11,2 B 11,2-17,3 C 17,3-22,5 D 22,5-27,7 E 27,7-34,6 F ≥ 34,6 G</p> <p>3,73 A</p>	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	0,5		0,03	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales[kgCO ₂ /m ² ·año] ¹	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² ·año]	A	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² ·año]	A
	0,97		2,2	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² ·año	kgCO ₂ ·año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	3,58	19796
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	0,15	806,25

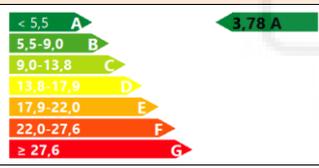
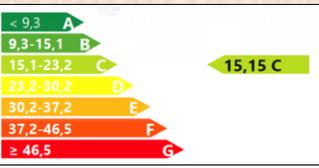
10.2.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]	A
	2,63		0,19	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable[kWh/m ² ·año] ¹	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	A
	5,71		13	

10.2.3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	
Demanda de calefacción[kWh/m ² ·año]	Demanda de refrigeración[kWh/m ² ·año]

¹ El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo edificios terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y PARTICULARES



1. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1.1. CAMPO DE APLICACIÓN

El Pliego de Condiciones desarrollado en este Proyecto tiene como propósito regular la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el mismo, centradas en la nueva instalación de climatización en el Centro Deportivo Pabellón Florida Babel.

Estas condiciones técnicas son de cumplimiento obligatorio para el Contratista adjudicatario, quien deberá confirmar por escrito su conocimiento y compromiso de ejecutar la obra conforme a estas condiciones, las cuales servirán de base para la adjudicación.

Los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares se establecen para regular los trabajos de suministro y colocación de las unidades de obra relacionadas con la instalación.

Este Pliego de Condiciones define los requisitos que debe cumplir la instalación térmica del edificio, destinada a la climatización del local, con el objetivo de asegurar un uso racional de la energía durante un periodo de vida económicamente razonable.

El Pliego de Condiciones especificará su campo de aplicación en los siguientes puntos:

- Características técnicas de la instalación.
- Condiciones de funcionamiento de la instalación.
- Condiciones de seguridad de la instalación.
- Condiciones técnicas de los equipos que componen la instalación para lograr un uso racional de la energía, principalmente mediante un adecuado rendimiento.
- Condiciones de mantenimiento de la instalación.
- Protección del medio ambiente.

1.2. ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones definidas por el presente Proyecto incluyen:

- Equipos de climatización de expansión directa tipo compacta Roof top.
- Equipos de climatización de expansión directa con tecnología de volumen de refrigerante variable (VRV).
- Sistema de ventilación forzada y recuperación de calor.
- Equipos de regulación y control.

Instalaciones que influyen, pero no son objeto del presente proyecto:

- Instalación eléctrica
- Instalación de ACS

1.3. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista será responsable de los gastos asociados al replanteo general y la comprobación de las obras, incluyendo replanteos parciales, ejecución de muestras, construcciones auxiliares, alquiler o adquisición de terrenos para almacenamiento de maquinaria y materiales, protección de estos contra deterioro, daño o incendio, cumplimiento de requisitos de almacenamiento de energía, liquidación y retirada de medios auxiliares utilizados.

Todos los equipos serán transportados adecuadamente embalados para resistir golpes durante las operaciones de carga, transporte, descarga y manipulación.

Se prestará especial atención al embalaje de instrumentos, equipos de precisión, motores eléctricos, etc., para prevenir daños causados por el polvo y la humedad.

Las piezas susceptibles de corrosión se protegerán con grasa u otro producto adecuado antes del embalaje.

Los aparatos, materiales y equipos instalados se protegerán durante la construcción para evitar daños por agua, basura, sustancias químicas u otros agentes.

Las superficies pulidas y mecanizadas se revestirán con un producto anticorrosivo.

Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán completamente antes de su instalación.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de eliminar cualquier material que considere defectuoso o inadecuadamente almacenado. Durante el montaje, se retirarán todos los materiales sobrantes de la obra.

Al finalizar los trabajos, el instalador realizará una limpieza general del material sobrante y de todos los elementos montados o no, relacionados con su trabajo.

1.4. RECEPCIÓN DE UNIDADES DE OBRA

Las omisiones en los Planos y el Pliego de Condiciones, o las descripciones incorrectas de detalles esenciales de la obra necesarios para cumplir con la intención establecida, no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles omitidos o mal descritos, siendo su responsabilidad como si hubieran sido especificados correctamente.

Los anexos a este Pliego detallan las condiciones específicas para la recepción de materiales y unidades de obra, así como las pruebas necesarias para la recepción de la obra en su totalidad.

Si alguna unidad de obra no cumple con las condiciones establecidas, el director de las obras decidirá si se rechaza o se acepta la unidad defectuosa. En caso de rechazo, los costos de demolición y reconstrucción correrán a cargo del Contratista. Si se acepta, el Contratista deberá aceptar una rebaja del precio de dicha unidad, consistente en un descuento del veinticinco por ciento (25%) sobre el precio de licitación, a menos que se indique un porcentaje diferente en los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares adicionales del Proyecto.

Los gastos de ensayos, pruebas, etc., serán responsabilidad del instalador.

1.5. NORMAS DE EJECUCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA EQUIPOS Y MATERIALES

Para la redacción del presente Proyecto se han considerado, además de la normativa técnica indicada en el presente Proyecto, las siguientes normas y reglamentos:

Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales de Alicante.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

El montaje de la instalación se realizará de acuerdo con el contenido del presente Proyecto y siguiendo las instrucciones del director de Obra.

El montaje de la instalación se llevará a cabo de tal manera que, a su entrega, cumpla con lo exigido en el vigente RITE, y que la ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios, si fuera el caso.

La empresa instaladora deberá elaborar planos de detalle, que podrán ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del equipo o aparato.

La empresa instaladora almacenará en un lugar previamente establecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra.

Los materiales procedentes de fábrica deberán estar adecuadamente embalados para protegerlos contra las inclemencias del tiempo, los golpes durante el transporte y en el lugar de almacenamiento. Se colocarán etiquetas identificativas en el exterior del embalaje, en un lugar visible.

A la llegada de los materiales a la obra, se comprobará que sus características técnicas corresponden con las especificadas en el Proyecto.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, la empresa instaladora deberá realizar el replanteo de los elementos de la instalación, el cual deberá ser aprobado por el director de Obra.

La empresa instaladora deberá cooperar con otros contratistas, si los hubiera, entregando la documentación necesaria para que los trabajos se desarrollen normalmente y sin retrasos.

Los equipos que requieren operaciones periódicas de mantenimiento deben instalarse de forma que permitan plena accesibilidad a todas sus partes.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y de fácil acceso.

Se prestará especial atención a la instalación en aquellas zonas donde, una vez montados los aparatos, sea difícil efectuar reparaciones.

La ejecución de la instalación se realizará de manera que no se produzcan ruidos o vibraciones que excedan los niveles máximos normativos establecidos en el vigente RITE.

Durante el montaje, el instalador deberá proteger los aparatos y accesorios, colocando tapones y cubriéndolos adecuadamente.

Se deberán retirar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos realizados con anterioridad.

Una vez finalizado el montaje, se procederá a una limpieza general para eliminar la grasa y el aceite que pudiera existir.

1.5.1. EQUIPOS AUTÓNOMOS DE CLIMATIZACIÓN

Todos los equipos Roof top y VRV deberán contar con la homologación CE para cada una de sus partes y cumplir con el tipo y características indicadas en el documento de memoria.

