



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de Instalaciones en un Centro Socio-Cultural

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Julio José Zapata Jiménez
Director: Manuel Marcelino Sánchez Nieto

Cartagena, 24 de Enero de 2020



Universidad
Politécnica
de Cartagena

CONTENIDO

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	10
2. LEGISLACIÓN, REGLAMENTOS Y NORMATIVA.....	12
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO.....	14
3.1. Localización, condiciones exteriores, vecindario	14
3.2. Datos climáticos del exterior.....	14
3.3. Características del edificio.....	15
3.4. Relación de superficies útiles	15
3.5. Datos de construcción	16
3.5.1. Cerramientos laterales	17
3.5.2. Cerramientos superiores.....	17
3.5.3. Muros divisorios interiores	17
3.5.4. Suelos.....	17
3.5.5. Cerramientos transparentes.....	18
3.6. Descripción geométrica	18
3.7. Modelado del edificio.....	24
4. USO DE LOS LOCALES.....	27
4.1. Generalidades.....	27
4.2. Ocupación	28
4.3. Cargas térmicas internas.....	34
4.3.1. Cargas térmicas por ocupación humana.....	34
4.3.2. Cargas térmicas por iluminación	38
4.3.3. Cargas térmicas por equipos	41
4.4. Fuentes de contaminación interna.....	49
4.5. Zonificación del edificio	49
4.5.1. Zona Cafetería-Comedor	50
4.5.2. Zona Cocina	50
4.5.3. Zona Despachos-Taller.....	51
4.5.4. Zona Aseos.....	51
4.5.5. Zona Salón de Actos.....	52
5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS. REAL DECRETO 1027/2007	53
5.1. Ámbito de aplicación	53
5.2. Disposiciones generales.....	53
5.2.1. Artículo 11. Bienestar e higiene	53
5.2.2. Artículo 12. Eficiencia Energética.....	54

5.2.3. Artículo 13. Seguridad.....	55
5.3. IT.1.1.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de bienestar e higiene	55
5.3.1. IT 1.1.4.1 Exigencia de la calidad térmica del ambiente.....	55
5.3.2. IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad de aire interior.....	56
5.3.3. IT 1.1.4.3 Exigencia de higiene	61
5.3.4. IT 1.1.4.4 Exigencia de calidad en el ambiente acústico	61
5.4. IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética.....	62
5.4.1. IT 1.2.1 Ámbito de aplicación	62
5.4.2. IT 1.2.2 Procedimiento de verificación	62
5.4.3. IT 1.2.3 Documentación justificativa.....	62
5.4.4. IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.....	63
5.4.5. IT 1.2.4.1 Generación de frío y calor	63
5.4.6. IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos	66
5.4.7. IT 1.2.4.2.4 Caídas de presión en componentes	71
5.4.8. IT 1.2.4.2.5 Eficiencia energética de los equipos para transporte de fluidos	72
6. AMBIENTE INTERIOR	73
6.1. Generalidades	73
6.2. Zona ocupada	73
6.3. Ambiente térmico	75
6.3.1. Hipótesis de diseño.....	75
6.3.2. Temperatura del aire y temperatura operativa	75
6.3.3. Velocidades del aire e índice de riesgo de corrientes	83
6.4. Calidad del aire interior.....	86
6.4.1. Hipótesis de diseño.....	86
6.4.2. Especificaciones de tipo de aire	86
6.4.3. Caudales de renovación exterior.....	87
6.5. Caudales de aire de impulsión	88
6.6. Caudales de aire de extracción	89
6.7. Humedad del aire interior	90
6.8. Ambiente acústico	91
7. CÁLCULOS TERMODINÁMICOS Y PSICROMÉTRICOS	93
7.1. Generalidades	93
7.2. Conceptos termodinámicos y de psicrometría	93
7.3. Diagramas psicrométricos	93
7.4. Dimensionamiento de baterías de climatización	93

7.4.1. Dimensionamiento de la Zona Taller-Despachos	94
7.4.2. Dimensionamiento de la Zona Cocina.....	96
7.4.3. Dimensionamiento de la Zona Cafetería-Comedor	98
7.4.4. Dimensionamiento de la Zona Salón de Actos	99
7.4.5. Dimensionamiento de la Zona Aseos.....	100
8. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	101
8.1. Conceptos generales del sistema de ventilación	101
8.2. Tipos de ventiladores	101
8.3. Criterios para la selección de ventiladores	102
8.4. Balance energético en ventiladores.....	102
8.4.1. Ecuación de Bernoulli generalizada	102
8.5. Flujo de aire en conductos	103
8.5.1. Flujo ideal en la red de conductos:.....	103
8.5.2. Flujo real en la red de conductos:	104
8.6. Balance de energía mecánica y rendimientos en ventiladores	105
8.7. Punto de funcionamiento de la instalación.....	108
8.7.1. Punto de funcionamiento del Sistema Taller-Despachos	108
8.7.2. Punto de funcionamiento del Sistema Cocina	110
8.7.3. Punto de funcionamiento del Sistema Cafetería-Comedor.....	112
8.7.4. Punto de funcionamiento del Sistema Salón de Actos	115
8.7.5. Punto de funcionamiento del Sistema Aseos	117
8.8. Regulación del punto de funcionamiento	119
8.8.1. Caudales de funcionamiento distintos al nominal de la instalación	119
8.8.2. Regímenes de funcionamiento de los ventiladores	120
8.9. Selección de ventiladores.....	121
8.9.1. Selección de ventiladores del Sistema Despachos-Taller	121
8.9.2. Selección de ventiladores del Sistema Cocina	123
8.9.3. Selección de ventiladores del Sistema Cafetería-Comedor.....	126
8.9.4. Selección de ventiladores del Sistema Salón de Actos	128
8.9.5. Selección de ventiladores del Sistema Aseos	131
8.10. Equilibrado hidráulico	134
8.11. Regulación del punto de funcionamiento de los ventiladores.....	134
9. INSTALACIÓN DE AGUA	136
9.1. Conceptos generales de la red agua	136
9.2. Tipos de bombas.....	136
9.3. Criterios para la selección de bombas.....	138
9.4. Balance energético de bombas	138

9.4.1. Ecuación de Bernoulli generalizada	138
9.5. Flujo de agua en conductos.....	139
9.5.1. Flujo ideal en la instalación	139
9.5.2. Flujo real en conductos	139
9.6. Balance de energía	140
9.7. Punto de funcionamiento de la instalación.....	141
9.7.1. Punto de funcionamiento del Sistema Taller-Despachos	143
9.7.2. Punto de funcionamiento del Sistema Cafeteria-Comedor	144
9.7.3. Punto de funcionamiento del Sistema Cocina	146
9.8. Selección de bombas de agua	147
9.8.1. Selección de bomba de la red del Sistema Despachos-Taller	147
9.8.2. Selección de bomba de la red del Sistema Cafetería-Comedor	149
9.8.3. Selección de bomba de la red del Sistema Cocina	151
9.9. Regulación del punto de funcionamiento y equilibrado hidráulico	152
10. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN	156
10.1. Consideraciones previas al diseño de los sistemas de climatización.....	156
10.2. Generalidades sobre el diseño del sistema de climatización	157
10.3. Sistema Cafetería-Comedor	158
10.3.1. Descripción del Sistema Cafetería-Comedor	158
10.3.2. Selección de unidades de ventilación del sistema Cafetería-Comedor ..	161
10.3.3. Selección de unidades de Bomba de Calor.....	163
10.4. Sistema Cocina	163
10.4.1. Descripción del Sistema Cocina.....	164
10.4.2. Selección de unidades de ventilación del sistema Cocina.....	166
10.4.3. Selección de unidades de Bomba de Calor.....	168
10.5. Sistema Despachos-Taller.....	169
10.5.1. Descripción del Sistema Despachos-Taller	169
10.5.2. Selección de unidades de ventilación de la zona despachos taller.....	172
10.5.3. Selección de unidades de Bomba de Calor.....	174
10.6. Sistema Salón de Actos	175
10.6.1. Descripción del sistema Salón de Actos.....	176
10.6.2. Selección de unidades de ventilación de la zona salón de actos	179
10.7. Sistema Aseos	181
10.7.1. Descripción del sistema Aseos	181
10.7.2. Selección de unidades de ventilación de la zona salón de actos	184
11. ANEXO. CLASIFICACIÓN DEL AIRE Y CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	186
11.1. Especificación de los tipos de aire.....	186

12. ANEXO. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN DE LA COCINA	193
12.1. Criterios generales de diseño de sistemas de extracción	193
12.1.1. Determinación del caudal provocado por los focos calientes	193
12.1.2. La campana	195
12.1.3. Ventilación de la cocina	195
12.1.4. Climatización de la cocina.....	195
12.1.5. Detalles de la instalación	196
12.2. Descarga de la extracción de la campana	196
12.3. Diseño de la campana de la cocina	197
12.4. Selección de la campana.....	201
13. ANEXO. CÁLCULOS DE VENTILACIÓN.....	204
13.1. UTA. Impulsión de aire del Sistema Taller-Despachos	204
13.1.1. Datos Generales	204
13.1.2. Resultados Nudos.....	204
13.1.3. Resultados Ramas.....	207
13.1.4. Resultados Unidades Terminales.....	210
13.1.5. Acondicionador	210
13.2. UTA. Retorno de aire del Sistema Taller-Despachos.....	211
13.2.1. Datos Generales	211
13.2.2. Resultados Nudos.....	211
13.2.3. Resultados Ramas.....	213
13.2.4. Resultados Unidades Terminales.....	216
13.2.5. Ventilador.....	216
13.3. UTA. Retorno del Sistema Cocina	217
13.3.1. Datos Generales	217
13.3.2. Resultados Nudos.....	217
13.3.3. Resultados Ramas.....	218
13.3.4. Resultados Unidades Terminales.....	220
13.3.5. Ventilador.....	220
13.4. UTA. Impulsión del Sistema Cocina	220
13.4.1. Datos Generales	220
13.4.2. Resultados Nudos.....	221
13.4.3. Resultados Ramas.....	222
13.4.4. Resultados Unidades Terminales.....	224
13.4.5. Acondicionador	224
13.5. UTA. Impulsión de Aire del Sistema Cafetería-Comedor	225
13.5.1. Datos Generales	225

13.5.2. Resultados Nudos.....	225
13.5.3. Resultados Ramas.....	227
13.5.4. Resultados Unidades Terminales.....	229
13.5.5. Acondicionador	230
13.6. UTA. Retorno de Aire del Sistema Cafetería-Comedor.....	230
13.6.1. Datos Generales	230
13.6.2. Resultados Nudos.....	231
13.6.3. Resultados Ramas.....	232
13.6.4. Resultados Unidades Terminales.....	233
13.6.5. Ventilador.....	233
13.7. UTA. Impulsión de Aire del Sistema Salón de Actos.....	234
13.7.1. Datos Generales	234
13.7.2. Resultados Nudos.....	234
13.7.3. Resultados Ramas.....	237
13.7.4. Resultados Unidades Terminales.....	240
13.7.5. Acondicionador	242
13.8. UTA. Retorno de Aire del Sistema Salón de actos	242
13.8.1. Resultados Nudos.....	243
13.8.2. Resultados Ramas.....	245
13.8.3. Resultados Unidades Terminales.....	249
13.8.4. Ventilador.....	251
13.9. UTA. Impulsión Aire del Sistema Aseos	251
13.9.1. Datos Generales	251
13.9.2. Resultados Nudos.....	252
13.9.3. Resultados Ramas.....	253
13.9.4. Resultados Unidades Terminales.....	255
13.9.5. Acondicionador	255
13.10. UTA. Retorno Aire del Sistema Aseos	255
13.10.1. Datos Generales	256
13.10.2. Resultados Nudos.....	256
13.10.3. Resultados Ramas.....	258
13.10.4. Resultados Unidades Terminales.....	259
13.10.5. Ventilador.....	260
14. ANEXO. CALCULO DE VENTILADORES. EXTRACTO DE MATLAB	261
14.1. Objeto del presente apartado	261
14.2. Datos de los ventiladores:	261
14.3. Curvas de carga de los distintos sistemas.....	264

14.4. Calculo de sistemas	264
14.4.1. Impulsión sistema taller-despachos	264
14.4.2. Retorno sistema taller-despachos.....	267
14.4.3. Impulsión sistema cocina	270
14.4.4. Retorno sistema cocina.....	273
14.4.5. Impulsión sistema cafetería-comedor.....	276
14.4.6. Retorno cafetería comedor.....	279
14.4.7. Impulsión sistema salón de actos.....	282
14.4.8. Retorno sistema salón de actos	285
14.4.9. Curva de carga.....	285
14.4.10. Impulsión sistema aseos.....	288
14.4.11. Retorno aseos.....	291
15. ANEXO. CÁLCULOS DE AGUA Y FAN COILS	295
15.1. Bomba de Calor. Sistema Despachos-Taller	295
15.1.1. Datos Generales Instalación	295
15.1.2. Resultados Ramas y Nudos.....	295
15.1.3. Resultados Unidades Terminales.....	298
15.1.4. Resultados Generadores	299
15.1.5. Cálculos Complementarios	299
15.2. Bomba de Calor. Sistema Cafetería-Comedor.....	300
15.2.1. Datos Generales Instalación	300
15.2.2. Resultados Ramas y Nudos.....	300
15.2.3. Resultados Unidades Terminales.....	303
15.2.4. Resultados Generadores	303
15.2.5. Cálculos Complementarios	304
15.3. Bomba de Calor. Sistema Cocina.....	304
15.3.1. Datos Generales Instalación	304
15.3.2. Resultados Ramas y Nudos.....	305
15.3.3. Resultados Unidades Terminales.....	307
15.3.4. Resultados Generadores	307
15.3.5. Cálculos Complementarios	307
16. ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB	309
16.1. Objeto del presente apartado	309
16.2. Datos.....	309
16.3. Datos de las bombas:.....	309
16.4. Curvas de carga de los distintos sistemas.....	310
16.4.1. Sistema taller-despachos.....	310

16.4.2. Sistema cafetería-comedor	313
16.4.3. Sistema cocina.....	317
17. ANEXO. CARGAS TÉRMICAS	320
17.1. Resumen de fórmulas.	320
17.1.1. Carga térmica de calefacción de un local "qct".....	320
17.1.2. Carga térmica de refrigeración de un local.....	323
17.1.3. Recuperacion de energía.....	328
17.1.4. Transmitancia térmica de los cerramientos "U".....	330
17.1.5. Condensaciones	330
17.2. Datos generales.	332
17.2.1. Descripción arquitectónica del edificio.	332
17.2.2. Descripción de los cerramientos.	333
17.2.3. Fichas justificativas de la opción simplificada (limitacion demanda energetica).....	343
17.2.4. Condiciones exteriores.....	353
17.2.5. Condiciones interiores.....	358
17.3. Carga térmica invierno.	359
17.3.1. Sistema_despachos_taller.	359
17.3.2. Sistema cocina.....	363
17.3.3. Sistema cafetería_comedor.	364
17.3.4. Sistema salon de actos.....	365
17.3.5. Sistema aseos.	367
17.3.6. Sistema UTA-despachos_taller.....	369
17.3.7. Sistema UTA-cafeteria_comedor.	370
17.3.8. Sistema UTA -cocina.	370
17.3.9. Resumen carga térmica edificio	371
17.4. Carga térmica verano.	372
17.4.1. Sistema despachos_taller.	372
17.4.2. Sistema cocina.....	380
17.4.3. Sistema cafetería_comedor.	382
17.4.4. Sistema salon de actos.....	385
17.4.5. Sistema aseos.	389
17.4.6. Sistema UTA -despachos_taller.....	391
17.4.7. Sistema UTA -cafeteria_comedor.	394
17.4.8. Sistema UTA -cocina.	395
17.4.9. Resumen carga térmica verano edificio.	396
17.5. Resumen carga térmica verano hora a hora (kw).	397
18. ANEXO. PLIEGO DE CONDICIONES	416

18.1. Condiciones Generales.....	416
18.1.1. Ámbito de aplicación.....	416
18.1.2. Disposiciones generales.....	416
18.1.3. Organización del trabajo.....	420
18.1.4. Disposición final.....	435
18.2. Montaje.....	436
18.2.1. Ajuste y equilibrado.....	436
18.3. Mantenimiento y Uso.....	438
18.3.1. Programa de mantenimiento preventivo.....	438
18.3.2. Programa de gestión energética.....	439
18.3.3. Instrucciones de seguridad.....	440
18.3.4. Instrucciones de manejo y maniobra.....	441
18.3.5. Instrucciones de funcionamiento.....	441
18.3.6. Limitación de temperaturas.....	442
18.4. Inspección.....	443
18.4.1. Inspecciones periódicas de eficiencia energética.....	443
18.4.2. Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética.....	443
18.4.3. Inspecciones de la limitación de temperaturas.....	444
19. ANEXO. PLANOS.....	445
20. BIBLIOGRAFÍA.....	446

1. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño, dimensionamiento, y cálculo, de las instalaciones de climatización del centro cívico *La Dorada*, situado entre la Calle Las Arenas, y la Calle los Corales, en el municipio Los Alcázares, Murcia.

Se llevarán a cabo:

- Modelado 3D del edificio, siguiendo la metodología BIM, incluyendo los materiales de todos los elementos constructivos del edificio necesarios para el cálculo de cargas térmicas y de las instalaciones.
- Definición de la legislación aplicable, reglamentos, y normativa. Se hará un estudio de todo lo necesario para la elaboración del proyecto, como si el mismo tuviese el objetivo de ser legalizado por la administración competente.
- Definición de cada uno de los locales del edificio, atendiendo a criterios de dimensiones, habitabilidad, ocupación, iluminación, uso, aparatos eléctricos, etc.
- Elaboración de los puntos del RITE que serán de aplicación, o tratados en el presente proyecto.
- Cálculos termodinámicos. Se hará un estudio de cargas térmicas utilizando el software DMELECT. Se definirán las condiciones exteriores e interiores para cada uno de los locales, así como las distintas ganancias internas en cada uno de estos. Se definirá conforme a normativa cuáles son las condiciones de confort para cada caso, y establecerá una zonificación coherente en función de la orientación de los locales y sus horarios de ocupación.
- Diseño de la instalación de climatización. Se hará un diseño preliminar de todos y cada uno de los subsistemas de climatización que están presentes en el edificio, así como una justificación del porqué de la elección de cada uno, atendiendo a criterios de confort, fiabilidad, economía, eficiencia energética, y salubridad.
- Cálculo de las instalaciones de climatización y de equipos. Una vez realizado el diseño de la instalación siguiendo la metodología BIM, se procederá a un cálculo de todas y cada una de las unidades primarias, terminales, conductos, y otros elementos que existan dentro de cada uno de los subsistemas dentro del edificio.
- Selección de equipos comerciales. Se elegirán equipos comerciales atendiendo a los cálculos obtenidos. Se elegirán unidades primarias y terminales de climatización, y equipos de transporte de fluidos (ventiladores y bombas). Se hará todo acorde a los criterios establecidos en reglamento y normativas en lo referente a condiciones de diseño, seguridad, eficiencia energética, etc.

- Elaboración de planos. De todas y cada una de las instalaciones presentes en el siguiente proyecto.

Como conclusión, el objetivo del presente proyecto, es que el alumno profundice en todos los aspectos relacionados con el manejo de:

- Reglamentos y Normativa.
- Software de cálculo comercial.
- Diseño de instalaciones de climatización.
- Cálculo de instalaciones de climatización.
- Elaboración de planos.
- Filosofía de trabajo BIM

2. LEGISLACIÓN, REGLAMENTOS Y NORMATIVA

Para la elaboración del presente proyecto, se tendrán en cuenta las siguientes reglamentaciones y normas. Dependiendo del tipo de instalación al que se haga referencia:

- 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 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 12097:2007 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-EN 60529:2018 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 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.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO

3.1. Localización, condiciones exteriores, vecindario

En lo referente a la localización del edificio, el mismo se halla situado entre la Calle Las Arenas, y la Calle los Corales, en el municipio Los Alcázares, Murcia. Se encuentra a una Latitud de 37.76° , Longitud de -0.86° , y altura de 2m sobre el nivel del mar.

En lo referente a los datos del municipio, el mismo tiene una altitud de 6 metros sobre el nivel del mar, consta de una superficie en su término municipal de 19.82 km^2 . Se encuentra situado en la llanura denominada Campo de Cartagena, ocupando 9 km en la costa del Mar Menor, con cinco kilómetros flaqueados por un paseo marítimo. En la parte sur se extiende hasta la rambla de El Albuñón. Posee una población (dato del 2017) de 15.349 habitantes, y una densidad poblacional de $774,42 \text{ hab/km}^2$.

En cuanto a las características del vecindario, estará compuesto principalmente por viviendas unifamiliares de una o dos plantas en los alrededores. El edificio más cercano estará destinado al alojamiento de un centro de transformador, estará situado en el lado Noreste del edificio, y se encontrará a una distancia de 10 metros aproximadamente del mismo. La vivienda más cercana, será una vivienda de dos plantas frente a la fachada sudeste, situada en la Calle Las Arenas a una distancia aproximada de 21 metros. Ninguno de los edificios situados en los alrededores proyectará sombras que deban tenerse en cuenta para el cálculo de las cargas térmicas en el presente proyecto.

En lo referente a la calidad del aire exterior, su determinación quedará indicada según se establece en el IT 1.1.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, y vendrá indicado en el apartado dedicado a la instalación de climatización.

Los planos de ubicación y emplazamiento se adjuntarán en el ANEXO. PLANOS.