Cada equipo estará equipado con los dispositivos de seguridad necesarios, sin presentar peligro de incendio o explosión, y dispondrá de aberturas accesibles para limpieza y control.

Las operaciones de mantenimiento y limpieza de todas sus partes deberán poder realizarse fácilmente en el lugar de emplazamiento. Se preverá una toma eléctrica según se describe en el proyecto, un desagüe de condensados y la conexión a las tuberías de refrigerante.

1.5.1.1. TUBERÍAS DE REFRIGERANTE

Las tuberías se instalarán cumpliendo las siguientes exigencias:

Antes de su montaje, se debe verificar que no estén rotas, dobladas, aplastadas, oxidadas ni dañadas de ninguna manera. Su apariencia debe ser limpia y ordenada.

Las tuberías de refrigerante, tanto en fase líquida como vapor, serán de cobre según la norma UNE-EN 12735:2011.

Las tuberías se dispondrán en líneas paralelas o perpendiculares a los elementos estructurales del edificio, o en tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales deben estar colocadas lo más cerca posible del suelo o del techo, dejando siempre espacio para el aislamiento térmico. La distancia entre tuberías, o entre estas y los paramentos, no debe ser inferior a 3 cm.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible para realizar el menor número de uniones. En las uniones en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire. Al unir dos tuberías, se deberán cortar y colocar con exactitud para que no se encuentren forzadas. No se admitirán uniones en los cruces de forjados, muros u otros elementos estructurales. Las uniones mecánicas no se deberán ocultar ni enterrar.

La accesibilidad debe ser suficiente para permitir la manipulación o sustitución de tuberías sin necesidad de desmontar otras.

No se debe debilitar ningún elemento estructural para colocar las tuberías.

En los tramos curvos, no deben presentar garrotas, aplastamientos ni otras deformaciones en su sección transversal.

La sección de las tuberías en los tramos curvos no debe ser inferior a la sección en los tramos rectos.

Los apoyos de las tuberías deben ser suficientes para que, una vez calorifugadas, no se produzcan desviaciones

superiores a 2 por 1,000, ni ejerzan esfuerzo sobre las unidades interiores o exteriores.

Los elementos de sujeción y guiado deben permitir la libre dilatación de la tubería, sin perjudicar su aislamiento.

La sujeción debe hacerse preferentemente en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres las zonas de posibles movimientos.

Para reducir la transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos se debe interponer un material flexible, no metálico, de dureza y espesor adecuados.

Los manguitos se construirán de material adecuado y con dimensiones suficientes para que pueda pasar la tubería con su aislante con una holgura no mayor a 3 cm.

Si las tuberías atraviesan muros, tabiques o forjados, se colocarán manguitos que dejen espacio libre alrededor de la tubería, rellenándose estos con masilla plástica y terminándose a ras del elemento de obra, salvo cuando pasen a través de forjados, en cuyo caso deben sobresalir 2 cm por la parte superior.

Cuando un manguito atraviese un elemento que requiere una determinada resistencia al fuego, la solución constructiva del conjunto debe mantener como mínimo la misma resistencia al fuego.

El proceso de soldadura incluirá el abocardado de los tubos y la unión mediante soldadura fuerte por capilaridad a una temperatura mínima de 450 °C, con un contenido mínimo de plata del 18%.

Las tuberías no deben atravesar conductos de aire acondicionado ni chimeneas.

Las tuberías no deben estar en contacto con las conducciones eléctricas o de telecomunicaciones, siendo la distancia mínima entre ellas de 30 cm y de 3 cm frente a conducciones de gas.

1.5.1.2. TERMOSTATO DE REGULACIÓN Y CONTROL

Existirá una consola central desde la cual se podrá controlar y programar el funcionamiento de toda la instalación de climatización y ventilación.

Cada unidad terminal de climatización incorporará un termostato para el control de temperaturas, el cual ajustará la consigna de temperatura y gestionará la parada o puesta en marcha de la unidad.

El termostato se ubicará en un lugar donde se pueda observar fácilmente la posición de la escala indicadora o la posición de regulación.

Los elementos de control y regulación serán adecuados para los rangos de temperaturas, presiones y humedades en los que normalmente operará la instalación.

1.5.1.3. AISLAMIENTOS

El material de aislamiento no debe contener sustancias que formen microorganismos, no debe desprender olores a las temperaturas a las que será sometido y no debe sufrir deformaciones por temperaturas ni por condensaciones accidentales. Además, el aislamiento debe ser compatible con las superficies a las que será aplicado, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones de uso.

El aislamiento de las partes cercanas a focos de fuego será de material incombustible, recomendándose el

mismo tipo de material para las tuberías. Los materiales más comúnmente empleados como aislantes son vermiculita, lana de roca, amianto, espuma de vidrio y fibra de vidrio.

La colocación del aislamiento de las tuberías deberá cumplir las siguientes exigencias:

Las tuberías se limpiarán de cualquier materia extraña antes de colocar el aislamiento. Se preverán medios para evitar la oxidación de las tuberías previamente a la colocación del aislamiento.

El aislamiento de las tuberías se realizará con coquillas, no permitiéndose más de dos juntas longitudinales por sección y capa.

El aislamiento irá protegido con los materiales necesarios para evitar su deterioro con el tiempo, no pudiendo estar en ninguna circunstancia aplastado.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán con casquetes aislantes desmontables, si estos elementos son necesarios en las zonas que requieren aislamiento.

1.5.1.4. DILATADORES

En el presente Proyecto no hay tuberías de climatización por las cuales se transporte agua, pero si una instalación de ACS y por ello le hacemos una mención.

Para compensar las dilataciones de las tuberías, se emplearán cambios de dirección, asegurando que las curvas tengan un radio mayor a cinco veces el diámetro de la tubería. También se pueden usar dilatadores lineales y liras del mismo material que la tubería.

Los dilatadores deben permitir la eliminación de aire y el vaciado de la instalación, posibilitando que las tuberías se expandan con movimientos en la dirección de su eje sin generar esfuerzos transversales.

Se colocarán guías junto a los elementos de dilatación, instalando una cantidad suficiente para evitar que los dispositivos se vean afectados por los movimientos de dilatación de las tuberías.

Tanto si la compensación de la dilatación se realiza de forma natural como con elementos específicos, se debe considerar la dilatación del material de la tubería, que en el caso del cobre es de 0,017 mm por metro y °C.

1.5.2. EQUIPOS DE RECUPERACIÓN DE CALOR

Todas las partes del recuperador de calor deben ser accesibles para su mantenimiento y control.

Los filtros deben tener indicadores visuales de funcionamiento y los recuperadores contar con un accionamiento de múltiples velocidades o velocidad variable.

Además, deben incluir un elemento de bypass térmico.

1.5.2.1. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

El instalador deberá proteger los materiales durante el montaje, rechazando cualquier material defectuoso como rasgaduras o humedades al momento de la entrega.

Construcción:

Los conductos se fabricarán de chapa de acero galvanizado con aislamiento interior de fibra de vidrio.

Los conductos se fabricarán con fibra de vidrio de 25 mm de espesor para interiores y 40 mm para exteriores.

Los paneles interiores serán de largas fibras de vidrio inorgánico con resina, recubiertos en ambas caras con aluminio, tipo CLIMAVER PLUS R.

Los conductos exteriores estarán recubiertos por aluminio en su cara interior y tejido de vidrio reforzado en su cara exterior, tipo CLIMAVER STAR.

Diseñados para una velocidad de aire interior inferior a 6 m/s, evitando erosiones en los paneles.

Acabado:

Se finalizarán con una cubierta o acabado que garantice su conservación en ambientes marinos y al aire libre.

Dimensiones:

Los conductos de chapa de acero galvanizado serán de sección circular excepto el retorno de los equipos Roof top que serán de sección rectangular.

Los conductos de fibra de vidrio serán de sección rectangular, cumpliendo con la norma UNE 100-101-84 y la ITE 04.4.

Los conductos de fibra de vidrio se construirán conforme a la norma UNE 100.105 y serán de Clase M1.

Conexiones:

La conexión a compuertas, rejillas, difusores, etc., se realizará según lo indicado en el apartado 7 de la norma UNE 100-105-84.

Montaje:

Los conductos se construirán y montarán sin deformaciones, debido a grandes dimensiones o distancias excesivas entre soportes.

Se ajustarán con exactitud a las dimensiones indicadas en los planos, con cualquier variación autorizada por el Ingeniero director de la Instalación.

Unión y cierre:

La unión de los conductos se realizará con cintas adhesivas sensibles a la presión para conductos de fibra de vidrio que cumplan la norma UNE 100-106-84.

Estas cintas serán de aluminio recubierto con adhesivo sensible a la presión, con o sin revestimiento de protección, y tendrán una anchura mínima de 600 mm.

Anclaje:

Los conductos se anclarán para estar libres de vibraciones en todas las condiciones de funcionamiento.

Las varillas no deben tocar el conducto y deben estar perpendiculares al soporte y al conducto.

Los soportes para los conductos de sección circular de chapa de acero galvanizado serán abrazaderas circulares de chapa de acero galvanizado que irán anclados al techo.

Los soportes para los conductos de fibra de vidrio serán perfiles en U de chapa galvanizada de 1,5 mm de grosor, con agujeros para varillas galvanizadas de 6 a 8 mm, ancladas a bovedillas de techos o zunchos de hormigón mediante tacos metálicos.

No se permitirán atados de alambre ni colgados de elementos distintos del propio edificio.

Codos y cambios de sección:

Cumplirán con los radios y normas recomendadas para la mejor distribución del aire, siendo el radio del eje no inferior a vez y media la anchura del conducto.

Conexiones a unidades de tratamiento de aire:

Se realizarán interponiendo una junta flexible o goma para impedir la transmisión de vibraciones, fijada al climatizador mediante junta permanente y estanca.

Prohibiciones:

No se permitirá el paso de tuberías, conducciones o cualquier otro elemento ajeno por el interior de los conductos.

1.5.2.2. ELEMENTOS DE DIFUSIÓN Y ADMISIÓN DE AIRE

Función:

Efectuarán una correcta mezcla con el aire ambiente y mantendrán un nivel de ruido máximo de 30 dB.

Material:

Los difusores y rejillas de admisión serán de aluminio anodizado o de plástico, con características especificadas en el presente Proyecto.

Montaje:

Preferentemente con tornillos ocultos.

Medición de caudal:

Se realizará posicionando el aparato de medida en el punto marcado por el fabricante y multiplicando la lectura por el factor indicado por el mismo, conforme a la Norma UNE 100.010-89 de Climatización.

1.5.3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Conexionado:

El conexionado de los elementos del sistema de climatización serán realizadas por un instalador autorizado de BT, siguiendo las indicaciones del Proyecto y de la dirección facultativa.

Reglamento:

Según el vigente REBT.

Certificación:

Se extenderá un Certificado de Modificación de Instalación de Baja Tensión que se añadirá al resto de documentos al finalizar las obras.

1.6. ESPECIFICACIONES GENERALES

Condiciones:

No se aceptarán equipos, materiales ni aparatos con deformaciones o fisuras, ya sea antes o durante la instalación.

Funcionamiento:

Toda la instalación debe operar sin producir ruidos o vibraciones inaceptables o que superen los niveles máximos establecidos.

Correcciones:

Las correcciones para reducir ruido o vibraciones deben seguir las recomendaciones del fabricante y no reducir las especificaciones mínimas requeridas.

Homologación:

Todos los materiales, elementos y equipos utilizados en la instalación deben estar debidamente homologados según la legislación vigente.

1.7. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Señalización de conducciones:

Las conducciones de la instalación deben señalizarse con franjas, anillos y flechas dispuestas sobre su superficie exterior o sobre su aislamiento térmico, si lo tienen, conforme a lo indicado en la norma UNE 100100.

Instalación de elementos de medida y control:

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deben estar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, especialmente cuando cumplan funciones de seguridad.

Accesibilidad de equipos de mantenimiento:

Los equipos que requieran operaciones periódicas de mantenimiento deben ubicarse en lugares que permitan acceso completo a todas sus partes, cumpliendo con los requisitos más exigentes entre la normativa vigente y las recomendaciones del fabricante.

Equipos ocultos:

Para equipos con válvulas, unidades terminales o elementos de control que deban quedar ocultos, se debe prever un sistema de fácil acceso.

1.8. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

Regulación:

Según la instrucción complementaria MI BT 026 del REBT

1.9. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN

Los elementos principales de la instalación serán del tipo, marca y modelo indicados en el presente Proyecto.

1.10. LIBRO DE ÓRDENES

Disponibilidad y uso:

El instalador debe tener siempre, en todo momento, en la oficina de la obra, un libro de órdenes, con hojas foliadas por duplicado, disponible para la Dirección Facultativa. En este libro se anotarán todas las órdenes, controles, acuerdos y modificaciones establecidas entre las partes involucradas en la ejecución del proyecto.

1.11. PRUEBAS FINALES PARA LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA

Todas las pruebas deben realizarse en presencia del director de obra, quien dará conformidad tanto al procedimiento seguido como al resultado.

1.11.1. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE REDES Y TUBERÍAS

Objetivo:

Garantizar la estanqueidad de todas las redes de circulación de fluidos portadores mediante pruebas hidrostáticas.

Procedimiento:

Prueba final de estanqueidad:

Realizarse a una presión en frío equivalente a una vez y media la presión de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo con la norma UNE 100151.

Taponamiento de extremos:

Antes de instalar las unidades terminales, los extremos de la red deben estar tapados.

Pruebas de estanqueidad del circuito frigorífico:

Se deben efectuar pruebas de estanqueidad del circuito frigorífico antes de abrir las llaves de servicio y cargar el refrigerante.

Fases de prueba:

Introducir nitrógeno seco a una presión de 3 a 5 kg/cm², buscando fugas audibles y observando la presión durante 3 minutos.

Incrementar la presión a 15-18 kg/cm² y mantener la observación de la presión durante 5 minutos.

Aumentar la presión a 32 kg/cm² y verificar su estabilidad durante 24 horas sin variaciones notables.

Localización de fugas:

Si se detecta pérdida de presión, localizar las fugas tocando las uniones o usando agua y jabón.

En situaciones específicas, utilizar refrigerante y detectores electrónicos especializados.

Restricciones:

La presión de prueba no debe superar los 32 kg/cm². No se deben utilizar gases nobles como helio o argón para la prueba de estanqueidad y no se puede utilizar gases que no sean inertes.

1.11.2. PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN

Procedimiento:

Tras realizar las pruebas hidrostáticas y verificar los elementos de seguridad, se llenarán las instalaciones hasta alcanzar la temperatura de tarado de estos elementos, previa anulación de la regulación automática.