3.2. Datos climáticos del exterior

Para la determinación de los datos climáticos, los mismos se obtendrán de la *Guía Técnica de Condiciones climáticas exteriores de proyecto* [1]. Se elegirá la estación de Murcia (San Javier), con indicativo 7031, perteneciente a la provincia de Murcia, para la selección de dichos datos climáticos exteriores.

La selección de los datos climáticos será para una zona horaria UTC +1, y se considerará el horario de verano para las condiciones de diseño de refrigeración.

Los parámetros principales para el diseño serán, por tanto, los siguientes:

- Condiciones de diseño para calefacción:
 - Temperatura seca $T_{s,ext}$ ($^{\circ}\text{C}$): 4.0.
 - Humedad relativa: 87.0%.

- Condiciones de diseño para refrigeración (datos del mes de Julio):
 - Temperatura seca $T_{s,ext}$ (°C): 32.2.
 - Temperatura húmeda coincidente THC_1 (°C)= 23.7
 - Oscilación Diaria de la Temperatura Seca OMDC (°C)= 8.9 (según UNE 100-014-84).
 - Oscilación Diaria de la Temperatura Húmeda OMDH (°C)= 5.8 (según UNE 100-014-84).

- Condiciones del terreno:
 - Temperatura del terreno (°C): 13.0

3.3. Características del edificio

El edificio presente en el siguiente proyecto se trata de un centro socio-cultural que se encuentra actualmente en construcción, siendo el objetivo del presente proyecto la dotación de las instalaciones de climatización.

El edificio está construido en una sola planta baja cuya superficie construida es de 445,05 m^2 .

Al edificio se accede únicamente por una sola puerta principal, a través del vestíbulo. Dispondrá, de un salón de actos en la parte sureste, y de una cafetería-comedor, cocina al oeste. Cuenta también con tres despachos en la zona norte, un archivo, y un almacén. También dispone de un cuarto (denominado como "Taller") que podrá ser utilizado como servicios generales, y de tres aseos (uno de ellos para minusválidos). Posee, además, un patio interior que proporcionará luz al interior del edificio a través del vestíbulo y los pasillos.

3.4. Relación de superficies útiles

El edificio en el que se va a realizar el proyecto tiene una superficie construida de 445.05 m^2 , y una superficie útil de 423.28 m^2 . Las superficies construidas de cada estancia se detallan a continuación en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Distribución de superficies útiles del edificio

Cuartos	Superficie (m²)
Vestíbulo	8.90
Salón de Actos	126.54
Cafetería-Comedor	59.52
Cocina	20.80
Almacén	5.43
Taller	30.48
Archivo	10.50
Despacho 1	27.34
Despacho 2	22.27
Despacho 3	24.27
Aseo 1	7.53
Aseo 2	7.53
Aseo 3	5.17
Paso 1	39.46
Paso 2	4.45
Paso 3	6.27
Patio	16.82
Total	423.28

3.5. Datos de construcción

El edificio se encuentra actualmente en proceso de construcción (obra inacabada). Está siendo construido mediante muros de fábrica exteriores y muros divisorios interiores; sustentado por pilares circulares de 30 cm de diámetro; y sujeto al terreno mediante zapatas aisladas, unidas entre sí con vigas de atado, de acuerdo con el estudio geotécnico realizado.

En lo referente a la altura del edificio, el mismo constará de 6 forjados a distinta altura para una misma planta (baja), siendo la altura superior del mismo de unos 6.565 metros. El ancho de cada cubierta será de 31.5 cm. Se dispondrá también de un falso techo de cartón – yeso, el cual permitirá pasar las distintas instalaciones, y cuyo ancho rondará entre unos 40 y 60 centímetros.

En el apartado 17 *ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*, se recoge un listado con la composición de los elementos constructivos del edificio, cuya orientación será detallada más adelante en el punto de *Geometría del edificio*.

3.5.1. Cerramientos laterales

En lo respectivo a los cerramientos laterales (fachadas) serán muros de fábrica ligeros, compuestos por una capa exterior de ladrillo hueco doble, una capa aislante de poliuretano expandido, una capa interior de ladrillo hueco sencillo, y un enlucido interior de yeso.

Los detalles de los cerramientos laterales (peso, espesores, coeficiente global de transmisión de calor, coeficientes de convección exterior e interior), se recogerán en el apartado 17 *ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

Para la cara exterior de los cerramientos, debido a que el edificio se encuentra aún en construcción, será una decisión conservadora adoptar un color medio para la pared exterior.

3.5.2. Cerramientos superiores

La composición de las cubiertas o cerramientos superiores, serán de una capa exterior de gravilla, una capa impermeabilizante, una de hormigón ligero, una bovedilla de hormigón normal, y una capa interior de guarnecido de yeso.

Los detalles de los cerramientos superior (peso, espesores, coeficiente global de transmisión de calor, coeficientes de convección exterior e interior), se recogerán en el apartado 17 *ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

3.5.3. Muros divisorios interiores

En lo referente a los muros divisorios interiores o tabiquería, separarán los distintos habitáculos interiores del edificio. Su espesor total será de unos 15 cm, y constarán un tabicón de ladrillo horizontal doble, y enlucidos de yeso a ambos lados del mismo. Una descripción detallada de los muros divisorios interiores se recoge en el apartado 17 *ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

3.5.4. Suelos

El suelo será de superficie de pavimento, y hasta el terreno posee una capa de hormigón ligero macizo.

Los detalles del suelo (peso, espesores, coeficiente global de transmisión de calor, coeficientes de convección), se recogerán en el apartado 17 *ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

3.5.5. Cerramientos transparentes

En lo referente al hueco donde se instalarán los cerramientos transparentes, los retranqueos serán de 0,2 metros de profundidad. No existen aleros que proyecten sombras laterales o voladizos que proyecten sombras de proyección vertical sobre la misma.

En lo referente a la carpintería, los marcos serán de aluminio, y el cristal de las ventanas será de vidrio doble. Los coeficientes de transmisión de calor de carpintería y cristal vienen recogidos en el DTIE 7.03 “Entrada de datos a los programas Lider y Calener” [1]. El factor de energía que el vidrio transmite al interior será proporcionado por el fabricante, pudiéndose adoptar un valor conservador tipo, debido a que aún está por definir qué ventanas se adquirirán una vez terminado el edificio

En cuanto a los accesorios (persianas, cortinas...), está por definir aún la instalación o no de los mismos, así como sus características. Sin embargo, para el cálculo de las cargas térmicas, será una práctica del lado de la seguridad la no consideración de estas, siendo una situación favorable si posteriormente se instalasen las mismas.

Una descripción detallada de los cerramientos transparentes se recoge en el apartado 17 ANEXO. CARGAS TÉRMICAS.

3.6. Descripción geométrica

En lo referente a los elementos expuestos al exterior, se nombrarán y enumerarán cada uno de los elementos que componen el edificio para cada uno de los cuartos. Se hará un listado de tanto los cerramientos laterales, superiores, huecos acristalados y carpintería que den al exterior, así como su orientación, altura, inclinación y superficie. La orientación de los elementos verticales se hará basándose en lo recogido en el CTE, *Sección HE 1 para la Limitación de la Demanda Energética* [3], la cual recoge 6 orientaciones para éstos.

Tabla 3.2 Orientaciones según sector angular

Orientación	Sector angular (º)
Norte	$\alpha < 60$; $\alpha_0 \geq 300$
Este	$60 \leq \alpha_0 < 111$
Sureste	$111 \leq \alpha_0 < 162$
Sur	$162 \leq \alpha_0 < 198$
Suroeste	$198 \leq \alpha_0 < 249$
Oeste	$249 \leq \alpha_0 < 300$

Para el caso de aquellas fachadas contiguas del mismo cuarto que se encuentren dentro del mismo sector angular, se considerará a nivel de cálculo de cargas térmicas como

una misma fachada, sumándose el área de ambas, y considerándolo todo como una misma superficie.

También se especificará en el listado la relación entre los volúmenes, las superficies, y las alturas de estos, el cual puede encontrarse de forma detallada a continuación y más en profundidad en el apartado 17 ANEXO. CARGAS TÉRMICAS.

Tabla 3.3 Descripción geométrica Cafetería-Comedor

Cafetería-Comedor	Sup(m²)= 59.5 Vol(m³)=255.85 H(m)=4.3		
Cerramientos laterales	Orientación(º)	Inclinación (º)	Área (m²)
Fachada 1	270	90.0	39.2
Fachada 2	180	90.0	23.9
Fachada 3	180	90.0	3.0
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (º)	Área (m²)
Cubierta 1	4.3	0.0	59.2
Cerramientos transparentes	Orientación(º)	Inclinación (º)	Área (m²)
Ventana 1	270	90.0	1.8
Ventana 2	270	90.0	1.8
Ventana 3	270	90.0	1.8
Ventana 4	270	90.0	1.8
Ventana 5	180	90.0	1.3

Tabla 3.4 Descripción geométrica de la Cocina

Cocina	Sup(m²)= 20.8 Vol(m³)=89.50 H(m)=4.3		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 4	315	90.0	20.8
Fachada 5	45	90.0	7.3
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 2	4.3	0.0	20.8
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 5	315	90.0	1.8

Tabla 3.5 Descripción geométrica del Taller

Taller	Sup(m²)= 30.5 Vol(m³)=108.3 H(m)=3.6		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 6	0.0	90.0	16.4
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 3	3.6	0.0	30.5
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 6	0.0	90.0	1.8
Ventana 7	0.0	90.0	1.8

Tabla 3.6 Descripción geométrica del Despacho 1

Despacho 1	Sup(m²)= 27.4 Vol(m³)=97.0 H(m)=3.6		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 7	0.0	90.0	22.7
Fachada 8	270	90.0	7.1
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 4	3.6	0.0	27.3
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 8	0.0	90.0	1.8
Ventana 9	0.0	90.0	1.8

Tabla 3.7 Descripción geométrica del Despacho 2

Despacho 2	Sup(m²)= 32.4 Vol(m³)=96.0 H(m)=4.3		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 9	0.0	90.0	27.5
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 5	4.3	0.0	32.4
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 10	0.0	90.0	1.8
Ventana 11	0.0	90.0	1.8

Tabla 3.8 Descripción geométrica del Despacho 3

Despacho 3	Sup(m²)= 24.3 Vol(m³)=104.5 H(m)=4.3		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 10	45.0	90.0	27.5
Fachada 11	180.0	90.0	15.1
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 6	4.3	0.0	24.3
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 11	45.0	90.0	1.8
Ventana 12	45.0	90.0	1.8

Tabla 3.9 Descripción geométrica del Salón de Actos

Salón de actos	Sup(m²)= 126.6 Vol(m³)=607.7 H(m)=4.815		
Cerramientos laterales	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Fachada 12	90.0	90.0	55.9
Fachada 13	135.0	90.0	25.5
Fachada 14	180.0	90.0	57.2
Fachada 15	315.0	90.0	22.2
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (°)	Área (m²)
Cubierta 7	4.815	0.0	126.5
Cerramientos transparentes	Orientación(°)	Inclinación (°)	Área (m²)
Ventana 13	90.0	90.0	1.8
Ventana 14	90.0	90.0	1.8
Ventana 15	270.0	90.0	2.0
Ventana 16	180.0	90.0	1.8
Ventana 17	180.0	90.0	1.8

Tabla 3.10 Descripción geométrica del Vestíbulo y los Pasos

Vestíbulo y Pasos	Sup(m²)= 59.1 Vol(m³)=607.7 H(m)=5.815		
Cerramientos laterales	Orientación(º)	Inclinación (º)	Área (m²)
Fachada 16	225.0	90.0	10.8
Fachada 17	225.0	90.0	4.2
Fachada 18	270	90.0	2.9
Fachada 19	315.0	90.0	3.5
Fachada 20	0.0	90.0	3.5
Fachada 21	45.0	90.0	2.9
Fachada 22	90.0	90.0	1.9
Fachada 23	135.0	90.0	1.9
Fachada 24	180.0	90.0	1.9
Cerramientos superiores	Altura (m)	Inclinación (º)	Área (m²)
Cubierta 8	5.82	0.0	59.1
Cerramientos transparentes	Orientación(º)	Inclinación (º)	Área (m²)
Ventana 18	0.0	90.0	1.5
Ventana 19	45.0	90.0	1.5
Ventana 20	90.0	90.0	1.5
Ventana 21	135.0	90.0	1.5
Ventana 22	180.0	90.0	1.5
Ventana 23	225.0	90.0	1.5
Ventana 24	270.0	90.0	1.5
Ventana 25	315.0	90.0	1.5
Ventana 26	225.0	90.0	1.8
Ventana 27	225.0	90.0	1.8
Cerramientos transparentes	Orientación(º)	Inclinación (º)	Área (m²)
Puerta 1	225.0	90.0	4.2

Y puede encontrarse de manera más detallada en el apartado *17 ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

3.7. Modelado del edificio

Para trabajar con el edificio del proyecto, se lleva a cabo un modelado 3D que recoja los elementos constructivos mencionados anteriormente en el presente apartado de características generales del edificio.

En el presente modelo, se incluirá no sólo el volumen geométrico y diferentes habitáculos del mismo, sino que también se le asignará a cada elemento del modelo los datos correspondientes a los cerramientos, según viene recogido en el presente apartado y en el *17 ANEXO. CARGAS TÉRMICAS*.

El modelado del edificio se realizará mediante el Software DMELECT.

Algunas imágenes del modelo 3D se recogen a continuación:

Ilustración 3.1 Vista en alzado del Modelo 3D.

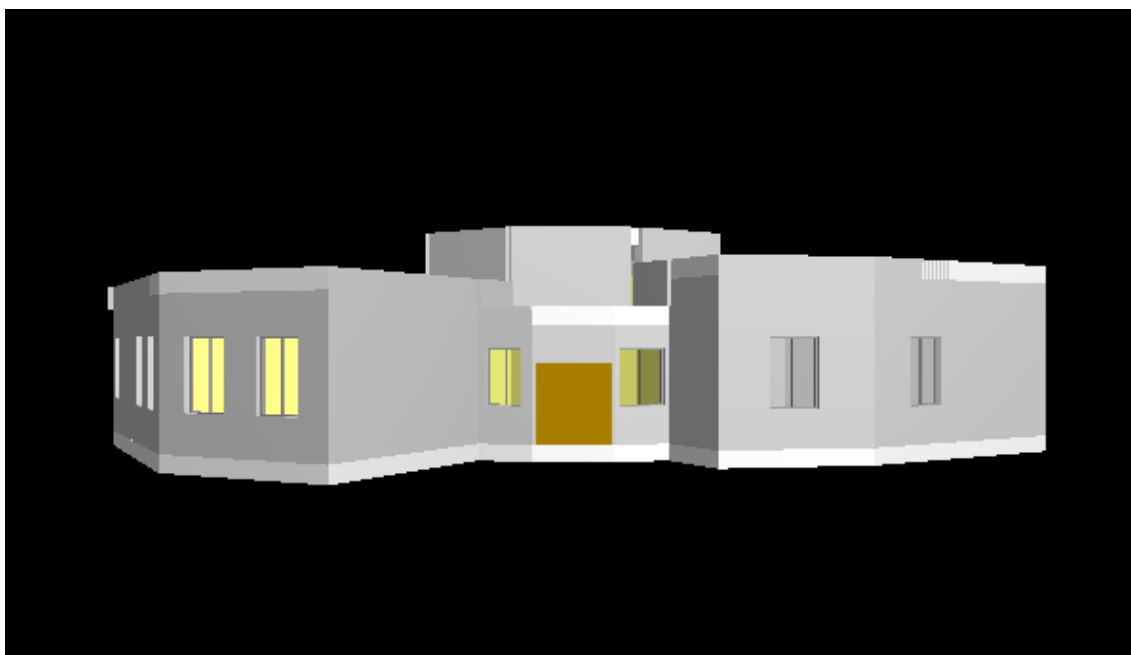


Ilustración 3.2 Vista en planta del Modelo 3D

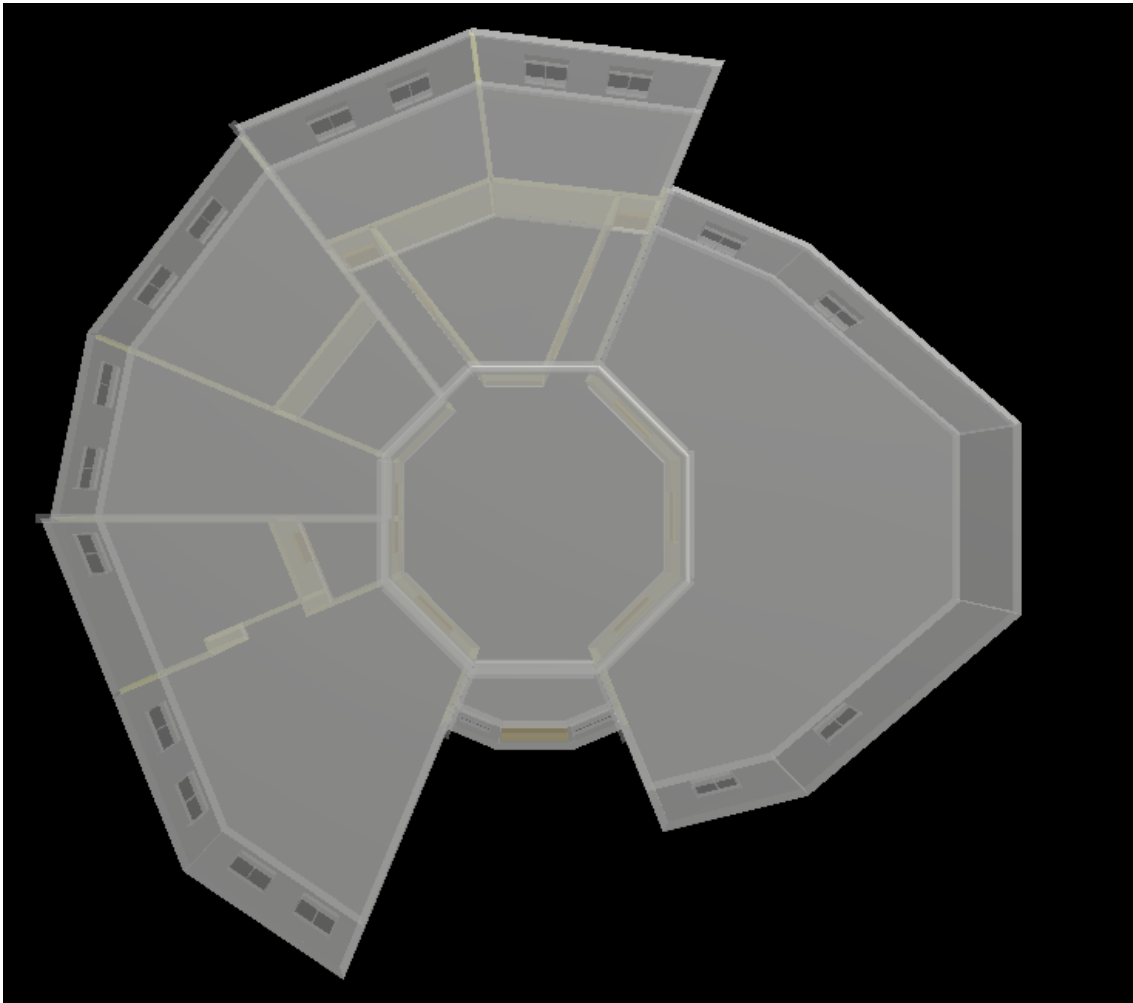


Ilustración 3.3 Isométrico del Modelo 3D

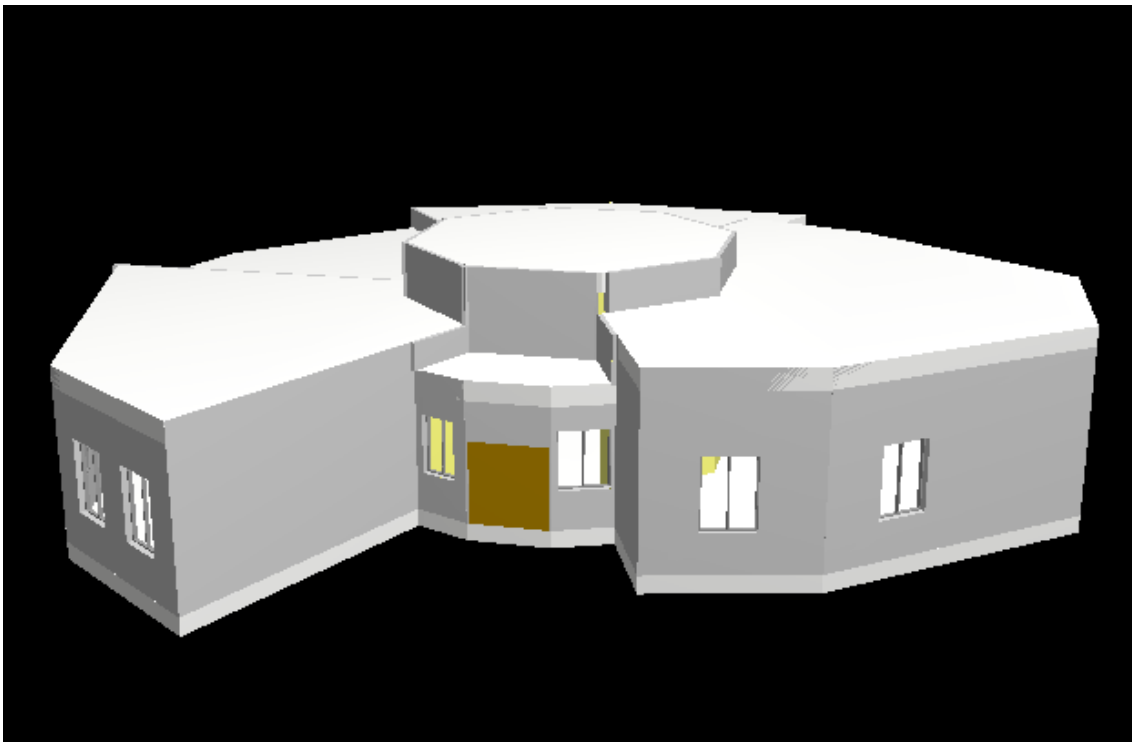
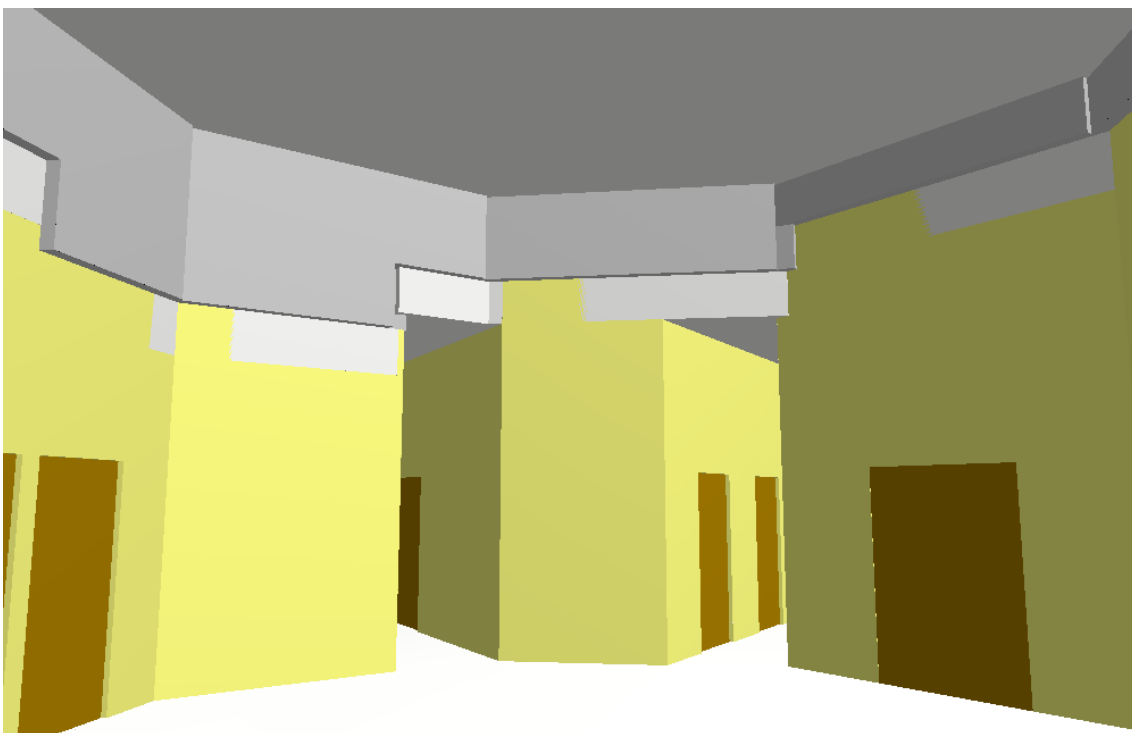


Ilustración 3.4 Interior del Modelo 3D.



4. USO DE LOS LOCALES

4.1. Generalidades

Lo primero que haremos a la hora de definir el uso de los locales, será hacer una distinción entre locales habitables y no habitables. Una clasificación se recoge en la siguiente:

Tabla 4.1 Clasificación de locales habitables y no habitables

Cuartos	Clasificación
Vestíbulo	NO HABITABLE
Salón de Actos	HABITABLE
Cafetería-Comedor	HABITABLE
Cocina	HABITABLE
Almacén	NO HABITABLE
Taller	HABITABLE
Archivo	NO HABITABLE
Despacho 1	HABITABLE
Despacho 2	HABITABLE
Despacho 3	HABITABLE
Aseo 1	HABITABLE
Aseo 2	HABITABLE
Aseo 3	HABITABLE
Paso 1	NO HABITABLE
Paso 2	NO HABITABLE
Paso 3	NO HABITABLE
Patio	NO HABITABLE

El objetivo de llevar a cabo esta clasificación, es para delimitar los locales HABITABLES, como aquellos que serán objeto de alcanzar una calidad ambiente térmico para los ocupantes.

Por tanto, en los siguientes apartados, se incluirá información sobre el uso de cada local habitable, para establecer así los criterios de calidad del ambiente térmico, ocupación, así como los caudales de ventilación.

En lo respectivo a la clasificación de los tipos de locales, se hará siguiendo la clasificación recogida en la Guía de IDAE *Instalación de equipos de climatización autónomos* [4], en la cual, recogida en la siguiente tabla:

Tabla 4.2 Locales típicos

Categoría del local.
Salas de espera
Hospitales, Clínicas
Oficinas
Salas de Conferencia, Auditorios
Cafeterías, Restaurantes
Aulas
Guarderías
Comercios (clientes sentados)
Comercios (clientes de pie)
Grandes Almacenes

4.2. Ocupación

En el presente apartado, se define la ocupación para cada uno de los locales del edificio.

Este número es una condición básica tanto para definir los caudales de ventilación, y para establecer sistemas de zonificación. Además, se define en el presente apartado la actividad y vestimenta para cada uno de los locales.

En lo referente a la ocupación, el diseño se basa en los valores por defectos indicados en la norma UNE-EN 13779 [5], recogidos en la tabla siguiente:

Tabla 4.3 Hipótesis de diseño para la superficie de suelo por persona según UNE

Tipo de uso.	m²/ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2.5
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1.5

Para aquellos casos en los que la norma UNE no recoja una denominación para el local en cuestión, se utilizan los valores recogidos en el *DB SI de Seguridad en Caso de Incendio del CTE* [6], en el que se recogen las siguientes ocupaciones en función del uso previsto:

Tabla 4.4 Ocupación de los locales en función del uso previsto según el DB SI

Uso previsto.	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/ocupante)
Docente	Conjunto planta o del edificio.	10
	Locales diferentes de las aulas (laboratorios, talleres, gimnasios...).	5
	Aulas (excepto de escuelas infantiles).	1.5
	Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas.	2
Hospitalario	Salas de espera.	2
	Zonas de hospitalización.	15
	Servicios ambulatorios o de diagnóstico.	10
	Zonas destinadas a pacientes internados.	20
Comercial	En <i>establecimientos</i> comerciales:	
	Áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta.	2
	Áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores.	3
	En <i>zonas comunes</i> 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, de vehículos, etc.	5
Pública concurcencia	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: hamburguesería, pizzería...)	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 entreplanta.	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, restaurante, cafeterías, etc.	10
Archivos, almacenes		40

A cada local se le asigna una categoría de las recogidas en las tablas anteriores. En caso de que un local pueda ser definido por ambos documentos, se emplea aquel para el que con el que se obtenga un valor de N^o de personas más elevado.

En el caso de que el número de personas obtenido por el presente método no suponga un número entero, se escoge el inmediatamente superior al valor obtenido.

Conocidos los valores de superficies útiles de los locales según la tabla *Tabla 3.1 Distribución de superficies útiles del edificio*, y la ocupación de los locales según las tablas *Tabla 4.3 Hipótesis de diseño para la superficie de suelo por persona según UNE* y *Tabla 4.4 Ocupación de los locales en función del uso previsto según el DB SI*, asignamos a cada local unos valores m²/ocupante para cada uno de los locales del edificio:

Tabla 4.5 Valores de ocupación m²/ocupante de los locales

Locales	Documento de referencia.	Tipo de uso	Ocupación m ² /ocupante
Vestíbulo	DB SI	Plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior.	3
Salón de Actos	DB SI	Con asientos definidos en el proyecto.	1pers/asiento
Cafetería-Comedor	UNE	Restaurantes	1.5
Cocina	UNE	Restaurantes	1.5
Taller	DB SI	Aulas (excepto de escuelas infantiles)	1.5
Despacho 1	DB SI	Con asientos definidos en el proyecto.	1pers/asiento
Despacho 2	DB SI	Con asientos definidos en el proyecto.	1pers/asiento
Despacho 3	DB SI	Con asientos definidos en el proyecto.	1pers/asiento
Aseo 1	DB SI	En áreas en las que no sea previsible gran afluencia de público	5
Aseo 2	DB SI	En áreas en las que no sea previsible gran afluencia de público	5
Aseo 3	DB SI	En áreas en las que no sea previsible gran afluencia de público	5

Una vez conocidos los valores de ocupación por superficie según la tabla anterior, y según la relación de superficies recogida en la *Tabla 3.1 Distribución de superficies útiles del edificio*, obtenemos los siguientes datos de ocupación para cada uno de los locales:

Tabla 4.6 Valores de proyecto de ocupación de número de personas de cada local

Locales	Nº de personas
Salón de Actos	100
Cafetería-Comedor	40
Cocina	14
Taller	21
Despacho 1	7
Despacho 2	3
Despacho 3	6
Aseo 1	2
Aseo 2	2
Aseo 3	1
Total	196

4.3. Cargas térmicas internas

En lo referente a las cargas térmicas, a las cargas térmicas de cada local, se incluirán las cargas debidas a la ocupación humana, la iluminación, y los equipos. La carga, se definirá como se indica a continuación:

- Cargas sensibles, convectivas, o radiantes.
- Cargas latentes.

Los valores de cargas térmicas se detallan en los apartados siguientes.

4.3.1. Cargas térmicas por ocupación humana

En lo referente a la carga térmica de las personas, la producción de calor está constituida por una parte sensible (radiación más convección), y una parte latente (emisión de vapor).

Los valores de producción de calor, debido a los ocupantes, se recoge en la siguiente tabla de la EN 13779:2009 [5].

Tabla 4.7 Producción de calor de las personas con diferentes actividades (para temperatura del aire a 24°C)

Actividad	Calor total		Calor sensible
	met ^a	W/persona ^b	W/persona
Acostado	0.8	80	55
Sentado, relajado	1.0	100	70
Actividad sedentaria (oficina, colegio)	1.2	125	75
De pie, actividad ligera (compras, industria ligera)	1.6	170	85
De pie, actividad media (dependiente, trabajo mecánico)	2.0	210	105
Andando a 5km/h	3.4	360	120
^a 1 met=58W/m ² ^b Valores redondeados para un cuerpo humano con superficie de 1.8 m ² /persona.			

A temperaturas distintas (más altas), la producción de calor permanecerá igual, pero no así para los valores de calor sensible, los cuales se reducirán ($T_a = 26^\circ\text{C}$: $C_a = -20\%$). Esto implica que, para conocer las cargas térmicas, habrá que conocer las temperaturas operativas de cada local, las cuales vienen recogidas en la *Tabla 6.10 Temperaturas óptimas operativas y márgenes de temperatura operativas para los locales del edificio*.

Una vez conocemos los valores de tasa metabólica para cada uno de los locales, y las temperaturas operativas de cada local, las cuales vienen recogidas en la *Tabla 6.10 Temperaturas óptimas operativas y márgenes de temperatura operativas para los locales del edificio* del apartado 6.3.2 *Temperatura del aire y temperatura operativa*, podemos definir las cargas térmicas producidas por la ocupación humana en cada uno de los locales, y en el edificio.

Los valores de carga total, carga sensible, y carga latente, por persona, se recogen en las dos tablas siguiente, una para verano, y otra para invierno:

Tabla 4.8 Valores de carga total, carga sensible, y carga latente, por persona para verano

Locales	Temperatura operativa	Tasa metabólica (met)	W/persona	Calor sensible W/persona	Calor latente W/persona
Salón de Actos	24.50	1.2	125	71,25	53,75
Cafetería-Comedor	24.50	1.2	125	71,25	53,75
Cocina	21.50	2.0	210	131,25	78,75
Taller	21.50	2.0	210	131,25	78,75
Despacho 1	24.50	1.2	125	71,25	53,75
Despacho 2	24.50	1.2	125	71,25	53,75
Despacho 3	24.50	1.2	125	71,25	53,75
Aseo 1	22.50	1.6	170	97,75	72,25
Aseo 2	22.50	1.6	170	97,75	72,25
Aseo 3	22.50	1.6	170	97,75	72,25

Tabla 4.9 Valores de carga total, carga sensible, y carga latente, por persona para invierno

Locales	Temperatura operativa	Tasa metabólica (met)	W/persona	Calor sensible W/persona	Calor latente W/persona
Salón de Actos	22.00	1.2	125	90	35
Cafetería-Comedor	22.00	1.2	125	90	35
Cocina	16.50	2.0	210	183,75	26,25
Taller	16.50	2.0	210	183,75	26,25
Despacho 1	22.00	1.2	125	90	35
Despacho 2	22.00	1.2	125	90	35
Despacho 3	22.00	1.2	125	90	35
Aseo 1	19.00	1.6	170	127,5	42,5
Aseo 2	19.00	1.6	170	127,5	42,5
Aseo 3	19.00	1.6	170	127,5	42,5

Conocidos los valores por persona para cada local, podemos calcular el total para cada uno, conociendo el número de personas, multiplicando el valor de la carga por persona por el número de personas.

Las ecuaciones de cargas térmicas por ocupación quedarían por tanto como siguen:

Ecuación 4.1 Carga térmica sensible por ocupación

$$Q_{carga, sen, ocu} = np * G_{sen}$$

Ecuación 4.2 Carga térmica latente por ocupación

$$Q_{carga, lat, ocu} = np * G_{lat}$$

Siendo np el número de personas, y la G_{sen} y la G_{lat} , los calores sensibles y latentes respectivamente (por persona) recogidas en las dos tablas anteriores.

4.3.2. Cargas térmicas por iluminación

El sistema de climatización se debe diseñar teniendo en cuenta la carga interna provocada por la iluminación. Se especificará, por tanto, una carga térmica para cada local.

Para ello, se hará conforme a lo indicado en la sección HE 3 de *Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación* según lo indicado en el CTE [7].

Primeramente, tendremos que acudir a la norma UNE-EN 12464-1 de *Iluminación en los lugares de trabajo* [8], en el que se indican los requisitos de alumbrado para los tipos de áreas interiores, tareas y actividades.

Se establecerá la siguiente clasificación, atendiendo a la norma UNE:

Tabla 4.10 Clasificación de locales según necesidades de iluminación según UNE-EN 12464-1

Locales	Categoría del local/Actividad según UNE	Iluminancia mantenida Em (lux)
Salón de Actos	Sala de Conferencias	500
Cafetería-Comedor	Restaurantes	500
Cocina	Cocina	500
Taller	Sala para el ejercicio físico	300
Despacho 1	Oficina de lectura, escritura, tratamiento de datos	500
Despacho 2	Oficina de lectura, escritura, tratamiento de datos	500
Despacho 3	Oficina de lectura, escritura, tratamiento de datos	500
Aseo 1	Cuartos de baño, aseos	200
Aseo 2	Cuartos de baño, aseos	200
Aseo 3	Cuartos de baño, aseos	200

Siendo la iluminancia mantenida los W/m² lumínicos específicos para cada local según la norma UNE.

Una vez establecidos los valores de iluminancia, será necesario recurrir al documento HE-3 del CTE [7].

Para establecer unos valores de cargas térmicas por iluminación, se hará atendiendo a los valores de eficiencia energética señalados en el presente documento. La eficiencia

energética de una zona se establecerá mediante el *valor de eficiencia energética de la instalación* VEEI (W/m²) mediante la siguiente expresión:

Ecuación 4.3 Valor de la eficiencia energética en la instalación.

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * Em}$$

siendo:

- *P* la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W].
- *S* la superficie iluminada [m²].
- *Em* la iluminancia mantenida media del local [lux]

En la tabla siguiente se recogen según el tipo de actividad del edificio o local algunos valores límite de eficiencia en la iluminación:

Tabla 4.11 Valores límite de eficiencia energética de instalación

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
Administrativo general	3.0
Aulas y laboratorios	3.5
Zonas comunes	4.0
Hostelería y restauración	8.0
Almacenes, archivos y cocinas	4.0
Tiendas o pequeños comercios	8.0
Bibliotecas, museos o galerías de arte.	5.0
Salón de actos	8.0
Recintos no incluidos en la presente tabla	4.0

Asignamos, por tanto, según lo indicado en la tabla anterior, valores límite de eficiencia energética de instalación para cada uno de los locales.

Tabla 4.12 Valores límite de eficiencia energética en el edificio

Locales	Categoría del local/Actividad	VEEI
Salón de Actos	Salones de actos	8.0
Cafetería-Comedor	Hostelería	8.0
Cocina	Cocinas	4.0
Taller	Aulas y laboratorios	3.5
Despacho 1	Administrativo general	3.0
Despacho 2	Administrativo general	3.0
Despacho 3	Administrativo general	3.0
Aseo 1	Zonas comunes	4.0
Aseo 2	Zonas comunes	4.0
Aseo 3	Zonas comunes	4.0

Una vez hemos asignado los valores de iluminancia mantenida según la *Tabla 4.10 Clasificación de locales según necesidades de iluminación según UNE-EN 12464-1*, y asignado los valores límite de eficiencia energética según la , modificaremos la *Ecuación 4.3 Valor de la eficiencia energética en la instalación.*, reordenando términos y adoptando la misma la siguiente forma:

Ecuación 4.4 Cargas térmicas de iluminación por unidad de superficie.

$$\frac{P}{S} = \frac{VEEI * Em}{100}$$

Siendo P/S las cargas térmicas por iluminación partido de unidad de superficie, expresado en (W/m²)

Aplicando la ecuación anterior para cada uno de los locales, obtenemos la siguiente tabla con los valores de cargas térmicas por iluminación por metro cuadrado en cada local, las cuales se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 4.13 Cargas de iluminación por superficie para cada local del edificio

Locales	Cargas térmicas de iluminación (W/m ²)
Salón de Actos	40
Cafetería-Comedor	40
Cocina	20
Taller	10,5
Despacho 1	15
Despacho 2	15
Despacho 3	15
Aseo 1	4
Aseo 2	4
Aseo 3	4

Una vez tenemos las cargas térmicas por iluminación por metro cuadrado, para contabilizar su aporte lo único que tendremos que hacer será multiplicar los valores de la tabla anterior por la superficie de cada local, según la siguiente ecuación:

Ecuación 4.5 Carga térmica de iluminación

$$Q_{carga, sen, ilum} = P_{ilum} * S_{local}$$

4.3.3. Cargas térmicas por equipos

Como base para el diseño de sistemas de climatización, ventilación y acondicionamiento de aire (HVAC) se definen todos los equipos que producen emisiones significativas en el espacio ventilado.

A continuación, se detalla un listado de equipos previsto en cada uno de los locales susceptibles de afectar los valores de carga térmica del edificio.

Tabla 4.14 Listado de equipos del salón de actos

Salón de Actos		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Proyector	1	270
Ordenador PC	1	250
Equipo de sonido	1	1000

Tabla 4.15 Listado de equipos de la Cafetería-Comedor

Cafetería-Comedor		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Televisión	1	100
Ordenador PC	1	250
Equipo de sonido	1	1000
Cafetera 12L Sin extracción	1	3000
Microondas	1	1500
Cámara frigorífica	1	1000
Lavavajillas	1	1500
Otros (tostador, molinillo, etc)	1	500

Tabla 4.16 Listado de equipos de la Cocina

Cocina		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Cámara frigorífica	2	1000
Horno con campana ext.	2	8000
Lavavajillas	1	1500
Microondas	1	1500
Cocina de gas	1	30000

Tabla 4.17 Listado de equipos del Taller

Taller		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Proyector	1	270
Ordenador PC	1	250
Equipo de sonido	1	1000

Tabla 4.18 Listado de equipos del Despacho 1

Despacho 1		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Ordenador PC	1	250
Monitor	2	40

Tabla 4.19 Listado de equipos del Despacho 2

Despacho 2		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Ordenador PC	3	250
Monitor	6	40
Fotocopiadora grande	1	3500

Tabla 4.20 Listado de equipos del Despacho 3

Despacho 3		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Ordenador PC	1	270
Monitor	2	40

Tabla 4.21 Listado de equipos del Aseo 1

Aseo 1		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Secadora de manos	2	2000

Tabla 4.22 Listado de equipos del Aseo 2

Aseo 2		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Secadora de manos	2	2000

Tabla 4.23 Listado de equipos del Aseo 3

Aseo 3		
Equipos	Unidades	Potencia (W)
Secadora de manos	1	2000

La carga producida por equipos, dependiendo de su naturaleza, será sensible o latente en función del equipo a considerar [9].

Dependiendo del tipo de equipo, no toda la potencia se traducirá en carga térmica por equipamiento en el local. Por lo tanto, se distinguirá entre tres tipos de equipos en función de esta consideración:

- Tipo 1: Equipos en los que una parte de la energía se extrae (cafeteras, cocinas con campanas de extracción...), sólo se considerará una parte de la potencia del equipo.
- Tipo 2: Equipos que comunican energía a un fluido que se extrae fuera del recinto. Sólo se debe considerar el rendimiento del motor.
- Tipo 3: Equipos en que toda la carga se transfiere al local (ordenadores, impresoras...). Se debe considerar toda la potencia.