Inspección:

Durante y después del enfriamiento, se realizará una inspección visual para asegurar que no haya deformaciones notables y que el sistema de expansión funcione correctamente.

1.11.3. OTRAS PRUEBAS

Verificación final:

Comprobar que la instalación cumple con los requisitos de calidad, confort, seguridad y eficiencia energética.

Se prestará especial atención al funcionamiento de la regulación automática del sistema.

1.12. DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR PARA EL TITULAR

Certificado de instalación térmica.

Certificado de inspección inicial, si es requerido por el Servicio Territorial de Industria de Alicante.

Resultados de las pruebas realizadas antes de la puesta en servicio, justificadas con el certificado de final de obra.

Copia del Proyecto, ya sea impresa y visada o digital con la firma del autor y del colegio oficial.

Relación de materiales y equipos instalados, incluyendo la documentación y garantías pertinentes.

Manual de uso y mantenimiento según el apartado correspondiente.

1.13. LIBRO DE USO Y MANTENIMIENTO

El titular de las instalaciones descritas en el proyecto debe firmar un contrato de mantenimiento con una empresa autorizada y registrada en el Servicio Territorial de Industria de Alicante.

Esta empresa será responsable de mantener la instalación en óptimas condiciones, cumpliendo con las normativas vigentes del RITE, garantizando un uso eficiente de la energía y asegurando tanto la seguridad como la durabilidad de la instalación.

La empresa mantenedora deberá mantener un registro detallado de las operaciones de mantenimiento, documentando los resultados de las tareas realizadas. Este registro puede ser incluido en un "Manual de Uso y Mantenimiento".

El titular es responsable de mantener el contrato de mantenimiento activo y de conservar una copia del registro de operaciones durante al menos 5 años.

1.13.1. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

Al finalizar la instalación, el instalador o el director de obra proporcionará un "Manual de Uso y Mantenimiento" detallado al encargado de la instalación, el cual incluirá:

Características, marcas, modelos y dimensiones de todos los componentes de la instalación.

Directrices para el mantenimiento mínimo del conjunto.

Frecuencia y métodos de limpieza de los diferentes elementos.

Indicaciones para la conservación de los elementos más importantes.

Instrucciones de manejo y seguridad de la instalación.

1.13.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento adecuado:

El mantenimiento debe garantizar que las características de funcionamiento permanezcan dentro de los límites establecidos en las instrucciones técnicas.

Acciones y periodicidad:

Las acciones mínimas de mantenimiento y su frecuencia serán las indicadas en la ITC 03 del vigente RITE, según se especifica en los apartados siguientes.

1.13.3. CONDICIONES DE SEGURIDAD

El propósito de las condiciones de seguridad es minimizar al máximo el riesgo de daños a usuarios y operarios durante el uso de la instalación.

El responsable de la instalación recibirá estas condiciones, que incluirán las siguientes medidas:

Detener los equipos antes de cualquier intervención y desconectar sus tomas de corriente.

Utilizar carteles indicadores de seguridad antes de llevar a cabo cualquier intervención.

Cerrar las llaves de paso antes de abrir un circuito.

Implementar cualquier otra medida relevante para garantizar la seguridad.

En situaciones de emergencia, la seguridad de las personas debe ser la prioridad. La protección de bienes materiales debe hacerse siempre asegurando la máxima seguridad para las personas.

1.14. ENSAYO Y RECEPCIÓN

Esta instalación no requiere autorización administrativa previa del Organismo Territorial Competente para su puesta en funcionamiento, conforme al Decreto 59/1999 de la Consellería de Empleo, Industria y Comercio.

Para iniciar la operación de la instalación, se debe presentar al Organismo Territorial Competente la siguiente documentación:

Certificado firmado por el director de obra y el instalador autorizado.

El certificado de la instalación debe cumplir con los requisitos especificados en el modelo del apéndice de la Instrucción Técnica ITE 06.

Proyecto técnico de la instalación visado por el colegio profesional correspondiente.

La puesta en marcha de la instalación será realizada por el instalador autorizado, en presencia del titular de la instalación y del director de obra.

En general, la puesta en marcha de cada componente de la instalación, así como de la instalación en su conjunto, se realizará de acuerdo con el documento "Guía IDAE: Puesta en marcha de instalaciones según RITE", publicado en noviembre de 2014.

La recepción de la instalación por parte del titular se detalla en el siguiente apartado.

1.15. RECEPCIONES DE OBRA

Después del registro y puesta en marcha de la instalación, se entregará al usuario o titular una recepción provisional, válida hasta la conclusión del período de garantía, y que se documentará conforme al modelo de la Generalitat Valenciana.

En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora deberá proporcionar al director de obra la siguiente documentación, según lo establecido en ITE 06.5.2 (RITE):

Certificado de la instalación térmica firmado.

Memoria descriptiva de la instalación ejecutada, que contemple las bases del proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.

Copia de los planos de la instalación ejecutada, incluyendo al menos el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico y los planos de plantas. Estos planos deben mostrar el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la ubicación de las unidades terminales.

Relación de materiales y equipos utilizados, con indicación del fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento, acompañada de catálogos y documentación de origen y garantía.

Manual de Uso y Mantenimiento, junto con una lista de repuestos recomendados.

Compilación de los resultados de las pruebas realizadas.

El director de obra entregará estos documentos al titular de la instalación, tras revisar su contenido y firmar el certificado, para que este los presente al registro en el organismo territorial competente.

Además, la documentación de la instalación debe cumplir con los requisitos establecidos en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios. Una vez finalizado el período de garantía, que será de un año a menos que se estipule otro plazo en el contrato, la recepción provisional se convertirá, en definitiva, salvo que el titular haya presentado alguna reclamación previa.

1.16. GARANTÍA

Durante el período de garantía, cualquier avería o defecto de funcionamiento deberá ser corregido de manera gratuita por la empresa instaladora, a menos que se demuestre que las averías fueron causadas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.



1. RESUMEN DE PRESUPUESTO

Capítulo	Importe
1. PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	
1.1. EQUIPOS CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	567.350,56 €
1.2. TUBERÍAS FRIGORÍFICAS	11.801,47 €
1.3. DIFUSIÓN DE AIRE	153.564,02 €
1.4. LEGALIZACIÓN, PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA	4.840,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	737.556,05 €
13% de gastos generales	95.882,29 €
6% de beneficio industrial	44.253,36 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	877.691,7 €
21% IVA	184.315,257 €
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....	1.062.006,957 €

2. PRESUPUESTO PARCIAL

1.1	Ud	Unidad exterior Y (YNW) trifásica, bomba de calor, 1 módulo, modelo PUHY-P300YNW-A2 de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 33,5/37,5 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 7,66/7,86 kW, eficiencia energética EER/COP 4,37/4,77, eficiencia energética SEER/SCOP 8,00/4,24, interiores conectables: capacidad total 50 - 130%, modelo/cantidad P15-P250/1-26, alimentación fases, V/ Hz 3, 380-415V/50-60 Hz, intensidad máxima 22,7 A, diam. tuberías líq. gas 9,52 mm (3/8") (12,7 mm (1/2") si long >= 90 m) y gas 22,2 (7/8") mm, nivel sonoro (refrigeración/calefacción) 61,0/64,5 dB(A), ventilador caudal de aire 240 m³/min, dimensiones (AxHxF) 920x1.858x740 mm, refrigerante ecológico R410A con carga de fábrica 6,5 kg.		
Total Ud		1,000	16.121,33	16.121,33
1.2	Ud	Unidad exterior INVERTER (Serie MULTI-S), gama CITY MULTI (R410A) de MITSUBISHI ELECTRIC, trifásica de 22,4 kW (refrigeración) y 2 5 kW (calefacción).		
Total Ud		1,000	11.378,93	11.378,93
1.3	Ud	Conjunto SPLIT-PARED POWER INVERTER ESTACIONAL, bomba de calor, MITSUBISHI ELECTRIC, de 7,1 Kw en frío y 8,0 kW en calor.		
Total Ud		1,000	4.875,67	4.875,67
1.4	Ud	Unidad split de baja densidad, gama It Cooling, modelo MSY-TP50VF-C41 de MITSUBISHI ELECTRIC, compuesto por unidad interior MSY-TP50VF + unidad exterior MUY-TP50VF, capacidad frío nominal (mín.-máx.) 5,0 (1,5-5,7) kW, consumo nominal frío 1,45 kW, con estándares de eficiencia energética EER 3,45, SEER 8,0 (A+++), unidad interior caudal de aire (B/Media/A/Máx.) 10,1/11,6/13,7/16,5 m³/min, nivel sonoro (B/Media/A/Máx.) 31/36/40/45 dB(A), potencia sonora 60 dB(A), dimensiones (HxAxF) 305x923x250 mm, peso 12,5 kg, unidad exterior caudal de aire 29,3 m³/min, nivel sonoro 45 dB(A), dimensiones (HxAxF) 550x800x285 mm, peso 34 kg, tensión/fases intensidad máxima 230/1 - 9,6 V/F- A, conexión tubería frigorífica líq. 6,35 mm (1/4") y gas 9,52 mm (3/8") , longitud máxima vertical/total 12/20 m, refrigerante R32 con carga de fábrica 0,85 kg.		
Total Ud		1,000	3.202,43	3.202,43

1.5	Ud	ROOFTOP CLIMAVENETA o equivalente WSM2/HR/B/0132 Dimensiones: 2,96m largo , 1,60 ancho , 2,396 alto Potencia calorífica: 48.3kW Potencia frigorífica: 45.5kW Recuperación activa Peso: 1090kg Presión disponible en impulsión: 250Pa Caudal aire impulsión: 8400m3/h Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad y sus accesorios.			
Total Ud			7,000	34.533,07	241.731,49
1.6	Ud	ROOFTOP CLIMAVENETA o equivalente WSM2/HR/B/0152 Dimensiones: 2,96m largo , 1,60 ancho , 2,396 alto Potencia calorífica: 48.8kW Potencia frigorífica: 47.8kW Recuperación activa Peso: 1100kg Presión disponible en impulsión: 250Pa Caudal aire impulsión: 9500m3/h Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Replanteo de la unidad. Colocación y fijación de la unidad y sus accesorios.			
Total Ud			4,000	35.801,33	143.205,32
1.7	Ud	Unidad interior de conductos alta presión, sin filtros, gama City Multi, modelo PEFY-P140VMHS-E de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 16/18 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 0,190/0,190 kW, alimentación fases, V/ Hz 1, 220-240V/50-60 Hz, intensidad refrigeración/calefacción 1,24/1,24 A, diam. tuberías líq. 9,52 mm (3/8") y gas 15,88 mm (5/8"), nivel sonoro (B/M/A) 27/32/36 dB(A), ventilador caudal de aire (B/M/A) 28/34/40 m³/min, presión estática 50/100/150/200/250 Pa, potencia 0,375 kW, dimensiones (HxAxF) 380x1.195x900 mm, peso 53 kg.			
Total Ud			1,000	3.792,50	3.792,50
1.8	Ud	Unidad interior de conductos alta presión, sin filtros, gama City Multi, modelo PEFY-P200VMHS-E de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 22,4/25 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 0,63/0,63 kW, alimentación fases, V/ Hz 1, 220-240V/50-60 Hz, intensidad refrigeración/calefacción 3,47/3,47 A, diam. tuberías líq. 9,52 mm (3/8") y gas 19,05 mm (3/4"), nivel sonoro (B/M/A) 36/39/43 dB(A), ventilador caudal de aire (B/M/A) 50/61/72 m³/min, presión estática 50/100/150/200/250 Pa, potencia 0,87 kW, dimensiones (HxAxF) 470x1.250x1.120 mm, peso 97 kg.			
Total Ud			1,000	5.138,32	5.138,32
1.9	Ud	Unidad interior de conductos baja silueta, gama City Multi, modelo PEFY-P15VMS1-E de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 1,7/1,9 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 0,05/0,03 kW, alimentación fases, V/ Hz 1, 220-240V/50-60 Hz, intensidad refrigeración/calefacción 0,42/0,31 A, diam. tuberías líq. 6,35 mm (1/4") y gas 12,7 mm (1/2"), nivel sonoro (B/M/A) 22/24/28 dB(A), ventilador caudal de aire (B/M/A) 5/6/7 m³/min, presión estática 5/15/35/50 Pa, potencia 0,096 kW, dimensiones (HxAxF) 200x700+90x700 mm, peso 19 kg.			
Total Ud			2,000	1.543,17	3.086,34
1.10	Ud	Unidad interior tipo CONDUCTOS BAJA SILUETA, gama CITY MULTI (R410A) de MITSUBISHI ELECTRIC, de 3,6 kW (refrigeración) y 4 kW (calefacción).			
Total Ud			1,000	1.696,55	1.696,55
1.11	Ud	Unidad interior de conductos baja silueta, gama City Multi, modelo PEFY-P20VMS1-E de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 2,2/2,5 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 0,05/0,03 kW, alimentación fases, V/ Hz 1, 220-240V/50-60 Hz, intensidad refrigeración/calefacción 0,47/0,36 A, diam. tuberías líq. 6,35 mm (1/4") y gas 12,7 mm (1/2"), nivel sonoro (B/M/A) 23/25/29 dB(A), ventilador caudal de aire (B/M/A) 5,5/6,5/8 m³/min, presión estática 5/15/35/50 Pa, potencia 0,096 kW, dimensiones (HxAxF) 200x700+90x700 mm, peso 19 kg.			
Total Ud			1,000	1.570,48	1.570,48
1.12	Ud	Unidad interior de conductos baja silueta, gama City Multi, modelo PEFY-P50VMS1-E de MITSUBISHI ELECTRIC, capacidad nominal refrigeración/calefacción 5,6/6,3 kW, consumo nominal refrigeración/calefacción 0,09/0,07 kW, alimentación fases, V/ Hz 1, 220-240V/50-60 Hz, intensidad refrigeración/calefacción 0,67/0,56 A, diam. tuberías líq. 6,35 mm (1/4") y gas 12,7 mm (1/2"), nivel sonoro (B/M/A) 30/32/35 dB(A), ventilador caudal de aire (B/M/A) 9,5/11/13 m³/min, presión estática 5/15/35/50 Pa, potencia 0,096 kW, dimensiones (HxAxF) 200x900+90x700 mm, peso 24 kg.			
Total Ud			2,000	1.854,14	3.708,28
1.13	Ud	Recuperador entálpico Lossnay, modelo LGH-100RVX-E de MITSUBISHI ELECTRIC, alimentación eléctrica 1 Fase, 220-240V, 50 Hz/220V, 60 Hz, caudal de aire máx. 1.000 m³/h, consumo eléctrico máx. 420 W, presión externa máx. 170 Pa, dimensiones (hxaxf) 404x1.131x1.278 mm, peso 54 kg.			