Según las tres consideraciones anteriores, clasificamos dentro de los mismos los equipos recogidos en el apartado 4.3.3 *Cargas térmicas por equipos*

Tabla 4.24 Listado de equipos Tipo 1

Tipo 1				
Equipos	Potencia (W)	(%) Extracción	Q sensible (W)	Q latente (W)
Horno con campana ext.	8000	85	1200	0
Cocina de gas	30000	85	3375	1125

Tabla 4.25 Listado de equipos Tipo 2

Tipo 2				
Equipos	Potencia (W)	Eficiencia	Q sensible (W)	Q latente (w)
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tabla 4.26 Listado de equipos Tipo 3

Tipo 3			
Equipos	Potencia (W)	Q sensible (W)	Q latente (W)
Televisión	100	100	0
Proyector	270	270	0
Ordenador PC	250	250	0
Equipo de sonido	1000	1000	0
Cámara frigorífica	1000	1000	0
Fotocopiadora grande	3500	3500	0
Secadora de manos	2000	1700	300
Lavavajillas	1500	750	750
Cafetera 12L Sin extracción	3000	1525	475
Microondas	1500	1500	0
Monitor	40	40	0

Atendiendo a las tres consideraciones anteriores, los valores de proyecto a considerar como carga térmica de equipos para cada uno de los locales se recogen a continuación:

Tabla 4.27 Cargas térmicas por equipamiento en el Salón de Actos

Salón de Actos			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Proyector	1	270	0
Ordenador PC	1	250	0
Equipo de sonido	1	1000	0
Total		1520	0

Tabla 4.28 Cargas térmicas por equipamiento en la Cafetería-Comedor

Cafetería-Comedor			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Televisión	1	100	0
Ordenador PC	1	250	0
Equipo de sonido	1	1000	0
Cafetera 12L Sin extracción	1	1525	475
Microondas	1	1500	0
Cámara frigorífica	1	1000	0
Lavavajillas	1	750	750
Total		6125	1225

Tabla 4.29 Cargas térmicas por equipamiento en la Cocina

Cocina			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Cámara frigorífica	2	1000	0
Horno con campana ext.	2	1200	0
Lavavajillas	1	750	750
Microondas	1	1500	0
Cocina de gas	1	3375	1125
Total		10025	1875

Tabla 4.30 Cargas térmicas por equipamiento en el Taller

Taller			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Proyector	1	270	0
Ordenador PC	1	250	0
Equipo de sonido	1	1000	0
Total		1520	0

Tabla 4.31 Cargas térmicas por equipamiento en el Despacho 1

Despacho 1			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Ordenador PC	1	250	0
Monitor	2	40	0
Total		330	0

Tabla 4.32 Cargas térmicas por equipamiento en el Despacho 2

Despacho 2			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Ordenador PC	3	250	0
Monitor	6	40	0
Fotocopiadora grande	1	3500	0
Total		4490	0

Tabla 4.33 Cargas térmicas por equipamiento en el Despacho 3

Despacho 3			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Ordenador PC	1	270	0
Monitor	2	40	0
Total		350	0

Tabla 4.34 Cargas térmicas por equipamiento en el Aseo 1

Aseo 1			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Secadora de manos	2	1700	300
Total		3400	600

Tabla 4.35 Cargas térmicas por equipamiento en el Aseo 2

Aseo 2			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Secadora de manos	2	1700	300
Total		3400	600

Tabla 4.36 Cargas térmicas por equipamiento en el Aseo 3

Aseo 3			
Equipos	Unidades	Q sensible (W)	Q latente (W)
Secadora de manos	1	1700	300
Total		1700	300

Siendo los valores de estas tablas los valores a introducir como ganancias internas sensible y latente para cada uno de los locales del edificio.

4.4. Fuentes de contaminación interna

La producción de contaminación o de humedad adicionales deberá quedar definida, cuando sea de aplicación, a los límites en los que dichos contaminantes puedan encontrarse dentro de cada local. Cada contaminante debe definirse por su calendario de producción y por el valor límite para ser admitido.

4.5. Zonificación del edificio

En lo referente a las instalaciones térmicas, el edificio se dividirá en cuatro zonas. Estas zonas se denominarán *Zona Cafetería-Cocina*, *Zona Despachos-Taller*, *Zona Salón de Actos*, y *Zona Aseos*.

Dichas zonas, delimitarán las áreas del edificio que constan de equipos de climatización independientes entre sí, y, por tanto, que no obedecerán a los criterios de carga térmica simultánea cuando sea referida la potencia total de climatización del edificio.

Dicha zonificación se hará conforme a los criterios de zonificación recogidos en la IT.1.2.4.5.4 de Zonificación recogidos en el RITE, y la cuál, obedecerá a criterios de bienestar, ahorro de energía, divergencias de ocupación, horarios, y orientación de los elementos exteriores.

Los tres sectores de los que consta el edificio, así como los locales de los que consta cada uno, se recogen a continuación.

4.5.1. Zona Cafetería-Comedor

La *Zona Cafetería-Cocina* consta de la Cafetería-Comedor, situada en la parte oeste del edificio. Las fachadas de esta zona están orientadas al oeste, al noroeste, y al sur. Los cerramientos transparentes, están orientados al oeste y al sur. Su uso será equivalente a la correspondiente a espectáculos y hostelería, siendo su tipología la correspondiente a la de bares y restaurantes.

Los locales incluidos en esta zona se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 4.37 Locales y uso de la Zona Cafetería-Comedor

Zona Cafetería-Comedor			
Cuarto	Tipología	Superficie (m²)	Nº de personas
Cafetería-Comedor	Bar/Restaurante	59.52	40
Total	-	50.52	40

4.5.2. Zona Cocina

La *Zona Cocina* consta de la Cocina, situada en la parte noroeste del edificio. Las fachadas de esta zona están orientadas al oeste, al noroeste, y al sur. Los cerramientos transparentes, están orientados al oeste y al sur. Su uso será equivalente a cocinas industriales, siendo su tipología la correspondiente a la de bares y restaurantes.

Los locales incluidos en esta zona se recogen en la tabla siguiente:

Zona Cocina			
Cuarto	Tipología	Superficie (m²)	Nº de personas
Cocina	Bar/Restaurante	20.80	14
Total	-	20.80	14

4.5.3. Zona Despachos-Taller

La *Zona Despachos-Taller* consta de los despachos y el taller, situados en el ala que va del oeste al noreste del edificio. Las fachadas de esta zona están orientadas al norte, noreste, y una de ellas orientada al sur. Los cerramientos transparentes, están orientados al norte, y al noreste. Su uso será equivalente al correspondiente al uso de oficinas.

Los locales incluidos en esta zona se incluyen en la tabla siguiente:

Tabla 4.38 Locales y uso de la Zona Despachos-Taller.

Zona Despachos-Taller			
Cuarto	Tipología	Superficie (m²)	Nº de personas
Despacho 1	Oficina	27.34	7
Despacho 2	Oficina	22.27	3
Despacho 3	Oficina	24.27	6
Taller	Comercial	30.50	21
Total	-	104.38	37

4.5.4. Zona Aseos

Se trata de la zona correspondiente a los aseos. Situados en la zona central del edificio, sin fachadas exteriores. Debido a la azotea a distinta altura de la zona central del edificio, posee fachadas orientadas en todas las direcciones, dando la fachada del vestíbulo (entrada al edificio) al suroeste. Los cerramientos transparentes están orientados en todas las direcciones. Su uso será equivalente al correspondiente al uso de zonas comunes.

Los locales incluidos en esta zona se incluyen en la tabla siguiente:

Zona Aseos			
Cuarto	Tipología	Superficie (m²)	Nº de personas
Aseo 1	Zonas comunes	7.53	2
Aseo 2	Zonas comunes	7.53	2
Aseo 2	Zonas comunes	5.17	1
Total	-	20.23	5

4.5.5. Zona Salón de Actos

La zona salón de actos consta solo del propio salón de actos, situado en la zona sureste del edificio. Las fachadas de esta zona están orientadas al este, sureste, sur, y noroeste. Los cerramientos transparentes se orientan al este, al sur, y al oeste.

Los locales de esta zona se incluyen en la tabla siguiente:

Tabla 4.39 Locales y uso de la Zona Salón de Actos

Zona Cafetería-Comedor			
Cuarto	Tipología	Superficie (m²)	Nº de personas
Salón de actos	Salones de actos	126.6	100
Total	-	126.6	100

5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS. REAL DECRETO 1027/2007

5.1. Ámbito de aplicación

A efectos de aplicación del RITE, se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

Se aplicará a aquellos edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en edificios ya existentes (exclusivamente a la parte reformada), así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas.

Se entenderá por reforma de una instalación, todo aquello que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica, entendiéndose como reforma a aquellas comprendidas en el Artículo 2 del presente real decreto.

No será de aplicación el RITE en aquellas instalaciones térmicas de procesos industriales agrícolas o de otro tipo en la parte que no esté destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

5.2. Disposiciones generales

En el artículo 10 del RD 1027/2007 se recogen exigencias técnicas de las instalaciones térmicas, deberán diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse, de forma que se cumplan las exigencias técnicas de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad, que establece el reglamento térmico de instalaciones térmicas en edificios.

Estas exigencias técnicas se recogerán a continuación en los artículos siguientes incluidos den el RD 1027/2007 [10].

5.2.1. Artículo 11. Bienestar e higiene

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica en el ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios del edificio sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes;

1. Calidad térmica del ambiente: se asegurará que las instalaciones térmicas permitan mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.
2. Calidad del aire interior: las instalaciones térmicas permitirán mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes, que se produzcan de forma habitual durante el

uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado.

3. Higiene: las instalaciones térmicas permitirán proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas.
4. Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas estará limitado.

Los sistemas, equipos y componentes de la instalación térmica, que de acuerdo con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis deban ser sometidos a tratamientos de choque térmico, se diseñarán para poder efectuar y soportar los mismos.

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

Las redes de conductos deben estar equipadas de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-EN 12097:2007 [11] para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

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

5.2.2. Artículo 12. Eficiencia Energética

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía, convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía, y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo con los requisitos siguientes:

1. Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posibles a su régimen de rendimiento máximo.
2. Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.
3. Regulación y control: las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

4. Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.
5. Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías renovables.
6. Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

5.2.3. Artículo 13. Seguridad

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

5.3. IT.1.1.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de bienestar e higiene

5.3.1. IT 1.1.4.1 Exigencia de la calidad térmica del ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire en la zona ocupada e intensidad de la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en el RITE.

5.3.1.1 IT 1.1.4.1.2 Temperatura operativa y humedad relativa

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), según lo indicado en los apartados 6.3.2 *Temperatura del aire y temperatura operativa*, y 6.7 *Humedad del aire interior*

5.3.1.2 IT 1.1.4.1.3 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.

El cálculo de la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada (V) se hará según lo especificado en el apartado 6.3.3 *Velocidades del aire e índice de riesgo de corrientes*.

5.3.2. IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad de aire interior

5.3.2.1 IT 1.1.4.2.1 Generalidades

El edificio, dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones contaminantes. A efectos de cumplimiento de este apartado, se considerará válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779 [5], o a lo recogido en el apartado 1.4.2.2 de la presente instrucción, de *Categorías de calidad de aire interior en función del uso de los edificios*.

La calidad del aire de impulsión para el edificio será tal que, teniendo en cuenta las emisiones previstas de las fuentes interiores, recogidas en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna*, se consiga la cantidad apropiada de aire interior.

El diseño del sistema se hará especificando los caudales de aire exterior. Se especifica también si el aire de impulsión contiene aire de recirculación.

También se especificarán los contaminantes específicos en el aire interior indicados y previstos en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna*, previéndose consideraciones especiales que no se cubran con la aplicación del presente reglamento.

5.3.2.2 IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios

En función del uso del edificio o local, la calidad del aire interior de la zona ocupada se clasificará según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Clasificación del aire interior (IDA) [10]

Categoría	Descripción
IDA 1	Calidad del aire interior alta
IDA 2	Calidad del aire interior media
IDA 3	Calidad del aire interior moderada
IDA 4	Calidad del aire interior baja.

Las categorías anteriores se emplean en aquellos locales que:

- Se consideren las personas como única fuente de contaminación del aire.
- Se considera sólo la percepción de las personas no adaptadas.

Según lo indicado en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna* para estos casos en los que no se cumplan las condiciones anteriores, y existan emisiones específicas, podrán tomarse consideraciones especiales en función a la calidad del aire interior.

Por lo tanto, las calidades del aire interior se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5.2 Clasificación de aire interior de los locales del edificio

Locales	Categoría
Vestíbulo	IDA 3
Salón de Actos	IDA 3
Cafetería-Comedor	IDA 3
Cocina	IDA 3
Taller	IDA 3
Despacho 1	IDA 2
Despacho 2	IDA 2
Despacho 3	IDA 2
Paso 1	IDA 3
Paso 2	IDA 3
Paso 3	IDA 3

Tanto el aire extraído AE como el aire descargado ODA se clasifican en cuatro categorías (las definiciones para ambas son idénticas, evidentemente). La asignación de calidades al aire de extracción será clave, ya que delimita el uso que se le pueda hacer al aire extraído de los locales dependen principalmente de su nivel de contaminación.

5.3.2.3 IT 1.1.4.2.3 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 1.4.2.2 del RITE.

En el presente apartado, el RITE establece 5 métodos para el cálculo del caudal de aire exterior de ventilación, de los cuales, dos son métodos indirectos donde el caudal se determina por la ocupación o la superficie de los locales; y los otros 3 son métodos

directos, donde el caudal de ventilación se determina a partir de la carga de contaminación del edificio.

Los 5 métodos recogidos son los siguientes:

- a) Método indirecto de caudal de aire exterior por persona.
- b) Método directo por calidad del aire percibido.
- c) Método directo por concentración de CO₂.
- d) Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie.
- e) Método de dilución.

Los caudales mínimos de aire exterior ventilación se calculan en el apartado 6.4.3 *Caudales*.

5.3.2.4 IT 11.4.2.4 Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

En lo referente a la calidad del aire exterior, y atendiendo a lo indicado en la Norma UNE-EN 13779 en el proceso de diseño del sistema, se considera la calidad del aire exterior alrededor del edificio, en función de la localización prevista del edificio. En el diseño, se prevén dos opciones para mitigar los efectos del aire exterior pobre en el ambiente interior:

- Ubicar las tomas de aire donde el aire exterior está menos contaminado (si la contaminación no es uniforme alrededor del edificio).
- Utilizar algún método de limpieza del aire.

Según lo indicado en la segunda opción, y lo recogido en la presente instrucción del RITE, el aire exterior se introducirá debidamente filtrado en el edificio. 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 indica en *la Tabla 5.4 Clases de filtración*. Igualmente, se recogen las opciones individuales sobre la existencia de contaminantes específicos no regulados (tales como pólenes y hongos).

En la siguiente tabla, se recogen las clasificaciones para el aire exterior:

Tabla 5.3 Clasificación del aire exterior (ODA) [5]

Categoría	Descripción
ODA 1	Aire puro que se ensucio sólo temporalmente (por ejemplo, polen)
ODA 2	Aire exterior con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
ODA 3	Aire exterior con concentraciones muy altas de gases contaminantes, y o, partículas

La clasificación adoptada para el aire exterior será ODA 2.

La adopción de la clasificación anterior queda detallada en el apartado 11. *ANEXO. CLASIFICACIÓN DEL AIRE Y CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR*.

En lo referente a las clases de filtración, se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 5.4 Clases de filtración [10]

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

Para los prefiltros se emplearán filtros de clase F6.

Para aquellos casos en los que el mismo ventilador de impulsión, alimente a varios locales con distinta calidad de aire interior, se elegirá para el mismo aquel que resulte más restrictivo.

Se garantizará en todo momento, que en la sección de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, las condiciones de funcionamiento del aire sean en seco (no saturado).

Los aparatos de recuperación de calor deberán estar protegidos por una sección de filtros, siendo como mínimo de clase F6.

En las reformas, cuando no haya espacio suficiente para la instalación de las unidades de tratamiento de aire, el filtro final se incluirá en los recuperadores de calor.

5.3.2.5 IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción

En función del uso del edificio o local y de su nivel de contaminación, se clasifican en las siguientes categorías:

- a) 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): oficinas, aulas salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público escaleras y pasillos.
- b) AE 2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que además, no está prohibido fumar: restaurantes, habitaciones de hotel, vestuarios, bares, almacenes.
- c) AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc: aseos, saunas, cocinas laboratorios químicos, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
- d) AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada: extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y disolventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

Atendiendo a la clasificación anterior, a cada local del edificio se le asigna la tabla siguiente:

Tabla 5.5 Categorías de calidad del aire extraído de los locales del edificio

Locales	Categoría
Salón de Actos	AE 1
Cafetería-Comedor	AE 2
Cocina	AE 3(*)
Taller	AE 1
Despacho 1	AE 1
Despacho 2	AE 1
Despacho 3	AE 1
Aseo 1	AE 3
Aseo 2	AE 3
Aseo 3	AE 3
(*) Excepto la campana extractora, AE4	

Para los locales de servicio, el caudal será como mínimo de 2 dm³/m².

Sólo el aire de extracción de categoría AE 1 puede ser retornado a los locales. El aire de categoría AE 2 sólo puede ser retornado si se extrae e impulsa a un único local, o hacia locales de servicios, aseos y garajes. El aire de categoría AE 3 y AE 4 no se puede ni recircular ni transferir.

Cuando se mezclen aires de extracción de diferentes categorías, el conjunto tendrá la categoría del más desfavorable; si las extracciones se realicen de manera independiente, la expulsión hacia el exterior del aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE 1 y AE 2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

5.3.3. IT 1.1.4.3 Exigencia de higiene

5.3.3.1 IT 1.1.4.3.3 Humidificadores

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

No se permite la humectación del aire mediante inyección directa de vapor procedente de calderas, salvo cuando el vapor tenga calidad sanitaria.

5.3.3.2 IT 1.1.4.3.4 Aperturas de servicio para limpieza de conductos y plenums de aire

Las redes de conductos deben estar equipadas de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-12097 [11] 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.

5.3.4. IT 1.1.4.4 Exigencia de calidad en el ambiente acústico

Las instalaciones deberán cumplir la exigencia del documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación que les afecten.

En lo relativo al diseño y de las fuentes de ruidos, vendrán reflejados en el apartado 6.8 *Ambiente acústico*.

5.4. IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética

5.4.1. IT 1.2.1 Ámbito de aplicación

El ambiente de aplicación de esta sección es el que se establece con carácter general para el RITE, en su artículo 2, con las limitaciones que se fijan en este apartado.

5.4.2. IT 1.2.2 Procedimiento de verificación

Para la correcta aplicación de esta exigencia en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, se optará por uno de los dos procedimientos siguientes:

1. Procedimiento simplificado: consistirá en la adopción de soluciones basadas en la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación térmica mediante el cumplimiento de los valores límite y soluciones especificadas en esta sección, para cada sistema o subsistema diseñado. Su cumplimiento asegura la superación de la exigencia de eficiencia energética. Para ello, deberá seguirse la secuencia de verificaciones siguiente:
 - a. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío del apartado IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.
 - b. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío del apartado IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos.
 - c. Cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética de control de las instalaciones térmica del apartado IT 1.2.4.3 Control
 - d. Cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos del apartado IT 1.2.4.4 Contabilización de consumos.
 - e. Cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables del apartado IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables y residuales.
 - f. Cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional del apartado IT 1.2.4.7 Limitación de energía convencional.
2. Procedimiento alternativo: no será de aplicación en el siguiente proyecto.

5.4.3. IT 1.2.3 Documentación justificativa

El proyecto o memoria técnica, contendrá la siguiente documentación del cumplimiento de exigencia de eficiencia energética según los puntos del procedimiento simplificado recogido en el apartado 5.4.2 *IT 1.2.2 Procedimiento de verificación*.

El proyecto de una instalación térmica recogerá una estimación del consumo de energía mensual y anual expresado en energía primaria y emisiones de dióxido de carbono. La estimación se llevará a cabo a través de un método contrastado, utilizando las fuentes de energía convencional, renovable y residual utilizadas.

El proyecto constará de una lista de los equipos consumidores de energía y de sus potencias.

En el proyecto se justificará el sistema de climatización y de producción de agua caliente sanitaria elegido desde el punto de vista de la eficiencia energética.

En los edificios nuevos que dispongan de una instalación térmica de las incluidas en el artículo 15.1 con potencias superiores a 70kw y superficie útil total mayor que 1000 m², la justificación incluirá la comparación del sistema de producción de energía elegido con otros alternativos.

Cuando se deban comparar sistemas alternativos de producción frigorífica, es aceptable el cálculo del impacto total del calentamiento equivalente (TEWI) según al método propuesto en el Anexo B de la norma UNE-EN 378.

5.4.4. IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética

5.4.5. IT 1.2.4.1 Generación de frío y calor

5.4.5.1 IT 1.2.4.1.1 Criterios generales

La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando 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 los fluidos.

En el procedimiento de análisis se estudiarán las distintas cargas al variar la hora del día y el mes del año para hallar la carga máxima simultánea, así como cargas parciales y la mínima, con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores.

Los generadores que utilicen energías convencionales se conectarán hidráulicamente en paralelo, y se deben poder independizar entre sí. En casos excepcionales que deben justificarse, los generadores de agua refrigerada podrán conectarse hidráulicamente en serie.

El caudal del fluido caloportador en los generadores podrá variar para adaptarse a la carga térmica instantánea entre los límites mínimo y máximo establecidos por el fabricante.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, deberá interrumpirse también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo, salvo aquellos que, por razones de seguridad o explotación, lo requiriesen.

5.4.5.2 IT 1.2.4.1.2 Generación de calor

- **IT 1.2.4.1.2.1 Requisitos mínimos de rendimiento**

En el proyecto o memoria técnica se indicarán las prestaciones energéticas de los generadores de calor.

Las bombas de calor deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Los equipos de hasta 12 kW de potencia útil nominal, deberán llevar incorporados los valores de etiquetado energético (COP/SCOP) correspondientes a la normativa europea en vigor.
- b. Aquellos equipos de potencia útil nominal superior a 12 kW deberán llevar incorporados los valores de etiquetado energético (COP/SCOP) determinados por la normativa europea en vigor, cuando exista la misma, o por entidades de certificación europea.
- c. Los fabricantes aportarán las tablas de funcionamiento de los equipos a distintas temperaturas, al objeto de facilitar la evaluación y rendimiento energético de la instalación.
- d. La temperatura del agua a la salida de las plantas deberá ser mantenida constante al variar la carga, salvo excepciones que se justificarán.
- e. Se procurará que la potencia máxima en los equipos se obtenga con el salto máximo de temperaturas de entrada y salida establecido por el fabricante, de modo que el caudal del fluido caloportador sea mínimo para dicha potencia máxima. Esta situación se puede mantener en carga parcial si se disponen de bombas de caudal variable que permitan regular el caudal para el salto térmico.
- f. El resto de los generadores de calor para los que en este aparato no se han establecido requisitos específicos de rendimiento, deberán cumplir con los requisitos fijados por la normativa europea en vigor.

- **IT 1.2.4.1.2.2 Fraccionamiento de potencia**

Se dispondrán los generadores necesarios en número, potencia y tipos adecuados, según el perfil de la carga térmica prevista.

Las bombas de calor reversibles de expansión directas se considerarán como un generador único cuando consten de una sola unidad exterior, y una o varias unidades interiores.

En el caso de enfriadoras/bombas de calor reversibles para producción de agua fría/caliente, se considerará un generador único aquél que cumpla los dos requisitos siguientes: que conste de una sola acometida eléctrica y disponga de un evaporador no conectado hidráulicamente con ningún otro equipo de producción.

5.4.5.3 IT 1.2.4.1.3 Generación de frío

- **IT 1.2.4.1.3.1 Requisitos mínimos de eficiencia energética de generadores de frío**

Se indicará los coeficientes EER y COP individual de cada equipo al variar la potencia desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización, en las condiciones previstas de diseño, así como el de la central con la estrategia de funcionamiento elegida.

En aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético se indicará la clase de eficiencia energética del mismo.

La temperatura del agua refrigerada a la salida de las plantas deberá ser mantenida constante al variar la carga, salvo excepciones que se justificarán.

El salto de temperatura será una función creciente de la potencia del generador o generadores, hasta el límite establecido con el fabricante, con el fin de ahorrar potencia de bombeo, salvo excepciones que se justifiquen.

- **IT 1.2.4.1.3.2 Escalonamiento de potencia en centrales de generación de frío**

Las centrales de generación de frío deben diseñarse con un número de generadores tal que se cubra la variación de la carga del sistema con una eficiencia próxima a la máxima que ofrecen los generadores elegidos.

La parcialización de la potencia suministrada podrá obtenerse escalonadamente o con continuidad.

Para instalaciones de potencia útil nominal superior a 70 kW, si el límite inferior de la demanda pudiese ser menor que el límite inferior de parcialización de una máquina, se debe instalar un sistema diseñado para cubrir esa demanda durante su tiempo de duración a lo largo de un día. El mismo sistema se utilizará para limitar la punta de la demanda máxima diaria.

A este requisito están también sometidos los equipos frigoríficos reversibles cuando funcionan en régimen de bomba de calor.

- **IT 1.2.4.1.3.3 Maquinaria frigorífica enfriada por aire**

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.

5.4.6. IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos

5.4.6.1 IT 1.2.4.2.1 Aislamiento térmico de redes de tuberías

• IT 1.2.4.2.1.1 Generalidades

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

- a. Fluidos refrigerados con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.
- b. Fluidos con temperatura mayor de 40°C, cuando estén 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 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 estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

Los equipos y componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir, que se suministren aislados 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 la congelación del agua en tuberías expuestas a temperaturas del aire menores que la de cambio de estado se podrá recurrir a estas técnicas: empleo de una mezcla de agua con anticongelante, circulación del fluido o aislamiento de la tubería calculado de acuerdo a la norma UNE-EN 12241. También se podrá recurrir al calentamiento directo del fluido incluso mediante 'trazado' de la tubería excepto en subsistemas solares.

Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia total será mayor que 50 MPa*m²*s/g. Se considera el cálculo válido realizado siguiendo el procedimiento indicado en la norma UNE-EN 12241.

En toda instalación térmica por la que circulen fluidos no sujetos a cambio de estado, en general las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta.

• IT 1.2.4.2.1.2 Procedimiento simplificado

En el procedimiento simplificado los espesores mínimos de aislamientos térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar, y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0.040W/(m*K) deben ser los indicados en las recogidas en el presente apartado.

Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos deben ser iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior mayor que 140 mm.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento todo el año, como redes de agua cliente sanitaria, deben ser los indicados en las tablas expuestas en el presente apartado y aumentados en 5 mm.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzca, alternativamente, fluidos calientes y fríos serán los obtenidos para las condiciones de trabajo más exigentes.

Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.

Los espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc, serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados.

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 25 mm y de longitud menor que 10 m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de las condensaciones.

En las conexiones de equipos de refrigeración doméstico o equipos de energía solar, espacios reducidos de curvas y juntas se permitirá una reducción de 10 mm sobre los espesores mínimos.

Cuando se utilicen materiales de conductividad térmica distinta a $\lambda_{ref} = 0.04 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ a 10°C , se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando las siguientes ecuaciones:

- a. Para superficies planas:

Ecuación 5.1 Espesor mínimo de material para superficies planas

$$d = d_{ref} * \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

- b. Para superficies de sección circular:

Ecuación 5.2 Espesor mínimo de material para superficies de sección circular

$$d = D * \left[EXP * \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} * \ln * \frac{D + 2 * d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Donde:

- λ_{ref} = conductividad térmica de referencia, igual a $0.04 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ a 10°C .
- λ = conductividad térmica del material empleado en $\text{W/(m}^{\circ}\text{K)}$.
- d_{ref} = espesor mínimo de referencia, en mm.

- D = diámetro interior del material aislante, coincidente con el diámetro exterior de la tubería, en mm.

En cualquier caso, se evitará la formación de condensaciones superficiales e intersticiales en instalaciones de frío y redes de agua fría sanitaria.

Tabla 5.6 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios [10]

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 5.7 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios [10]

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	>60...100	>100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Tabla 5.8 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios [10]

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	>0...10	>10
$D \leq 35$	30	25	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 5.9 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios [10]

Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	-10...0	>0...10	>10
$D \leq 35$	50	45	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 5.10 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización en función del recorrido de las tuberías [10]

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
$D \geq 90$	40	50

5.4.6.2 IT 1.2.4.2.2 Aislamiento térmico de redes de conductos

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

Cuando la potencia útil nominal a instalar de generación de calor o frío sea menor o igual que 70 kW son válidos los espesores mínimos de aislamiento para conductos y accesorios de la red de impulsión de aire que se indican:

- a. Para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0.040 W/(m*K), serán los siguientes:
 - i. En interiores 30 mm.
 - ii. En exteriores 50 mm.
- b. Para materiales de conductividad térmica distinta de la anterior, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando las ecuaciones del apartado □ IT 1.2.4.2.1.2 *Procedimiento simplificado*.
- c. El espesor mínimo de aislamiento de ramales finales de conductos de longitud menor de 5 metros se podrá reducir a 13 mm si existe impedimento físico demostrable de espacio.

Para potencias superiores a 70 kW habrá que justificar documentalmente que las pérdidas no son mayores que las obtenidas con los espesores indicados anteriormente.

Las redes de retorno se aislarán cuando discurran por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la de rocío del ambiente o cuando el conducto pase a través de locales no acondicionados.

A efectos de aislamiento térmico, los aparcamientos se equiparán al ambiente exterior.

Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar la formación de condensaciones.

Cuando los conductos estén instalados al exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. Se prestará especial atención en la realización de la estanquidad de las juntas al paso del de lluvia.

Los componentes que vengan aislados de fábrica tendrán el nivel de aislamiento indicado por las respectiva normativa o determinado por el fabricante.

5.4.6.3 IT 1.2.4.2.3 Estanquidad de redes de conductos

La estanquidad de la red de conductos se determinará mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 5.3 Estanquidad de la red de conductos [10]

$$f = c * p^{0.65}$$

Donde:

- f = representa las fugas de aire, en dm³/(s*m²).

- p = es la presión estática, en Pa.
- c = es un coeficiente que define la clase de estanquidad.

Se definen las siguientes cuatro clases de estanquidad:

Tabla 5.11 Clases de estanquidad [10]

Clase	Coeficiente c
A	0.027
B	0.009
C	0.003
D	0.001

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación.

5.4.7. IT 1.2.4.2.4 Caídas de presión en componentes

Las caídas de presión máximas admisibles serán las siguientes:

- Baterías de calentamiento: 40 Pa.
- Baterías de refrigeración en seco: 60 Pa.
- Baterías de refrigeración y deshumectación: 120 Pa.
- Atenuadores acústicos: 60 Pa.
- Unidades terminales de aire: 40 Pa.
- Rejillas de retorno de aire: 20 Pa.

Al ser algunas de las caídas de presión función de las prestaciones del componente se podrán superar esos valores.

Las baterías de refrigeración y deshumectación deben ser diseñadas con una velocidad frontal tal que no origine arrastre de gotas de agua. Se prohíbe el uso de separadores de gotas, salvo en casos especiales que deben justificarse.

5.4.8. IT 1.2.4.2.5 Eficiencia energética de los equipos para transporte de fluidos

La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se realizará de forma que su rendimiento se 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 de una temporada.

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 de 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:

- SFP 1 y SFP 2 para sistemas de ventilación y extracción.
- SFP 3 y SFP 4 para sistemas de climatización, dependiendo de su complejidad.

Para los ventiladores, la potencia específica absorbida por cada ventilador de un sistema de climatización vendrá indicada en la tabla siguiente:

Categoría	Potencia específica $W/(m^3/s)$
SFP 1	$W_{esp} \leq 500$
SFP 2	$500 < W_{esp} \leq 750$
SFP 3	$750 < W_{esp} \leq 1250$
SFP 4	$1250 < W_{esp} \leq 2000$
SFP 5	$W_{esp} > 2000$

6. AMBIENTE INTERIOR

6.1. Generalidades

En el sistema de ventilación, de acondicionamiento de aire o de climatización de locales, influyen los siguientes parámetros:

- Ambiente térmico.
- Calidad del aire interior.
- Humedad del aire interior.
- Ambiente acústico.

El sistema está diseñado para cubrir las necesidades específicas del proyecto.

6.2. Zona ocupada

Los criterios para la zona ocupada son los recogidos en la Norma UNE-EN 13779 [5]

En la zona ocupada se deben cumplir los requisitos relativos al ambiente interior objetos del presente apartado. Esto significa, que todas las medidas relativos a los criterios de bienestar deben referirse a esta zona.

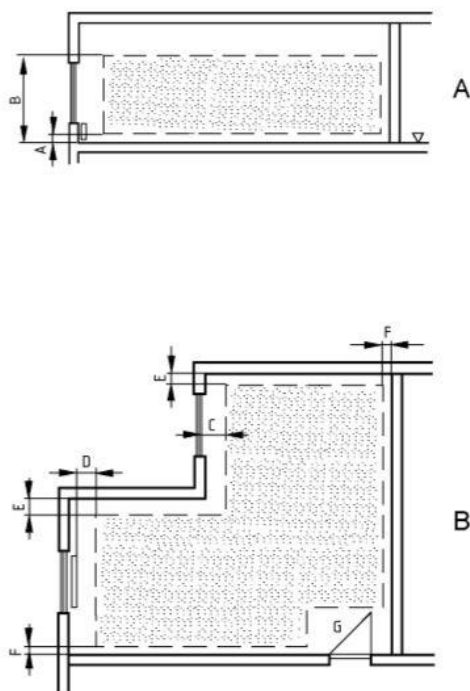
Para evaluar los requisitos de un local, se puede utilizar la superficie total de un local, pero en lo referente a los criterios de bienestar, los mismos no están garantizados fuera de la zona ocupada.

Las dimensiones típicas de la zona ocupada se indican en la tabla siguiente:

Tabla 6.1 Dimensiones de la zona ocupada

Distancia desde la superficie interior		Intervalo tipo (m)	Valor por defecto (m)
Suelos (límite inferior).	A	0.16	0.12
Suelos (límite superior).	B	0.18	0.15
Ventanas y puertas exteriores.	C	0.18	0.15
Aparatos de sistemas de ventilación y climatización.	D	0.15	0.09
Paredes exteriores.	E	0.15	0.09
Paredes interiores.	F	0.18	0.15
Puertas, zonas de tránsito, etc	G	0.18	0.15

Ilustración 6.1 Dimensiones de la zona ocupada



Para las paredes exteriores con ventana o puertas, el elemento que presenta la mayor distancia se considera válido para toda la superficie.

Para los siguientes tipos de zona, se prevé la dificultad para cumplir los requisitos de ambiente térmico.

- a. Zonas de tránsito.

- b. Zonas próximas a puertas que se utilicen frecuentemente o permanecen abiertas durante largos periodos de tiempo.
- c. Zonas próximas a terminales de impulsión de aire.
- d. Zonas próximas a unidades con alta producción de calor o de caudal de aire.

Las zonas a, y b, no se consideran parte de la zona ocupada, pero no así las zonas c, y d, las cuales sí forman parte de la zona ocupada, pero ya se deja previsto la dificultad de cumplir con los requisitos de ambiente térmico expuestos en los apartados siguientes.

6.3. Ambiente térmico

6.3.1. Hipótesis de diseño

Las hipótesis de diseño más importantes respecto al ambiente térmico son la vestimenta y la actividad de los ocupantes. Ambos parámetros influirán en la determinación de la temperatura operativa y en la velocidad del aire en los apartados siguientes. Otras influencias, tales con el gradiente vertical de temperatura, los suelos calientes y fríos, y la asimetría de radiación, se tendrán en consideración si así compete.

6.3.2. Temperatura del aire y temperatura operativa

Los valores de diseño para la temperatura operativa de los edificios se establecen conforme a lo indicado en la norma UNE-EN ISO 7730 [12].

Las condiciones de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta, y el porcentaje de insatisfechos (PPD).

El método de cálculo recogido en la norma anterior, y recogido en la *Guía IDEA de Instalaciones de Climatización con Equipos Autónomos* [13] se basa en definir la calidad térmica del ambiente en función de la opinión de un numeroso grupo de personas sobre la sensación térmica experimentada durante estancias prolongadas en determinadas condiciones termo-higrométricas. El voto medio predicho, PMV, se valora según una escala de siete valores de sensaciones térmicas establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 6.2 Escala de datos del voto medio predicho (PMV)

PMV	Sensación
3	Muy caluroso
2	Caluroso
1	Ligeramente caluroso
+0/-0	Neutralidad térmica
-1	Fresco
-2	Frío
-3	Muy frío

La sensación térmica y, por tanto, el voto medio predicho (PMV), depende del desequilibrio energético de la persona con el ambiente que le rodea. El desequilibrio energético, ΔE , es la diferencia entre la tasa metabólica de la persona, M , y las pérdidas de energía al ambiente que la rodea, P .

Ecuación 6.1 Desequilibrio energético.

$$\Delta E = M - P \text{ (KW)}$$

Este desequilibrio energético y, por tanto, la sensación de frío depende de parámetros ambientales:

- La temperatura seca del local.
- La humedad relativa del aire.
- La temperatura radiante media.
- La velocidad media del aire en la zona ocupada.

Y los parámetros de la persona:

- Actividad metabólica.
- Grado de vestimenta (único grado de libertad del usuario).

La satisfacción o insatisfacción de las personas con el ambiente térmico del local se cuantifica con el porcentaje de personas insatisfechas PPD(%). Hay una relación directa entre el número de personas insatisfechas y el voto medio predicho $PPD(\%)=f(PMV)$.

Aunque el voto medio predicho sea 0, tendremos un 5% de personas insatisfechas con el ambiente térmico del local.

Esta relación es la que emplea el informe del CEN CR 1752 [14], en el que se definen 3 categorías para el ambiente térmico denominadas A, B y C, correspondientes con el 6%, 10% y 15% de personas insatisfechas respectivamente según se indica en la tabla siguiente:

Tabla 6.3 Categorías de calidad de ambiente térmico

Categoría	PPD(%)	Voto medio predicho
A: guarderías, clínicas, hospitales	< 6	-0.2 < PMV < 0.2
B: calidad a emplear en edificios nuevos	< 10	-0.5 < PMV < 0.5
C: calidad mínima en edificios existentes	< 15	-0.7 < PMV < 0.7

Teniendo en cuenta las categorías de calidad de la tabla anterior, se asigna una categoría de calidad de ambiente térmico para cada uno de los locales del edificio:

Tabla 6.4 Categorías de los locales del edificio según el ambiente térmico

Locales	Categoría
Salón de Actos	B
Cafetería-Comedor	B
Cocina	B
Taller	B
Despacho 1	B
Despacho 2	B
Despacho 3	B
Aseo 1	B
Aseo 2	B
Aseo 3	B

La temperatura operativa óptima interior depende en gran medida de la actividad de las personas. La tasa metabólica, es una conversión de la energía química en energía

mecánica y térmica, y proporciona un índice numérico a la actividad que se desarrolla en cada local. La producción de calor metabólico afecta principalmente al bienestar térmico en verano, donde es necesario disipar mayor cantidad de calor.

Las estimaciones que se recogen anteriormente se referirán a un individuo medio:

- Hombre de 30 años de edad, 70 kg de masa y 1,75 m de altura (área de superficie del cuerpo = 1.8 m²).
- Mujer de 30 años de edad, 60 kg de masa y 1,70m de altura (área superficie cuerpo = 1,6 m²).

En el caso de poblaciones especiales, incluidos niños y ancianos, se deben hacer los ajustes oportunos.

El informe CR 1752 [14] establece las siguientes tasas metabólicas en función de la actividad:

Tabla 6.5 Tasa metabólica en función de la actividad.

Tipo de local	Tasa metabólica	
	W/m ²	met
Recostado	46	0.8
Sentado, relajado	58	1
Actividad sedentaria (oficina, vivienda, colegio, laboratorio)	70	1.2
De pie, actividad ligera (oficina, vivienda, colegio, laboratorio)	93	1.6
De pie, actividad media (pendiente, trabajo doméstico)	116	2

Y también los establece para los distintos locales típicos:

Tabla 6.6 Tasa metabólica para distintos locales típicos

Tipo de local	Tasa metabólica	
	W/m ²	met
Sala de espera	58	1.0
Oficina	70	1.2
Salas de Conferencias, Auditorios	70	1.2
Cafeterías, Restaurantes	70	1.2
Aulas	70	1.2
Guarderías*	82	1.4
Comercios (clientes sentados)	82	1.4
Comercios (clientes de pie)	93	1.6
Grandes Almacenes	93	1.6
* La tasa metabólica de los niños en un jardín de infancia es de 2.7 met. Al ser su superficie corporal la mitad (aprox.), la tasa normalizada para adultos de 1.8 m ² , la tasa normalizada para adultos de 1,8 m ² de área superficial se convierte en 1.4 met.		

De las dos tablas anteriores, se obviarán los datos relativos a W/m², relativos a las cargas térmicas por ocupación por metro cuadrado debido a personas, ya que esto ya se considerará en el apartado 4.3.1 Cargas térmicas por ocupación humana, atendiendo a criterios de carga térmica por persona.

De las dos tablas anteriores, se utilizarán indistintamente para asignar una actividad o categoría a cada uno de los locales, para así determinar cuál es la tasa metabólica correspondiente a cada uno.

La tasa metabólica para cada uno de los locales en función de la categoría o actividad, se recoge en la tabla siguiente:

Tabla 6.7 Tasa metabólica para cada uno de los locales del edificio

Locales	Categoría del local/Actividad	Tasa metabólica (met)
Salón de Actos	Salas de Conferencias, Auditorios	1.2
Cafetería-Comedor	Cafeterías, Restaurantes	1.2
Cocina	De pie, actividad media (dependiente, trabajo mecánico)	2.0
Taller	De pie, actividad media (dependiente, trabajo mecánico)	2.0
Despacho 1	Actividad sedentaria (oficina, colegio)	1.2
Despacho 2	Actividad sedentaria (oficina, colegio)	1.2
Despacho 3	Actividad sedentaria (oficina, colegio)	1.2
Aseo 1	De pie, actividad ligera (compras, industria ligera)	1.6
Aseo 2	De pie, actividad ligera (compras, industria ligera)	1.6
Aseo 3	De pie, actividad ligera (compras, industria ligera)	1.6

La temperatura operativa óptima para las condiciones interiores de diseño operativa depende de la actividad de las personas y de su grado de vestimenta. Considerando para verano un a vestimenta de 0.5 clo y para invierno 1 clo, la temperatura operativa óptima dada por la UNE-EN 7730 [12] para cada una de las actividades metabólicas es la mostrada en la tabla siguiente:

Tabla 6.8 Temperatura óptima de invierno y verano a partir de la tasa metabólica

Actividad metabólica met	Temperatura operativa óptima	
	Verano	Invierno
1.00	26.00	24.00
1.20	24.50	22.00
1.40	23.50	20.00
1.60	22.50	19.00
1.80	22.50	18.00
2.00	21.50	16.50
3.00	17.00	11.00

Asimismo, la temperatura operativa del local podrá variar de la óptima en función de la calidad térmica del ambiente. En la tabla siguiente, se recogen las máximas fluctuaciones de temperatura del local admisibles en función de la calidad térmica, así como la velocidad media máxima admisible de la zona ocupada.