Total Ud		2,000	5.178,61	10.357,22
1.14	Ud	Recuperador entálpico Lossnay, modelo LGH-150RVX-E de MITSUBISHI ELECTRIC, alimentación eléctrica 1 Fase, 220-240V, 50Hz/220V, 60Hz, caudal de aire máx. 1.500 m³/h, consumo eléctrico máx. 670 W, presión externa máx. 175 Pa, dimensiones (hxaxf) 808x1.010x1.045 mm, peso 98 kg.		
Total Ud		1,000	9.249,69	9.249,69
1.15	Ud	Filtro M6 modelo PZ-M6TDF-E de MITSUBISHI ELECTRIC, para LGH-RVXT para combinar con PZ-F8TDF-E.		
Total Ud		1,000	688,88	688,88
1.16	Ud	Filtro F8 modelo PZ-F8TDF-E de MITSUBISHI ELECTRIC, para LGH-RVXT para combinar con PZ-M6TDF-E.		
Total Ud		1,000	737,21	737,21
1.17	Ud	Filtro F7 PZ-100RFH3-E para LGH-RVX3x		
Total Ud		1,000	404,17	404,17
1.18	Ud	Control remoto DELUXE con programador semanal, pantalla retro iluminada, sonda de temperatura integrada, modo vigilia, retorno automático de consigna, Dual Set Point, registro y lectura del consumo eléctrico y desescarche inteligente. Permite controlar 1 g. /16 Uds		
Total Ud		9,000	184,60	1.661,40
1.19	Ud	Mando con programador semanal para Lossnay		
Total Ud		3,000	224,52	673,56
1.20	Ud	Control centralizado para 200 grupos con pantalla táctil		
Total Ud		1,000	4.814,59	4.814,59
1.21	Ud	Kit distribuidor, serie MULTI-S, gama CITY MULTI de MITSUBISHI ELECTRIC, de 2 salidas.		
Total Ud		5,000	156,26	781,30
1.22	Ud	Kit distribuidor, gama CITY MULTI de MITSUBISHI ELECTRIC, de 2 salidas.		
Total Ud		1,000	189,88	189,88
1.23	Ud	Bomba de condensados para unidades de conductos PEFY-P(40_140)VMHS-E ó PEFY-P125VMHS-E-F. Modelo PAC-DRP10DP-E2.		
Total Ud		1,000	295,99	295,99
1.24	Ud	Bomba de condensados para unidades de conductos PEFY-P(200/250)VMHS-E. Modelo PAC-KE05DM-F.		
Total Ud		1,000	295,99	295,99
1.25	Ud	Filtro de larga duración para modelos PEFY-P100_140VMH, gama Accesorios de MITSUBISHI ELECTRIC.		
Total Ud		1,000	160,46	160,46
1.26	Ud	Filtro de larga duración para modelos PEFY-P200_250VMH, gama Accesorios de MITSUBISHI ELECTRIC.		
Total Ud		1,000	283,38	283,38
1.27	Ud	Caja para filtros de larga duración para PEFY-P100_140VMH, gama Accesorios de MITSUBISHI ELECTRIC.		
Total Ud		1,000	388,44	388,44
1.28	Ud	Caja para filtros de larga duración para PEFY-P200_250VMH, gama Accesorios de MITSUBISHI ELECTRIC.		
Total Ud		1,000	442,02	442,02
1.29	Ud	Ventilador mecánico controlado SIBERCRIT EZ 2700, simple flujo autorregulable. De bajo consumo, caudal de 1800m³/h, monofásico.		
Total Ud		1,000	3.506,83	3.506,83
1.30	Ud	Ventilador mecánico controlado SIBERCRIT EZ 1000, simple flujo autorregulable. De bajo consumo, caudal de 1800m³/h, monofásico.		
Total Ud		3,000	1.380,98	4.142,94
1.31	Ud	Bancada de la marca Walraven, Custom Yeti® 335 + zona mantenimiento con plataforma de rejilla.		
Total Ud		12,000	5.856,53	70.278,36
1.32	Ud	Bancada de la marca Walraven para VRV		
Total Ud		2,000	2.704,73	5.409,46
1.33	Ud	Bancada de la marca Walraven para Equipos Split		
Total Ud		3,000	1.128,83	3.386,49

1.34	M	Red de evacuación de condensados, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo flexible de PVC, de 25 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, que conecta la unidad de aire acondicionado con la red de pequeña evacuación, la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocados mediante unión pegada con adhesivo. Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
Total m			230,000	38,83	8.930,90
1.35	Ud	Variador de velocidad auto-transformador para ventiladores. Alimentación: monofase 230 V, 50 Hz. Potencia máxima admisible de 160 W. Intensidad máxima admisible de 1 A. 1 posición de PARO + 5 velocidades fijas (ver tabla). Dimensiones 116 x 116 x 62 - Peso neto 0.77 Kg. Caja plástica con botón de control en fachada.			
Total Ud			4,000	179,52	718,08
1.36	Ud	Bloque para conexión de mandos MA y unidades PKA.			
Total Ud			1,000	45,68	45,68
Total presupuesto parcial nº 1 EQUIPOS CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN :					567.350,56



Presupuesto parcial nº 2 TUBERÍAS FRIGORÍFICAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 6.35mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			48,600	33,38	1.622,27
2.2	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 9.53mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			110,600	35,84	3.963,90
2.3	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 12.7mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			70,700	36,93	2.610,95
2.4	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 15.88mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			59,410	40,17	2.386,50
2.5	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 19.5mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			6,200	45,84	284,21
2.6	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 22.23mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			13,270	50,04	664,03
2.7	M	Canalización vista realizada con tubo de cobre, diámetro exterior 28.58mm y espesor de pared 1mm, con aislamiento mediante coquilla de espuma elastomérica, incluso garras de sujeción y con un incremento del precio del tubo del 40% en concepto de uniones, accesorios y piezas especiales, totalmente instalada y comprobada.			
Total m			4,350	61,98	269,61
Total presupuesto parcial nº 2 TUBERÍAS FRIGORÍFICAS:					11.801,47

3.1	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 100 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			27,500	11,37	312,68
3.2	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 125 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			25,500	12,25	312,38
3.3	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 150 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			7,000	15,77	110,39
3.4	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 160 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			2,300	17,30	39,79
3.5	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 175 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			11,000	18,48	203,28
3.6	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 225 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			32,300	23,12	746,78
3.7	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 250 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			7,500	25,54	191,55
3.8	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 280 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			15,000	28,54	428,10
3.9	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 300 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			106,510	32,09	3.417,91
3.10	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 355 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			74,000	38,16	2.823,84
3.11	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 400 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			19,400	42,05	815,77
3.12	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor y 400 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			

Total m		18,000	42,05	756,90
3.13	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor y 450 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		15,000	47,72	715,80
3.14	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor y 450 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		5,000	47,72	238,60
3.15	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor y 500 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		8,000	60,41	483,28
3.16	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor y 500 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		15,000	60,41	906,15
3.17	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 560 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		2,600	66,42	172,69
3.18	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 560 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		23,000	66,42	1.527,66
3.19	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 600 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		3,000	77,59	232,77
3.20	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 600 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		18,000	77,59	1.396,62
3.21	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 710 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		52,000	91,02	4.733,04
3.22	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 0.7 mm de espesor y 710 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		9,540	91,02	868,33
3.23	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 1.0 mm de espesor y 750 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.		
Total m		37,700	98,74	3.722,50