Tabla 6.9 Margen de temperatura operativa del local admisible en función de la calidad térmica del ambiente.

Temperatura operativa	Margen de temperatura operativa (°C)		
	A	B	C
16.0	±1.5	±3.5	±5.0
17.0	±1.5	±3.0	±4.5
18.0	±1.5	±3.0	±4.5
19.0	±1.5	±3.0	±4.0
20.0	±1.0	±2.5	±3.5
21.0	±1.0	±2.0	±3.0
21.5	±1.0	±2.0	±3.0
22.0	±1.0	±2.0	±3.0
22.5	±1.0	±2.0	±3.0
23.0	±1.0	±2.0	±3.0
23.5	±1.0	±2.0	±2.5
24.0	±1.0	±1.5	±2.5
24.5	±1.0	±1.5	±2.5
26.0	±0.5	±1.0	±2.0

Teniendo en cuenta la asignación de actividades metabólicas para cada local de la *Tabla 6.7 Tasa metabólica para cada uno de los locales del edificio*, podemos asignar las temperaturas operativas óptimas para cada uno de los locales del edificio conforme a lo indicado en la *Tabla 6.8 Temperatura óptima de invierno y verano a partir de la tasa metabólica*.

Si a esto le añadimos los márgenes operativos según lo recogido en la *Tabla 6.9 Margen de temperatura operativa del local admisible en función de la calidad térmica del ambiente*, obtenemos la tabla siguiente:

Tabla 6.10 Temperaturas óptimas operativas y márgenes de temperatura operativas para los locales del edificio

Locales	Temperatura operativa óptima		Margen de temperatura operativa (verano)	Margen de temperatura operativa (invierno)
	Verano	Invierno		
Salón de Actos	24.50	22.00	±1.5	±2.0
Cafetería-Comedor	24.50	22.00	±1.5	±2.0
Cocina	21.50	16.50	±2.0	±3.0
Taller	21.50	16.50	±2.0	±3.0
Despacho 1	24.50	22.00	±1.5	±1.5
Despacho 2	24.50	22.00	±1.5	±1.5
Despacho 3	24.50	22.00	±1.5	±1.5
Aseo 1	22.50	19.00	±2.0	±3.0
Aseo 2	22.50	19.00	±2.0	±3.0
Aseo 3	22.50	19.00	±2.0	±3.0

En la que quedan recogidas las temperaturas operativas, y los márgenes de temperatura operativas, para invierno y para verano, de todos los locales del edificio.

6.3.3. Velocidades del aire e índice de riesgo de corrientes

En este punto se recogen los valores de diseño de las velocidades del aire. Las velocidades del aire se expresan como la velocidad media aceptable del aire, o como un índice de riesgo de corrientes (porcentaje estimado de insatisfechos debido a las corrientes de aire), o como una curva de corrientes de aire de acuerdo a las reglamentaciones nacionales.

Para la determinación de las velocidades medias del aire, se emplea el método de personas insatisfechas PPD presente en la norma UNE-EN 7730 [12].

En la zona ocupada, se deben cumplir los valores especificados en todas las situaciones de funcionamiento normal. Esto requiere que el sistema con sus dispositivos terminales esté diseñado en consecuencia.

Para la determinación de las velocidades medias máximas admisibles en cada local para la zona ocupada, el informe CR 1752 [14] establece los siguientes valores en función de las temperaturas operativas óptimas en cada local.

Tabla 6.11 Velocidad media máxima del aire en función de la temperatura operativa de cada local.

Temperatura operativa	Velocidad media máxima del aire (m/s)
16.0	0.09
17.0	0.10
18.0	0.11
19.0	0.12
20.0	0.13
21.0	0.14
21.5	0.15
22.0	0.15
22.5	0.16
23.0	0.16
23.5	0.17
24.0	0.17
24.5	0.18
26.0	0.19

Al conocer las velocidades medias máximas del aire en función de las temperaturas operativas, y las temperaturas operativas de cada local según se indica en la *Tabla 6.10 Temperaturas óptimas operativas y márgenes de temperatura operativas para los locales del edificio*, podemos asignar las velocidades medias máximas del aire para verano e invierno en cada uno de los locales del edificio.

Las velocidades medias máximas para cada local se recogen en la tabla siguiente:

Tabla 6.12 Velocidades medias máximas del aire para verano e invierno en los locales del edificio

Locales	Velocidad media máxima del aire (verano) (m/s)	Velocidad media máxima del aire (invierno) (m/s)
Salón de Actos	0.18	0.15
Cafetería-Comedor	0.18	0.15
Cocina	0.15	0.09
Taller	0.15	0.09
Despacho 1	0.18	0.15
Despacho 2	0.18	0.15
Despacho 3	0.18	0.15
Aseo 1	0.16	0.12
Aseo 2	0.16	0.12
Aseo 3	0.16	0.12

La velocidad podrá resultar mayor, solamente en lugares del espacio que estén fuera de la zona ocupada, dependiendo del sistema de difusión adoptado o del tipo de unidades terminales empleadas.

A pesar de que el RITE sólo establece valores de velocidad media máxima en la zona ocupada, hay otros factores que se deben considerar para disminuir el número de personas insatisfechas, como son la diferencia de temperatura vertical en locales con personas sentadas entre 0.05m y 1.1m o con personas de pie entre ese mismo margen de altura; la temperatura del suelo; y la asimetría de la temperatura radiante, causada por paredes o techos fríos o calientes.

La tabla siguiente muestra los valores límite de los factores anteriores, los cuales dependen también de la calidad térmica del ambiente que se pretende obtener.

Tabla 6.13 Valores límites para evitar el malestar térmico local

Factores a considerar para limitar el % de personas insatisfechas	Margen de temperatura operativa (°C)		
	A	B	C
Diferencia de temperatura vertical.	< 2	< 3	< 4
Rango de temperatura de suelo aceptable.	19 - 29	19 - 29	17 - 31
Asimetría de temperatura radiante aceptable:			
Techo caliente	< 5	< 5	< 7
Pared fría	< 10	< 10	< 13
Techo frío	< 14	< 14	< 18
Pared caliente	< 23	< 23	< 35

6.4. Calidad del aire interior

6.4.1. Hipótesis de diseño

Las hipótesis de diseño que se consideran con respecto a la calidad del aire interior son la información sobre la ocupación humana, la autorización o prohibición de fumar y las emisiones de fuentes distintas del metabolismo humano y de actividad de fumar. Su consideración sobre si su percepción estará estrechamente ligada al cumplimiento de lo recogido en los apartados temperaturas operativas y humedad del ambiente térmico.

En lo relativo a la ocupación humana, se tendrá en cuenta lo recogido en el apartado 4.2 *Ocupación* Para las emisiones de fuentes distintas al metabolismo humano y a la actividad de fumar, vendrán especificadas en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna*.

6.4.2. Especificaciones de tipo de aire

Los tipos de aire de un edificio y de un sistema de ventilación o de acondicionamiento de aire se especificarán según se recoge en la tabla 2 y se representan en la figura 1 de la Norma UNE 013779 [5]. Para marcar el tipo de aire en los planos de los sistemas de ventilación o de acondicionamiento de aire se deben utilizar las abreviaturas y colores indicados en la tabla 2. Las abreviaturas pueden ser también de utilidad para el etiquetado de las partes del sistema.

6.4.3. Caudales de renovación exterior

El cálculo de los caudales de renovación exterior se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 5.3.2.3 IT 1.1.4.2.3 *Caudal mínimo del aire exterior de ventilación*. del RITE, en el cual se recogen los métodos para el cálculo de caudal de aire exterior de refrigeración.

Para el cálculo de los caudales de renovación, se recurrirá al *Método directo por concentración de CO₂*, recogido en el apartado mencionado anteriormente.

El método mencionado, se trata de un método muy adecuado para aquellas aplicaciones se producen por bioefluentes humanos. Por lo tanto, para aquellos locales en los que CO₂ es el principal contaminante, tal y como se indica en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna* se trata de un método adecuado para su cálculo.

El cálculo del caudal de ventilación para la salud se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6.2 Caudal de renovación requerido

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} * \frac{1}{\varepsilon_v}$$

Donde Q_h es el caudal de renovación, G_h es la carga contaminante de CO₂ l/s (cuyo valor de cálculo según la Norma UNE-EN 15251:2008 [15] será igual a 19 l/h por ocupante de CO₂), (C_{h,i}-C_{h,o}) es la diferencia entre la concentración de CO₂ en el aire interior y exterior en partes por uno (10⁻⁶ ppm) y ε_v la efectividad de la ventilación (se considera 0.9).

Los valores de concentración de concentración de CO₂ en el aire interior sobre el exterior se recogen en la tabla siguiente, perteneciente al apartado 5.3.2.3 IT 1.1.4.2.3 *Caudal mínimo del aire exterior de ventilación*:

Tabla 6.14 Concentración de CO₂ en locales

Categoría	ppm(*)
IDA 1	350
IDA 2	500
IDA 3	800
IDA 4	1200
(*) Concentración (partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior.	

Aplicando la *Ecuación 6.2 Caudal de renovación requerido* a los locales. según las categorías asignadas a cada local indicadas la *Tabla 5.2 Clasificación de aire interior de los locales del edificio*, y los valores de ocupación recogidos en la *Tabla 4.6 Valores de*

proyecto de ocupación de número de personas de cada local obtenemos los siguientes valores de caudal de ventilación requeridos para cada uno de los locales del edificio:

Tabla 6.15 Caudales de ventilación requeridos para cada local

Locales	Caudal de ventilación (l/s)	Caudal de ventilación (m³/h)
Salón de Actos	800	2880
Cafetería-Comedor	395,28	1423
Cocina	395,28	1423
Taller	312,81	1126,1
Despacho 1	100,25	360,9
Despacho 2	43	154,7
Despacho 3	85,9	309,4
Aseo 1	185,28	667
Aseo 2	185,28	667
Aseo 3	185,28	667
Total	2521,69	9078,1
Nota: el caudal de aire de la cocina deberá comprobarse según el procedimiento indicado en el ANEXO. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN DE LA COCINA, y comprobar el caso más desfavorable.		

6.5. Caudales de aire de impulsión

Los caudales de aire de impulsión son los que entra en el local tratado, o aire que entra en el sistema después de cualquier tratamiento.

Para aquellos casos en los que no exista aire de recirculación y despreciando las fugas (sistemas mixtos independientes), el caudal de aire de impulsión coincidirá con el aire exterior de renovación.

Para aquellos casos en los que exista caudal de recirculación (sistemas todo-aire) y despreciando las fugas, el caudal de aire de impulsión será igual al caudal de aire de renovación más el caudal de aire recirculado.

Una tabla de los caudales impulsados se recoge a continuación:

Tabla 6.16 Caudales de impulsión para cada local

Locales	Caudal de impulsión (l/s)	Caudal de impulsión(m ³ /h)
Salón de Actos	2569,5	9250
Cafetería-Comedor	395,28	1423
Cocina	395,28	1423
Taller	312,81	1126,1
Despacho 1	100,25	360,9
Despacho 2	43	154,7
Despacho 3	85,9	309,4
Aseo 1	185,28	667
Aseo 2	185,28	667
Aseo 3	185,28	667
Total	4457,6	16047,2
Nota: el caudal de aire de la cocina deberá comprobarse según el procedimiento indicado en el ANEXO. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN DE LA COCINA, y comprobar el caso más desfavorable.		

6.6. Caudales de aire de extracción

En un sistema de ventilación mecánica equilibrado con aire de impulsión y de extracción, el caudal de aire de extracción viene determinado por el caudal del aire de impulsión y las condiciones de presión necesarias.

Para sistemas de aire de extracción, el caudal de aire de extracción debe calcularse de acuerdo de acuerdo a los datos de aire impulsado, siendo ambos valores coincidentes en la medida de lo posible.

Locales	Categoría
Vestíbulo	IDA 3
Salón de Actos	IDA 3
Cafetería-Comedor	IDA 3
Cocina	IDA 3
Taller	IDA 3
Despacho 1	IDA 2
Despacho 2	IDA 2
Despacho 3	IDA 2
Paso 1	IDA 3
Paso 2	IDA 3
Paso 3	IDA 3

6.7. Humedad del aire interior

En ausencia de información alternativa, el diseño se deberá basar en la hipótesis de que no existe ninguna otra fuente de humedad excepto la ocupación humana y el aire de impulsión e infiltración. Durante el diseño, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de diseños, teniendo en cuenta aspectos de diseño, aspectos energéticos, condiciones climáticas de invierno y verano, riesgos de condensación, y opciones sobre la forma de regular el aire interior:

- Para la humedad absoluta, valor mínimo en invierno y, o valor máximo en verano.
- Humedad relativa, necesaria para definir los valores mínimos y, o máximos.
- Riesgos de condensación y deterioros debido a la humedad en las estructuras y los sistemas.
- Control de la humedad del aire interior, en caso de considerarse.

Los valores máximos y mínimos de humedad absoluta serán los recogidos según los criterios de la Norma UNE-EN 13779 [5], y la Norma UNE EN 15251 [15], los cuales recomiendan los siguientes valores:

- Valor mínimo de invierno: 6 g/kg.
- Valor máximo de verano: 12 g/kg.

En términos de humedad relativa, la misma variará para cada uno de los recintos interiores en función de las temperaturas interiores operativas recogidas en el apartado 6.3.2 *Temperatura del aire y temperatura operativa*.

6.8. Ambiente acústico

El sistema debe estar diseñado para cumplir los requisitos y valores objetivos máximos especificados para presión acústica de un local. El diseño debe considerar todas las fuentes de ruido, incluidas la de los locales contiguos, y la reducción de ruido del sistema. Las reglamentaciones y las normas nacionales establecen el nivel acústico máximo admisible, y pueden indicar igualmente los valores objetivos en forma de clasificación.

Atendiendo a lo recogido en la norma UNE-EN 13779 [5], se recogen los valores admisibles por defecto del nivel de presión acústica. Estos valores se pueden sobrepasar cuando el usuario puede controlar el funcionamiento del equipo.

Los valores admisibles de la presión acústica vienen recogidos en la tabla siguiente:

Tabla 6.17 Niveles admisibles de presión acústica ponderados

Tipo de edificio/espacio	Rango recomendando de presión acústica dB(A)
Oficinas	30 - 40
Oficinas paisaje (sin tabique)	35 – 45*
Salas de conferencias	30 - 40
Auditorios	20 - 35
Cafeterías /Restaurantes	35 - 50
Aulas/Guarderías	35 - 45
Centros comerciales	40 – 50
(*) Para mejor confidencialidad de las conversaciones, se recomienda no utilizar en estos locales los niveles más bajos	

Según lo establecido en la tabla anterior, asignamos un tipo de edificio/espacio para cada uno de los locales del edificio, según se indica en la siguiente tabla:

Tabla 6.18 Tipo de edificio/espacio para cada uno de los locales del edificio

Locales	Tipo de edificio/espacio
Salón de Actos	Salas de conferencias
Cafetería-Comedor	Cafeterías/Restaurantes
Cocina	Cafeterías/Restaurantes
Taller	Aulas/Guarderías
Despacho 1	Oficinas
Despacho 2	Oficinas
Despacho 3	Oficinas
Aseo 1	Centros comerciales
Aseo 2	Centros comerciales
Aseo 3	Centros comerciales

Asignando a partir de las dos tablas anteriores, los rangos recomendados de presión acústica para cada uno de los locales del edificio, según se recoge en la tabla siguiente:

Tabla 6.19 Niveles admisibles de presión acústica para cada uno de los locales del edificio

Locales	Tipo de edificio/espacio
Salón de Actos	Salas de conferencias
Cafetería-Comedor	Cafeterías/Restaurantes
Cocina	Cafeterías/Restaurantes
Taller	Aulas/Guarderías
Despacho 1	Oficinas
Despacho 2	Oficinas
Despacho 3	Oficinas
Aseo 1	Centros comerciales
Aseo 2	Centros comerciales
Aseo 3	Centros comerciales

7. CÁLCULOS TERMODINÁMICOS Y PSICROMÉTRICOS

7.1. Generalidades

En el presente apartado, se hará un estudio termodinámico en el que se analizarán los parámetros climáticos exteriores y los interiores de cada recinto.

Durante todo el proyecto se trabaja con las siguientes magnitudes:

- Temperatura seca.
- Temperatura húmeda.
- Humedad relativa.
- Temperatura de rocío.
- Humedad específica.

La relación de los parámetros anteriores vendrá recogida de manera analítica y teórica en el apartado de ANEXO. CARGAS TÉRMICAS

7.2. Conceptos termodinámicos y de psicrometría

7.3. Diagramas psicrométricos

En el diagrama psicrométrico, introducimos las condiciones climáticas de proyecto, recogidas en el apartado 3.2 *Datos climáticos del exterior*, recogidos a continuación:

Con los diagramas psicrométricos, dimensionaremos las baterías de agua de todos aquellos sistemas de ventilación mixtos independientes encargados de vencer las cargas térmicas de ventilación.

7.4. Dimensionamiento de baterías de climatización

Para el dimensionamiento de las baterías de climatización, se calcularán las cargas térmicas para el caso más desfavorable de refrigeración.

Las cargas térmicas a considerar para cada batería, será la carga simultánea correspondiente a la zona asignada (local o conjunto de locales), para la batería en cuestión.

Las cargas térmicas a considerar serán las correspondientes a:

- Radiación Solar Vidrio.
- Transmisión y Radiación de los cerramientos exteriores.
- Transmisión por cerramientos internos, puertas y ventanas.

- Infiltraciones de aire (sensible).
- Aportaciones o ganancias internas (sensible): iluminación, ocupación humana y equipos.
- Aire de ventilación (sensible).
- Infiltraciones de aire (latente).
- Aportaciones internas (latente)
- Aire de ventilación (latente).

Las cuales vienen más detalladas en el apartado *17.1 Resumen de fórmulas.*, así como la notación de cada una recogida a tal efecto.

Para aquellos casos en los que el sistema posea un sistema mixto independiente, para el cálculo de las enfriadoras correspondientes a las unidades interiores de esa zona se excluirán las cargas térmicas debidas al aire de ventilación, ya que estas cargas serán acondicionadas de forma independiente en la etapa de ventilación correspondiente a dicho sistema.

En el procedimiento de análisis se estudiarán las distintas cargas al variar la hora del día y el mes del año, para hallar la carga máxima simultánea, así como las cargas parciales y la mínima, con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores.

El caudal del fluido portador en los generadores podrá variar para adaptarse a la carga térmica instantánea, entre los límites mínimo y máximo establecidos por el fabricante.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, deberá interrumpirse también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo.

Se indicarán los coeficientes EER y COP de cada equipo de producción de frío al variar la potencia desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización. En aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético se indicará la clase de eficiencia energética del mismo. La temperatura del agua refrigerada a la salida de las plantas deberá ser mantenida constante al variar la carga.

Las centrales de generación de frío deben diseñarse con un número de generadores tal que se cubra la variación de la carga del sistema con una eficiencia próxima a la máxima que ofrecen los generadores elegidos. La parcialización de la potencia suministrada podrá obtenerse escalonadamente o con continuidad.

El agua del circuito de condensación se protegerá de manera adecuada contra las heladas.

7.4.1. Dimensionamiento de la Zona Taller-Despachos

Para la zona taller despachos, habrá que dimensionar por un lado la batería de agua acondicionadora encargada de llevar las condiciones del aire exterior a las condiciones interiores *UTA Despachos-Taller*; y la enfriadora del sistema de climatización agua-aire

destinada a vencer el resto de cargas térmicas, denominada *Enfriadora Bomba de Calor Despachos-Taller*.

Para la potencia de la batería de agua *UTA Despachos-Taller*, se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado 17.3.6 *Sistema UTA-despachos_taller*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona.

Tabla 7.1 Carga térmica sensible para la UTA Taller-Despachos de la Zona Taller-Despachos

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Despacho 2	-	-	-	-	-	-	-	63	-	-
Taller	-	-	-	-	-	-	-	1435	-	-
Despacho 1	-	-	-	-	-	-	-	148	-	-
Despacho 3	-	-	-	-	-	-	-	127	-	-
SUMA	-	-	-	-	-	-	-	1773	-	-

Tabla 7.2 Carga térmica latente para la UTA Taller-Despachos de la Zona Taller-Despachos

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Despacho 2	-	-	-	-	393	-	-
Taller	-	-	-	-	4540	-	-
Despacho 1	-	-	-	-	918	-	-
Despacho 3	-	-	-	-	787	-	-
SUMA	-	-	-	-	6638	-	-

Tabla 7.3 Carga térmica total para la UTA Taller-Despachos de la Zona Taller-Despachos

Carga Total Sistema (W)	5544	Carga Sensible Total Sistema (W)	840
--------------------------------	-------------	---	------------

Para la potencia de la batería de agua *Enfriadora Bomba de Calor Despachos-Taller*, se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado 17.4.1 *Sistema despachos_taller*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona.

Tabla 7.4 Carga térmica sensible para la batería de agua Bomba de Calor Despachos-Taller de la Zona Taller-Despachos

	CARGA SENSIBLE									
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Despacho 2	136	206	191	-	5012	10	6100	-	6100	-
TALLER	394	336	598	-	2834	10	4578	-	4578	-
Despacho 1	136	254	197	-	1237	10	2006	-	2006	-
Despacho 3	136	252	184	-	1062	10	1797	-	1797	-
Suma	802	1048	1170	-	10145		14482	-	14482	-

Tabla 7.5 Carga térmica latente para la batería de agua Bomba de Calor Despachos-Taller de la Zona Taller-Despachos

	CARGA LATENTE						
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Despacho 2	0	187	10	206	-	206	-
TALLER	0	1337	10	1471	-	1471	-
Despacho 1	0	436	10	480	-	480	-
Despacho 3	0	374	10	411	-	411	-
SUMA	-	2334	-	2567	-	2567	-

Tabla 7.6 Carga térmica total para la batería de agua Bomba de Calor Despachos-Taller de la Zona Taller-Despachos

Carga Total Sistema (W)	17049	Carga Sensible Total Sistema (W)	14482
--------------------------------	--------------	---	--------------

7.4.2. Dimensionamiento de la Zona Cocina

Para la Zona Cocina, habrá que dimensionar por un lado la batería de agua acondicionadora encargada de llevar las condiciones del aire exterior a las condiciones interiores *UTA Cocina*; y la enfriadora del sistema de climatización agua-aire destinada a vencer el resto de cargas térmicas, denominada *Enfriadora Bomba de Calor Cocina*.

Para la potencia de la batería de agua *UTA Cocina*, se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado 17.4.8 *Sistema UTA -cocina*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona.

Tabla 7.7 Carga térmica sensible para la UTA Cocina de la Zona Cocina

	CARGA SENSIBLE									
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Cocina	-	-	-	-	-	-	-	609	-	-
SUMA	-	-	-	-	-	-	-	609	-	-

Tabla 7.8 Carga térmica latente para la UTA Cocina de la Zona Cocina

	CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)	
Cocina	-	-	-	-	3453	-	-	
SUMA	-	-	-	-	3453	-	-	

Tabla 7.9 Carga térmica total para la UTA Cocina de la Zona Cocina

Carga Total Sistema (W)	4062	Carga Sensible Total Sistema (W)	609
--------------------------------	-------------	---	------------

Para la potencia de la batería de agua *Enfriadora Bomba de Calor Cocina*, se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado *Sistema despachos_taller*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona.

Tabla 7.10 Carga térmica sensible para la batería de agua Bomba de Calor Cocina de la Zona Cocina

	CARGA SENSIBLE									
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Cocina	416	291	286	-	12244	10	14561	-	14561	-
SUMA	416	291	286	-	12244	-	14561	-	14561	-

Tabla 7.11 Carga térmica latente para la batería de agua Bomba de Calor Cocina de la Zona Cocina

	CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)	
Cocina	0	3499	10	3849	-	3849	-	
SUMA	-	3499	-	3849	-	3849	-	

Tabla 7.12 Carga térmica total para la batería de agua Bomba de Calor Cocina de la Zona Cocina

Carga Total Sistema (W)	18410	Carga Sensible Total Sistema (W)	14561
--------------------------------	--------------	---	--------------

7.4.3. Dimensionamiento de la Zona Cafetería-Comedor

Para la Zona Cafetería-Comedor, habrá que dimensionar por un lado la batería de agua acondicionadora encargada de llevar las condiciones del aire exterior a las condiciones interiores *UTA Cafetería-Comedor*; y la enfriadora del sistema de climatización agua-aire destinada a vencer el resto de cargas térmicas, denominada *Enfriadora Bomba de Calor Cafetería-Comedor*.

Para la potencia de la batería de agua *UTA Cafetería-Comedor*, se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado 17.4.3 *Sistema cafetería_comedor*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona:

Tabla 7.13 Carga térmica sensible para la UTA Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Cafetería-Comedor	-	-	-	-	-	-	-	840	-	-
SUMA	-	-	-	-	-	-	-	840	-	-

Tabla 7.14 Carga térmica latente para UTA Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Cafetería-Comedor	-	-	-	-	4704	-	-
SUMA	-	-	-	-	4704	-	-

Tabla 7.15 Carga térmica total para UTA Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

Carga Total Sistema (W)	5544	Carga Sensible Total Sistema (W)	840
--------------------------------	-------------	---	------------

Para la potencia de la batería de agua *Enfriadora Bomba de Calor Cafetería-Comedor* se utilizarán los datos obtenidos a través de del apartado 17.4.3 *Sistema cafetería_comedor*. para cada una de las estancias correspondientes a esta zona.

Tabla 7.16 Carga térmica sensible para la batería de agua Bomba de Calor Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Cafetería-Comedor	1664	793	647	-	11335	10	15883	-	15883	-
SUMA	1664	793	647	-	11335	-	15883	-	15883	-

Tabla 7.17 Carga térmica latente para la batería de agua Bomba de Calor Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Cafetería-comedor	0	2874	10	3161	-	3161	-
SUMA	-	2874	-	3161	-	3161	-

Tabla 7.18 Carga térmica total para la batería de agua Bomba de Calor Cafetería-Comedor de la Zona Cafetería-Comedor

Carga Total Sistema (W)	19044	Carga Sensible Total Sistema (W)	15883
--------------------------------	--------------	---	--------------

7.4.4. Dimensionamiento de la Zona Salón de Actos

Para la Zona Salón de Actos, al tratarse de un sistema todo aire, habrá que dimensionar solamente la enfriadora del sistema de climatización destinada a vencer las cargas térmicas totales (incluidas las de ventilación), denominada *Enfriadora Bomba de Calor Salón de Actos*.

Para la potencia de la batería de agua, se utilizarán los datos obtenidos del apartado 17.4.4 Sistema salón de actos..

Tabla 7.19 Carga térmica sensible para la batería de agua del aire exterior de la Zona Salón de Actos

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
Salón de Actos	498	1213	900	-	13187	10	17378	1421	18799	17662
SUMA	498	1213	900	-	13187	-	17378	1421	18799	17662

Tabla 7.20 Carga térmica total para la batería de agua del aire exterior de la Zona Salon de Actos

	CARGA LATENTE						
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
Salón de Actos	0	3650	10	4015	8394	12409	5694
SUMA	-	3650	-	4015	8394	12409	5694

7.4.5. Dimensionamiento de la Zona Aseos

Para la Zona Aseos, habrá que dimensionar solamente la enfriadora del sistema de climatización destinada a vencer las cargas térmicas totales (incluidas las de ventilación), denominada *Enfriadora Bomba de Calor Aseos*.

Para la potencia de la batería de agua, se utilizarán los datos obtenidos del apartado 17.4.5 Sistema aseos..

Tabla 7.21 Carga térmica sensible para la batería de agua Bomba de Calor Aseos de la Zona Aseos

	CARGA SENSIBLE									
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
ASEOS	-	128	419	-	2870	10	3759	57	3816	3762
SUMA	-	128	419	-	2870	-	3759	57	3816	3802

Tabla 7.22 Carga térmica latente para la batería de agua Bomba de Calor Aseos de la Zona Aseos

	CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)	
ASEOS	0	905	10	996	225	1220	1007	
SUMA	-	905	-	996	225	1220	1164	

Tabla 7.23 Carga térmica total para la batería de agua Bomba de Calor Aseos de la Zona Aseos

Carga Total Sistema (W)	5036	Carga Sensible Total Sistema (W)	3816
--------------------------------	-------------	---	-------------

8. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

8.1. Conceptos generales del sistema de ventilación

Los ventiladores serán los dispositivos mecánicos empleados para el transporte del aire en conductos de ventilación y climatización. Se emplearán los ventiladores para la impulsión y la extracción/retorno del aire por las redes de conductos.

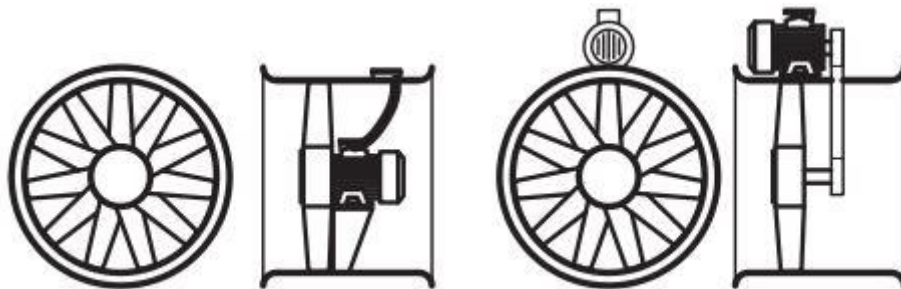
El RITE, tal y como se especifica en el apartado 5.4.8 IT 1.2.4.2.5 *Eficiencia energética de los equipos para transporte de fluidos* obliga a que el rendimiento del ventilador sea máximo parra su punto de funcionamiento. Además, para cada ventilador habrá que justificar la potencia específica de ventilación (SCP), siendo esta la potencia absorbida por el motor dividida por el caudal del fluido transportado.

8.2. Tipos de ventiladores

En lo referente a la clasificación de ventiladores que emplearemos en nuestra instalación de ventilación, haremos referencia a los siguientes tipos en función de la dirección del flujo:

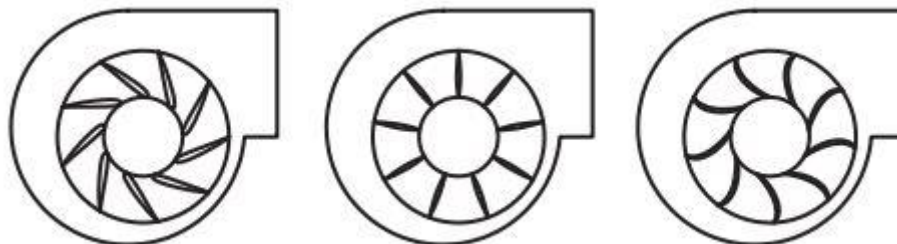
- Ventiladores axiales: son aquellos en los que el aire circula en la dirección del eje del rodete y su diseño permite proporcionar elevados caudales pero a pequeñas pérdidas de carga. Su instalación puede ser adecuada para redes de conductos circulares. En la figura siguiente se muestra esquemáticamente:

Ilustración 8.1 Ventiladores axiales: en panel (izquierda) y tubular (derecha) [16]



- Ventiladores centrífugos: son capaces de proporcionar mayores presiones, y son muy habituales en instalaciones de climatización con redes de conductos. Pueden clasificarse en función de la presión estática que pueden producir, en ventiladores de baja presión (por debajo de 50 mm.c.a), de media presión (entre 100 y 200 mm.c.a), y de alta presión (superior a los 300 mm.c.a).

Ilustración 8.2 Ventiladores centrífugos con álabes hacia atrás, rectos y hacia delante [16]



8.3. Criterios para la selección de ventiladores

Para la elección de los ventiladores más adecuados, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Caudal y presión estática nominal.
- Características del motor: monofásico o trifásico.
- Regulación todo-nada, mediante 2-3 velocidades o por variador de frecuencia.
- Ruido.
- Configuración de la instalación: local a sobrepresión o depresión.
- Fluido a transportar: aire de ventilación o de climatización.

8.4. Balance energético en ventiladores

En este apartado se analiza el balance energético empleado en la instalación de ventilación. Se analizará cómo la energía mecánica necesaria se encargará de proporcionar al aire la presión y cinética necesarias, así como la parte necesaria para el vencimiento de las pérdidas energéticas producidas a lo largo de la red de conductos.

8.4.1. Ecuación de Bernoulli generalizada

La energía mecánica del aire en un punto p se presenta en forma de presión y de energía cinética (para el caso del aire no es necesaria la componente relativa a la energía potencial). Las componentes serían por tanto las relativas a:

- Energía de presión, o **presión estática**:

Ecuación 8.1 Presión estática del fluido

$$e_p = p_E / \rho \text{ [J/kg]}$$

- Energía cinética, o **presión dinámica**:

Ecuación 8.2 Presión dinámica del fluido

$$e_p = p_D / \rho = v_p^2 / 2 \text{ [J/kg]}$$

La energía mecánica específica del flujo en un punto p vendrá dada por la siguiente expresión:

Ecuación 8.3 Energía específica del flujo en un punto p

$$\omega_{esp} = p_E / \rho + v_p^2 / 2 = p_T / \rho \text{ [J/kg]}$$

En fluidos, más concretamente en flujos de aire, la energía mecánica empleada habitualmente es la presión total:

Ecuación 8.4 Presión total del fluido en un punto p

$$p_T = p_E + \rho * v_p^2 / 2 = p_E + p_D \text{ [Pa]}$$

La potencia del flujo en el punto p viene dada por:

Ecuación 8.5 Potencia del fluido en el punto p

$$\dot{P} = \dot{m} * \omega_{esp} = Q * p_T \text{ [W]}$$

8.5. Flujo de aire en conductos**8.5.1. Flujo ideal en la red de conductos:**

El flujo de aire en conductos se produce a altos números de Reynolds, por lo que en ciertos casos, se puede considerar que la influencia de la viscosidad en el flujo será poco importante, haciéndose la hipótesis de flujo ideal.

En una hipótesis de flujo ideal, no existe rozamiento, lo que implica que no existe transformación de la energía mecánica del flujo en energía térmica. Al conservar la energía entre dos puntos resultará que:

$$\omega_{esp} = p_E/\rho + v_p^2/2 = \text{cte}$$

8.5.2. Flujo real en la red de conductos:

En un flujo real se producen pérdidas energéticas por fricción del fluido con las paredes de los conductos y por los choques producidos en los cambios de velocidad y dirección de flujo.

Las pérdidas de energía producen una disminución de la presión total del aire en el conducto. Éstas pérdidas energéticas se traducen en una pérdida irreversible de energía mecánica en calor a lo largo de la longitud del conducto, denominada caída de presión.

La pérdida de presión que se pierde en un tramo de conducto Δp_L se produce por un lado por fricción Δp_f (pérdidas primarias), y por otro lado por los choques en los accesorios Δp_{ac} .

Ecuación 8.6 Pérdida de presión a lo largo de la longitud de la tubería

$$\Delta p_L = \Delta p_f + \Delta p_{ac}$$

8.5.2.1 Pérdidas primarias en conductos:

Las pérdidas primarias dependen de la viscosidad del fluido, del tamaño, y la forma geométrica de la sección del conducto y de la rugosidad de las paredes. La pérdida de presión por fricción Δp_f se calcula como se indica a continuación:

Ecuación 8.3 Ecuación de pérdida de presión por fricción

$$\Delta p_f = f * \frac{L}{D_h} * \frac{1}{2} * \rho * v^2 = f * \frac{L}{D_h} * p_D$$

El factor de fricción de Darcy dependerá del número de Reynolds, de la rugosidad absoluta del conducto, y del diámetro del mismo.

Para el caso de conductos de ventilación, se puede recorrer a la ecuación simplificada propuesta por Altshul y Tsal, que proporciona una precisión con un error inferior al 1,6% comparada a su homónima desarrollada mediante White-Colebrook:

Ecuación 8.7 Ecuación de Altshul y Tsal para el coeficiente de fricción

$$f' = 0.11 * \left(\frac{\varepsilon}{D_h} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25}$$

Una vez calculado el coeficiente f' , el coeficiente de fricción f se calculará mediante:

- Si $f' \geq 0.018 \rightarrow f = f'$
- Si $f' < 0.018 \rightarrow f = 0.85 * f' + 0.0028$

La rugosidad absoluta de los conductos ε dependerá del material de construcción de los conductos.

8.5.2.2 Pérdidas secundarias en los accesorios de la red de conductos:

En los cambios de velocidad o velocidad del flujo de aire se producen pérdidas localizadas de presión, denominadas pérdidas secundarias. Este tipo de pérdidas se dan los accesorios que forman parte la red de conductos, y pueden calcularse mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 8.8 Ecuación de pérdidas secundarias en accesorios

$$\Delta p_{ac} = C_o * \frac{1}{2} * \rho * v^2 = C_o * p_D$$

Donde la C_o se hallará utilizando la base de datos de ASHRAE [17].

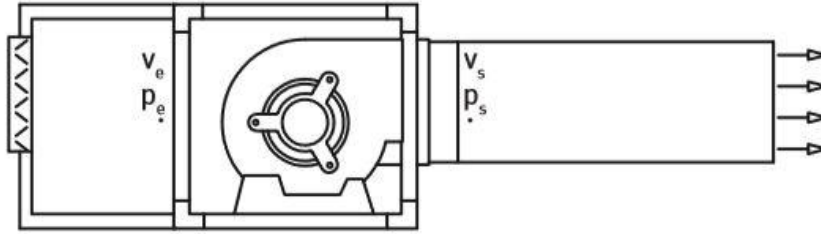
Siendo posible también expresar las pérdidas como una longitud equivalente adicional a la que posee la red de conductos:

Ecuación 8.9 Ecuación de pérdidas secundarias en accesorios a partir de sus longitudes equivalentes

$$\Delta p_{ac} = f * \frac{L_{eq}}{D_h} * \frac{1}{2} * \rho * v^2 = f * \frac{L_{eq}}{D_h} * p_D$$

8.6. Balance de energía mecánica y rendimientos en ventiladores

La energía que se comunica por unidad de tiempo, o potencia, que proporciona el ventilador, se emplea por un lado en aumentar la energía del fluido (el cual parte del reposo a presión atmosférica) y por otro lado en vencer las pérdidas que existen en la red.

Ilustración 8.4 Conservación de la energía en un ventilador centrífugo [16]

En el caso de los ventiladores, el incremento de energía específica útil que el ventilador produce sobre el aire es igual al incremento de la presión total:

Ecuación 8.10 Energía específica útil del ventilador [16]

$$\omega_{esp} = \left[\frac{p_T}{\rho} \right]_e^s = \frac{p_{T,s} - p_{T,e}}{\rho} \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

La potencia suministrada al fluido resulta:

Ecuación 8.11 Potencia suministrada al fluido por el ventilador [16]

$$\dot{P}_f = \dot{m} * \omega_{esp} = Q * (p_{T,s} - p_{T,e}) [W]$$

En el caso de que las secciones de entrada y de salida sean iguales, no se producirá modificación alguna entre la presión dinámica del fluido entre la entrada y la salida. Por lo tanto, la potencia específica dependerá solo de la variación de la presión estática a la entrada y salida del ventilador:

Ecuación 8.12 Energía específica útil del ventilador para secciones iguales de entrada y salida [16]

$$\omega_{esp} = \left[\frac{p_E}{\rho} \right]_e^s \left[\frac{m^2}{s^2} \right]$$

En lo referente al rendimiento del ventilador, este dependerá por un lado al rendimiento hidráulico que existe por las pérdidas por fricción; por otro, al que se origina por las fugas de caudal de aire conocido como rendimiento volumétrico; y por último, las pérdidas orgánicas propias del ventilador a través del eje y el motor eléctrico, conocido como rendimiento orgánico.

Los distintos rendimientos se recogen a continuación:

Ecuación 8.13 Rendimiento hidráulico [16]

$$\eta_h = \frac{\Delta p}{\Delta p + \Delta p_L}$$

Ecuación 8.14 Rendimiento volumétrico [16]

$$\eta_v = \frac{Q * (\Delta p - \Delta p_L)}{(Q + Q_f) * (\Delta p - \Delta p_L)}$$

Ecuación 8.15 Rendimiento orgánico del ventilador [16]

$$\eta_o = \frac{(Q + Q_f) * (\Delta p - \Delta p_L)}{\dot{P}_v}$$

Siendo \dot{P}_v la potencia del ventilador según el fabricante.

El rendimiento total del ventilador se recogería en la siguiente expresión:

Ecuación 8.16 Rendimiento total del ventilador

$$\eta_T = \eta_h * \eta_v * \eta_o$$

8.7. Punto de funcionamiento de la instalación

Los ventiladores, serán capaces de vencer las pérdidas energéticas de la red de conductos producidas por la fricción del aire en la red y por las pérdidas en los accesorios.

En ventiladores, la energía del ventilador se destina a vencer las pérdidas de energía de la red, según la ecuación:

Ecuación 8.17 Energía del ventilador

$$\Delta p_L = f * \frac{L}{D} * \frac{1}{2} * \rho * v^2 + \Sigma C_o * \frac{1}{2} * \rho * v^2 + \Delta p_{EQ}$$

Siendo cada uno de los términos anteriores los correspondientes a las pérdidas por fricción, las pérdidas secundarias por los accesorios, y las pérdidas por equipamientos (filtros, baterías, etc).

Para el cálculo de la pérdida resistente de la instalación, se calculará para cada uno de los subsistemas del edificio, cuál es el tramo más desfavorable para el punto de funcionamiento nominal (Q_i^* , Δp_i^*) (caudal nominal de la instalación), para una vez hecho esto, trazar la curva resistente, la cual es proporcional al cuadrado del caudal.

Para la elaboración correcta de la curva, habrá que considerar de forma correcta la pérdida de presión dinámica de aire en la descarga (en la salida). Para los casos en los que existan difusores acoplados a plenums, se considerará la recuperación de estática que se da justo antes de cada difusor, introduciendo esta pérdida como una caída de presión negativa para ese tramo de la red.

El incremento de presión total del ventilador, resultará por tanto:

Ecuación 8.18 Energía total del ventilador

$$\Delta p_{T,V} = \Delta p_L + \Delta p_{D,S} - \Delta p_{R,ES}$$

Siendo $\Delta p_{T,V}$ la presión dinámica del aire a la salida del ventilador, $\Delta p_{R,ES}$ la recuperación estática para aquellos casos en los que exista plenum a la salida, y Δp_L procedente de la *Ecuación 8.17 Energía del ventilador*.

Una vez conocida la intersección entre la curva de la instalación, con la curva del ventilador elegido, tenemos el punto de funcionamiento para el tramo elegido de instalación. El análisis de cada uno de los tramos se analizará a continuación.