3.24	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 1.0 mm de espesor y 1000 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			0,500	168,34	84,17
3.25	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 1.0 mm de espesor y 1000 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			7,900	168,34	1.329,89
3.26	M	Conducto realizado con tubo rígido helicoidal de chapa de acero galvanizado de 1.0 mm de espesor y 1000 mm de diámetro, para conductos de ventilación y climatización, con un incremento sobre el precio del tubo del 20% en concepto de piezas especiales (uniones y accesorios), totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB HS-3 del CTE.			
Total m			7,700	168,34	1.296,22
3.27	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 17.5x17.5cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			5,000	30,79	153,95
3.28	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 20x20cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			143,000	30,79	4.402,97
3.29	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 22.5x22.5cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			61,000	30,79	1.878,19
3.30	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 20x25cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			5,600	33,23	186,09
3.31	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 25x25cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			2,500	38,49	96,23
3.32	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 27.5x27.5cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			2,500	43,40	108,50
3.33	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 30x35cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			2,700	48,31	130,44
3.34	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 30x40cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			
Total m			1,000	48,31	48,31
3.35	M	Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 30x50cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.			

Total m		2,600	53,22	138,37
3.36	M	<p>Conducto rectangular para ventilación y acondicionamiento del aire de 30x70cm, formado por paneles rígidos de lana mineral (MW), revestidos exteriormente por una lámina de aluminio y aluminio por el interior, de 25mm de espesor, conductividad térmica a 20°C de 0.038 W/m²K, reacción al fuego Euroclase A2-s1,d0, incluso formación, montaje, corte uniones y colocación, totalmente instalado y comprobado según ITE 05.3 del RITE.</p>		
Total m		1,000	63,04	63,04
3.37	M	<p>Red de conductos flexibles de distribución de aire para climatización, constituida por tubo flexible de 80 mm de diámetro, temperatura de trabajo entre -30°C y 250°C, compuesto por un tubo interior de un complejo de poliéster y aluminio con refuerzo de alambre tratado contra la oxidación en forma de espiral helicoidal, aislamiento de lana de vidrio de 25 mm de espesor y recubrimiento exterior de aluminio reforzado. Incluso cinta de aluminio y elementos de fijación con una separación máxima de 1,50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos flexibles para conducción de aire. Colocación y fijación de tubos flexibles para conducción de aire. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
Total m		2,000	23,82	47,64
3.38	M	<p>Red de conductos flexibles de distribución de aire para climatización, constituida por tubo flexible de 125 mm de diámetro, temperatura de trabajo entre -30°C y 250°C, compuesto por un tubo interior de un complejo de poliéster y aluminio con refuerzo de alambre tratado contra la oxidación en forma de espiral helicoidal, aislamiento de lana de vidrio de 25 mm de espesor y recubrimiento exterior de aluminio reforzado. Incluso cinta de aluminio y elementos de fijación con una separación máxima de 1,50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos flexibles para conducción de aire. Colocación y fijación de tubos flexibles para conducción de aire. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
Total m		1,000	27,08	27,08
3.39	M	<p>Red de conductos flexibles de distribución de aire para climatización, constituida por tubo flexible de 150 mm de diámetro, temperatura de trabajo entre -30°C y 250°C, compuesto por un tubo interior de un complejo de poliéster y aluminio con refuerzo de alambre tratado contra la oxidación en forma de espiral helicoidal, aislamiento de lana de vidrio de 25 mm de espesor y recubrimiento exterior de aluminio reforzado. Incluso cinta de aluminio y elementos de fijación con una separación máxima de 1,50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos flexibles para conducción de aire. Colocación y fijación de tubos flexibles para conducción de aire. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
Total m		2,000	29,02	58,04
3.40	M	<p>Red de conductos flexibles de distribución de aire para climatización, constituida por tubo flexible de 200 mm de diámetro, temperatura de trabajo entre -30°C y 250°C, compuesto por un tubo interior de un complejo de poliéster y aluminio con refuerzo de alambre tratado contra la oxidación en forma de espiral helicoidal, aislamiento de lana de vidrio de 25 mm de espesor y recubrimiento exterior de aluminio reforzado. Incluso cinta de aluminio y elementos de fijación con una separación máxima de 1,50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos flexibles para conducción de aire. Colocación y fijación de tubos flexibles para conducción de aire. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
Total m		1,000	34,55	34,55
3.41	M	<p>Red de conductos flexibles de distribución de aire para climatización, constituida por tubo flexible de 250 mm de diámetro, temperatura de trabajo entre -30°C y 250°C, compuesto por un tubo interior de un complejo de poliéster y aluminio con refuerzo de alambre tratado contra la oxidación en forma de espiral helicoidal, aislamiento de lana de vidrio de 25 mm de espesor y recubrimiento exterior de aluminio reforzado. Incluso cinta de aluminio y elementos de fijación con una separación máxima de 1,50 m.</p> <p>Incluye: Replanteo del recorrido del conducto y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación de tubos flexibles para conducción de aire. Colocación y fijación de tubos flexibles para conducción de aire. Comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>		
Total m		1,000	40,15	40,15

3.42	Ud	Suministro y montaje de regulador de caudal de aire constante, marca KOOLAIR, modelo RCQK, de sección rectangular tamaño 200x200 mm, para impulsión o retorno de aire. Automecánico, sin necesidad de energía exterior, garantizando un caudal de aire constante independientemente de las variaciones de presión que sufra el sistema. Envloventes y compuerta de chapa de acero galvanizado. Aporta el caudal requerido con una elevada exactitud, facilmente ajustable a otros volúmenes de aire en obra. Presión de entrada mínima necesaria de 50 Pa. PUede instalarse en posición horizontal o vertical. Puede incorporar aislamiento termoacústico de espesor 50 mm (RCQK-D).			
Total Ud			3,000	222,48	667,44
3.43	Ud	Suministro y montaje de regulador de caudal de aire constante, marca KOOLAIR, modelo RCQK, de sección rectangular tamaño 175x175 mm, para impulsión o retorno de aire. Automecánico, sin necesidad de energía exterior, garantizando un caudal de aire constante independientemente de las variaciones de presión que sufra el sistema. Envloventes y compuerta de chapa de acero galvanizado. Aporta el caudal requerido con una elevada exactitud, facilmente ajustable a otros volúmenes de aire en obra. Presión de entrada mínima necesaria de 50 Pa. PUede instalarse en posición horizontal o vertical. Puede incorporar aislamiento termoacústico de espesor 50 mm (RCQK-D).			
Total Ud			2,000	210,60	421,20
3.44	Ud	Suministro y montaje de regulador de caudal de aire constante, marca KOOLAIR, modelo RCCK, de sección circular tamaño Ø 250 mm, para impulsión o retorno de aire. Automecánico, sin necesidad de energía exterior, garantizando un caudal de aire constante independientemente de las variaciones de presión que sufra el sistema. Envloventes y compuerta de chapa de acero galvanizado. Aporta el caudal requerido con una elevada exactitud, facilmente ajustable a otros volúmenes de aire en obra. Presión de entrada mínima necesaria de 50 Pa. PUede instalarse en posición horizontal o vertical. Puede incorporar aislamiento termoacústico de espesor 50 mm (RCCK-D).			
Total Ud			3,000	165,44	496,32
3.45	Ud	Suministro y montaje de regulador de caudal de aire constante, marca KOOLAIR, modelo RCCK, de sección circular tamaño Ø 175 mm, para impulsión o retorno de aire. Automecánico, sin necesidad de energía exterior, garantizando un caudal de aire constante independientemente de las variaciones de presión que sufra el sistema. Envloventes y compuerta de chapa de acero galvanizado. Aporta el caudal requerido con una elevada exactitud, facilmente ajustable a otros volúmenes de aire en obra. Presión de entrada mínima necesaria de 50 Pa. PUede instalarse en posición horizontal o vertical. Puede incorporar aislamiento termoacústico de espesor 50 mm (RCCK-D).			
Total Ud			2,000	148,90	297,80
3.46	Ud	Rejilla de retorno de retícula RMT 1000x350 marca Madel con marco de aluminio extruido y retícula de aluminio laminado provistas de una junta en la parte posterior del marco.			
Total Ud			22,000	126,69	2.787,18
3.47	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones 200x100 mm, para retorno de aire con aletas horizontales fijas a 45ºindividualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			17,000	26,76	454,92
3.48	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones 250x100 mm, para retorno de aire con aletas horizontales fijas a 45ºindividualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			8,000	32,74	261,92
3.49	Ud	Suministro y montaje de regulador de caudal de aire constante, marca KOOLAIR, modelo RCCK, de sección circular tamaño Ø 225 mm, para impulsión o retorno de aire. Automecánico, sin necesidad de energía exterior, garantizando un caudal de aire constante independientemente de las variaciones de presión que sufra el sistema. Envloventes y compuerta de chapa de acero galvanizado. Aporta el caudal requerido con una elevada exactitud, facilmente ajustable a otros volúmenes de aire en obra. Presión de entrada mínima necesaria de 50 Pa. PUede instalarse en posición horizontal o vertical. Puede incorporar aislamiento termoacústico de espesor 50 mm (RCCK-D).			
Total Ud			1,000	155,58	155,58
3.50	Ud	Suministro e instalación de difusor rotacional de lama móvil marca KOOLAIR modelo DF-RO-2460-PQA-RE integrado en placa de dimensiones 595x595 mm. Incorpora plenum de conexión lateral aislado y compuerta de regulación accesible desde falso techo, con todos sus elementos de fijación. Pintado en RAL a definir por Dirección Facultativa			
Total Ud			8,000	263,66	2.109,28

3.51	Ud	Suministro e instalación de difusor rotacional de lama móvil marca KOOLAIR modelo DF-RO-2060-PQA-RE integrado en placa de dimensiones 595x595 mm. Incorpora plenum de conexión lateral aislado y compuerta de regulación accesible desde falso techo, con todos sus elementos de fijación. Pintado en RAL a definir por Dirección Facultativa			
Total Ud			8,000	231,31	1.850,48
3.52	Ud	Suministro e instalación de difusor largo alcance termorregulable marca KOOLAIR. El difusor DGV-TR es aplicable en todo tipo de instalaciones, tanto en conductos vistos como en techos, para alturas entre 4 y 15 m. El mecanismo termorregulable empieza a operar en modo calor para temperaturas de impulsión =28°C. y en frío para temperaturas =25°C. Puede incorporar plenum de conexión lateral, con compuerta de regulación en la boca de entrada.			
Total Ud			84,000	1.187,80	99.775,20
3.53	Ud	Suministro e instalación de tobera de largo alcance con cuello para conducto circular de Ø 250 mm, marca KOOLAIR, modelo DF-49-A-TR. Permite el giro en todas las direcciones (±30°), para la orientación de la vena de aire. Incorpora embellecedor exterior, para impedir la visión de los tornillos de fijación. Fabricado en aluminio, acabado pintado en RAL a definir por Dirección Facultativa			
Total Ud			18,000	324,91	5.848,38
3.54	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones 250x150 mm, para retorno de aire con aletas horizontales fijas a 45°individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			5,000	37,39	186,95
3.55	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 21-SH-MM, de dimensiones 200x150 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			2,000	36,34	72,68
3.56	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones 200x150 mm, para retorno de aire con aletas horizontales fijas a 45°individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			5,000	35,29	176,45
3.57	Ud	Rejilla de simple deflexión para conducto circular de lamas verticales móviles individualmente, marca KOOLAIR, modelo 21-SVIIC, de dimensión 200x100, para retorno de aire.			
Total Ud			11,000	95,40	1.049,40
3.58	Ud	Rejilla de simple deflexión para conducto circular de lamas verticales móviles individualmente, marca KOOLAIR, modelo 21-SVIIC, de dimensión 250x100, para retorno de aire.			
Total Ud			9,000	100,76	906,84
3.59	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 21-SH-MM, de dimensiones 300x200 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			2,000	68,91	137,82
3.60	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 21-SH-MM, de dimensiones 300x150 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			4,000	66,81	267,24
3.61	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca KOOLAIR, modelo 20-45-H, de dimensiones 300x300 mm, para retorno de aire con aletas horizontales fijas a 45°individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			2,000	65,76	131,52
3.62	Ud	Suministro y montaje de rejilla de simple deflexión marca MADEL, modelo RMT, de dimensiones 500x300 mm, para impulsión de aire con aletas horizontales orientables individualmente, fabricada en chapa de acero. Acabado pintado en color blanco o en RAL a definir. Incluye suministro de marco metálico de montaje.			
Total Ud			3,000	76,26	228,78
Total presupuesto parcial nº 3 DIFUSIÓN DE AIRE :					153.564,02

4.1	Ud	Legalización y alta de instalaciones térmicas			
Total Ud			1,000	3.990,00	3.990,00
4.2	Ud	Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente: tuberías de agua según RITE (IT 2.2.2), tuberías de Refrigerante según RITE (IT 2.2.3), libre dilatación según RITE (IT 2.2.4), recepción de redes de conducto de aire según RITE (IT 2.2.5), informe de pruebas de ajuste y equilibrio de aire y agua según RITE (IT 2.3), informe de control según RITE (IT 2.3), informe de eficiencia energética a realizar por la dirección de obra (IT 2.4) y toma de tierra de las partes metálicas de la instalación de climatización según REBT. Criterio de medición de proyecto: Pruebas y ensayos a realizar, según documentación del Plan de control de calidad. Criterio de valoración económica: El precio incluye el alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, el mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y la demolición o retirada final.			
Total Ud			1,000	650,00	650,00
4.3	Ud	Obtención del certificado energético del edificio. Etiqueta.			
Total Ud			1,000	200,00	200,00
Total presupuesto parcial nº 4 LEGALIZACIÓN, PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA :					4.840,00

3. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

El Presupuesto de Ejecución Material hace referencia al importe del coste de los materiales y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de la instalación proyectada.

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y SEIS CON CINCO CÉNTIMOS.

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El Presupuesto de Ejecución por Contrata es el importe que cobra el contratista y que representa el valor de los materiales y mano de obra, incluyendo la parte proporcional de sus gastos generales y el beneficio industrial de la instalación proyectada.

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UNO CON SIETE CÉNTIMOS.

5. PRESUPUESTO GENERAL

Por último, sumando el vigente Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA) que es del 21%, el presupuesto total final asciende a la cantidad aproximada de UN MILLÓN SESENTA Y DOS MIL SEIS CON NOVECIENTAS CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

PLANOS