8.7.1. Punto de funcionamiento del Sistema Taller-Despachos

Los cálculos para el Sistema Taller-Despachos se realizarán a partir de la *Ecuación 8.18 Energía total del ventilador*, y las tablas con accesorios y caídas de presión se recogen de forma detallada en el ANEXO. *CÁLCULOS DE VENTILACIÓN*.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

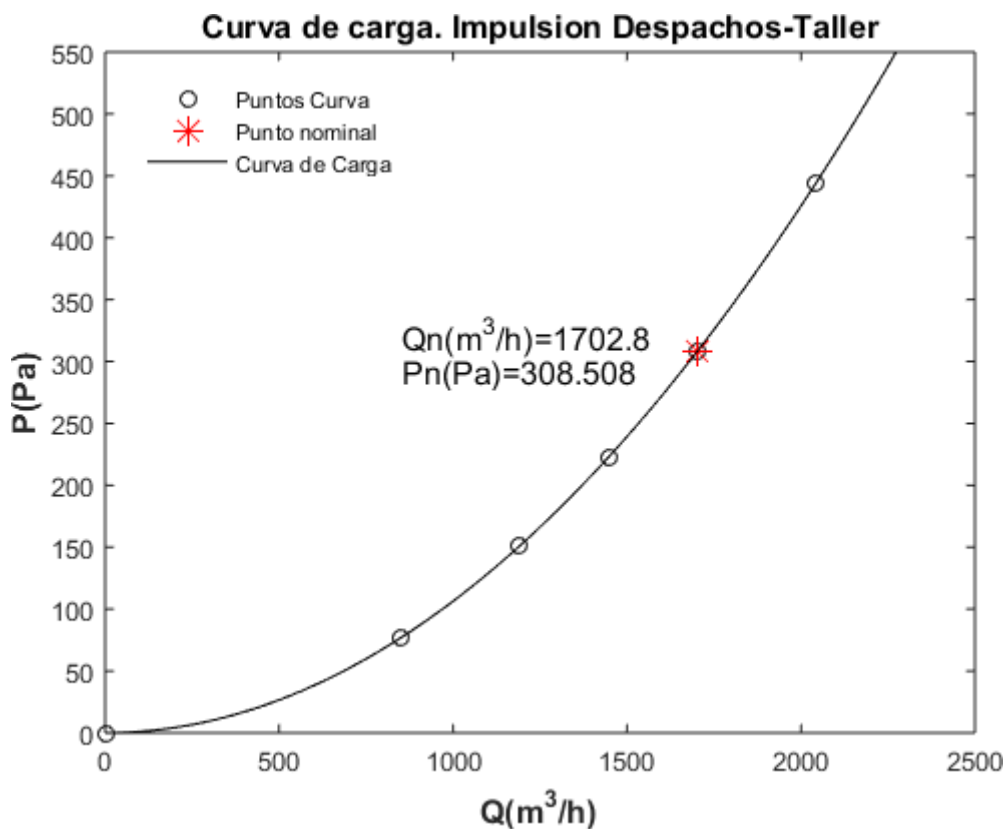
- **Punto de funcionamiento de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.1 Punto de funcionamiento de la impulsión Sistema Taller-Despachos

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
1.702,8	308,508

- **Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Ilustración 8.5 Curva de carga de la impulsión Despachos-Taller



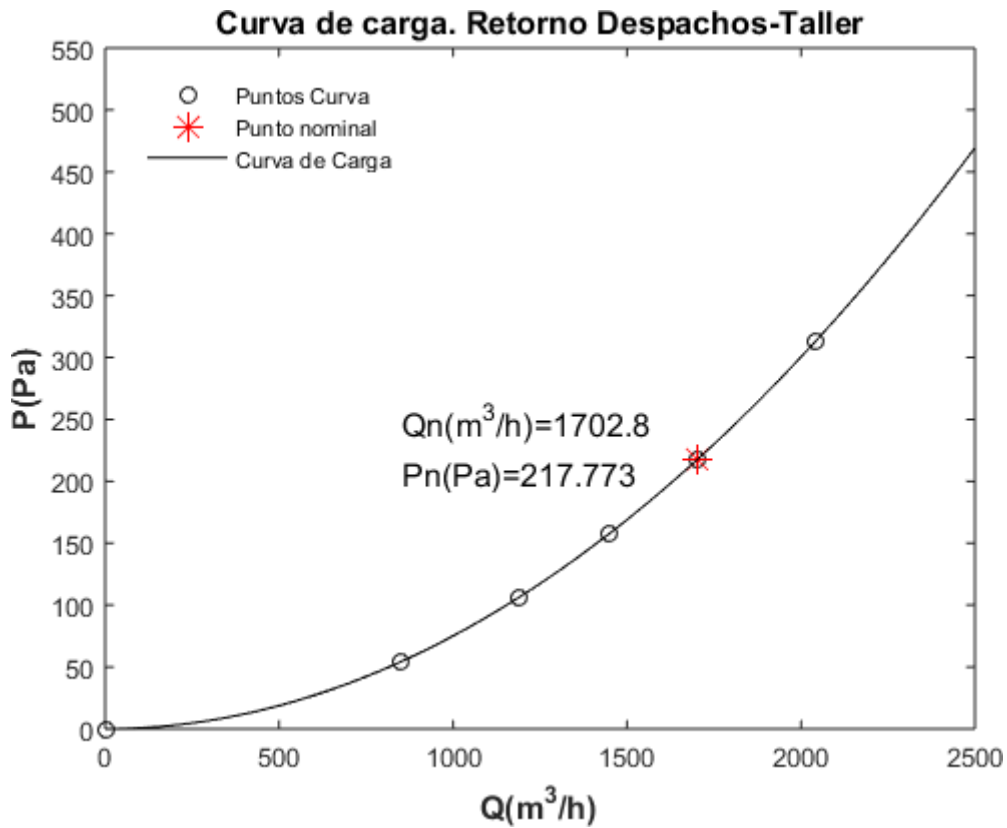
- **Punto de funcionamiento del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.2 Punto de funcionamiento del retorno Sistema Despachos-Taller

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
1.702,8	217,773

- Curva de carga del retorno (Q_i^{*}, Δp_i^{*}):

Ilustración 8.6 Curva de carga del retorno Despachos-Taller



8.7.2. Punto de funcionamiento del Sistema Cocina

Los cálculos para el Sistema Cocina se realizarán a partir de la *Ecuación 8.18 Energía total del ventilador*, y las tablas con accesorios y caídas de presión se recogen de forma detallada en el ANEXO. *CÁLCULOS DE VENTILACIÓN*.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

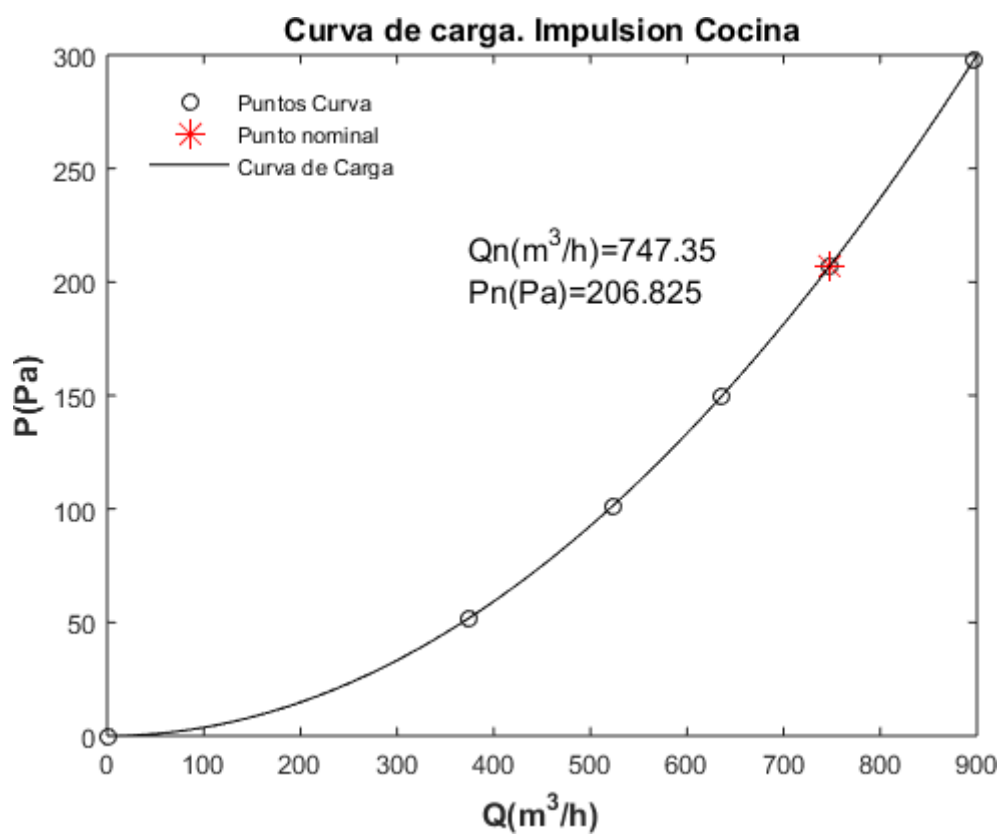
- Punto de funcionamiento de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):

Tabla 8.3 Punto de funcionamiento de la impulsión Sistema Cocina para filtros sucios

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
747,35	206,825

- Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):

Ilustración 8.7 Curva de carga de la impulsión Cocina



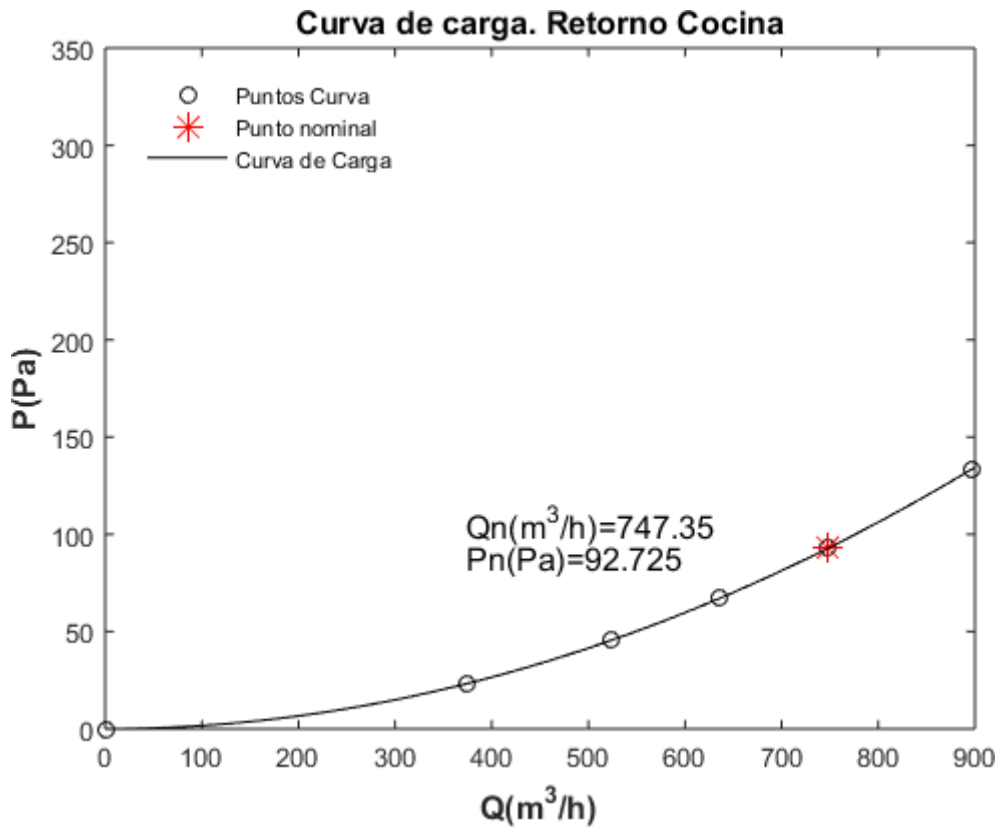
- Punto de funcionamiento del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):

Tabla 8.4 Punto de funcionamiento del retorno Sistema Cocina

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
747,35	92,725

- Curva de carga del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):

Ilustración 8.8 Curva de carga del retorno Cocina



8.7.3. Punto de funcionamiento del Sistema Cafetería-Comedor

Los cálculos para el Sistema Cafetería-Comedor se realizarán a partir de la *Ecuación 8.18 Energía total del ventilador*, y las tablas con accesorios y caídas de presión se recogen de forma detallada en el ANEXO. *CÁLCULOS DE VENTILACIÓN*.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

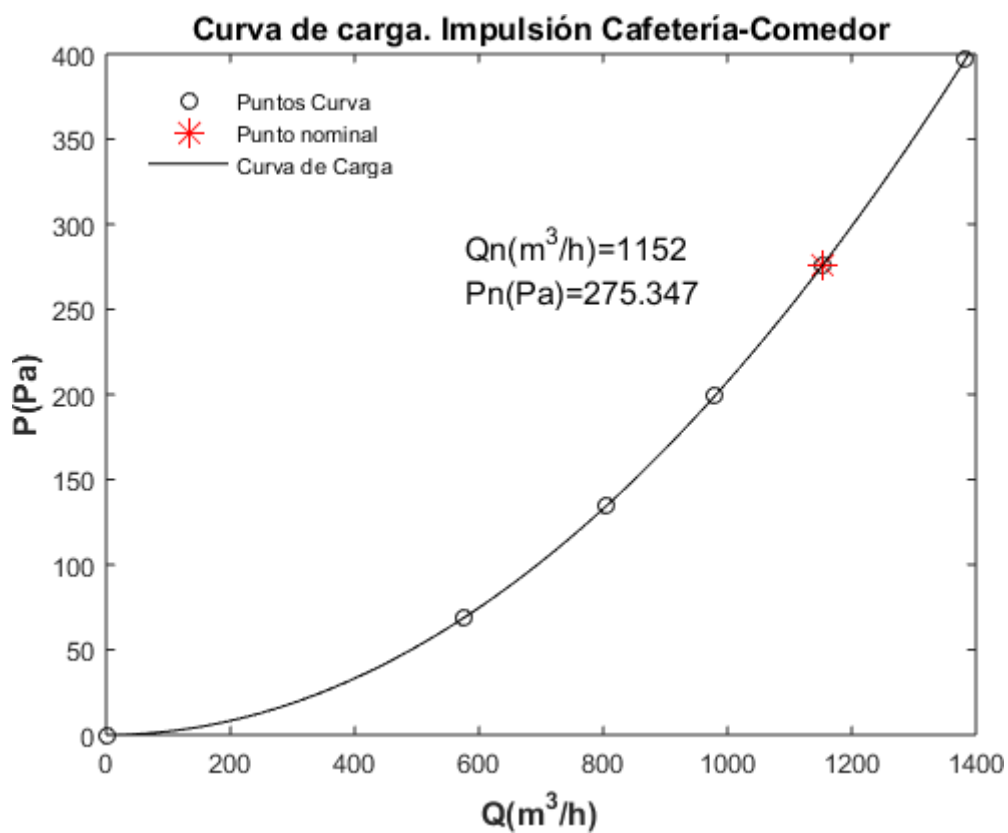
- **Punto de funcionamiento de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.5 Punto de funcionamiento de la impulsión Sistema Cafetería-Comedor

Punto de funcionamiento	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
1.152	275,347

- **Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Ilustración 8.9 Curva de carga de la impulsión Cafetería-Comedor



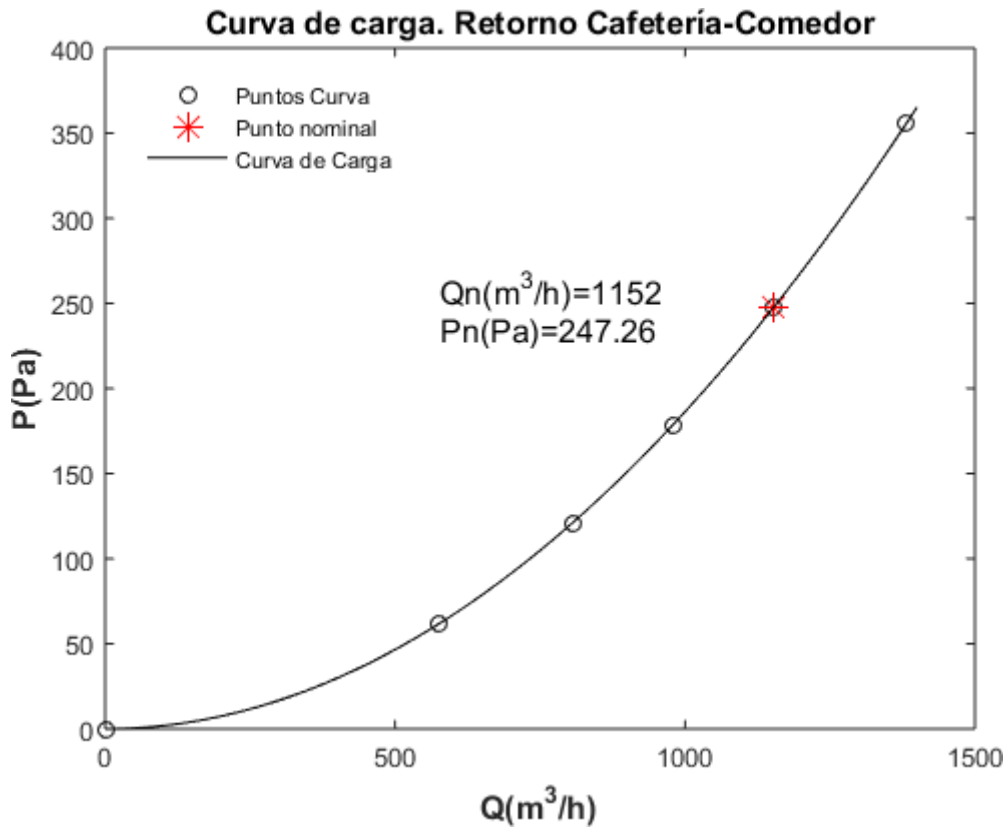
- **Punto de funcionamiento del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.6 Punto de funcionamiento del retorno Sistema Cafetería-Comedor

Punto de funcionamiento	
Caudal (m^3/h)	Δp (Pa)
1.152	275,347

- **Curva de carga del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):**

Ilustración 8.10 Curva de carga del retorno Cafetería-Comedor



8.7.4. Punto de funcionamiento del Sistema Salón de Actos

Los cálculos para el Sistema Salón de Actos se realizarán a partir de la *Ecuación 8.18 Energía total del ventilador*, y las tablas con accesorios y caídas de presión se recogen de forma detallada en el ANEXO. CÁLCULOS DE VENTILACIÓN.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

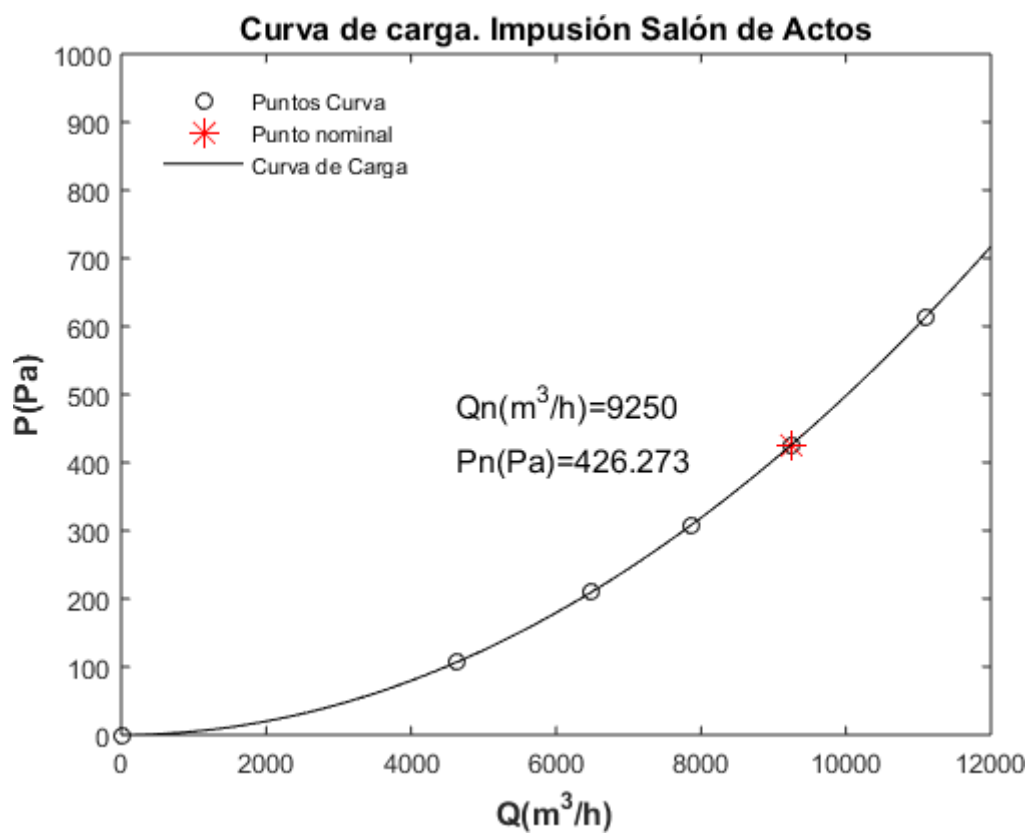
- **Punto de funcionamiento de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.7 Punto de funcionamiento de la impulsión Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
9.250	426,273

- **Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):**

Ilustración 8.11 Curva de carga de la impulsión Salón de Actos



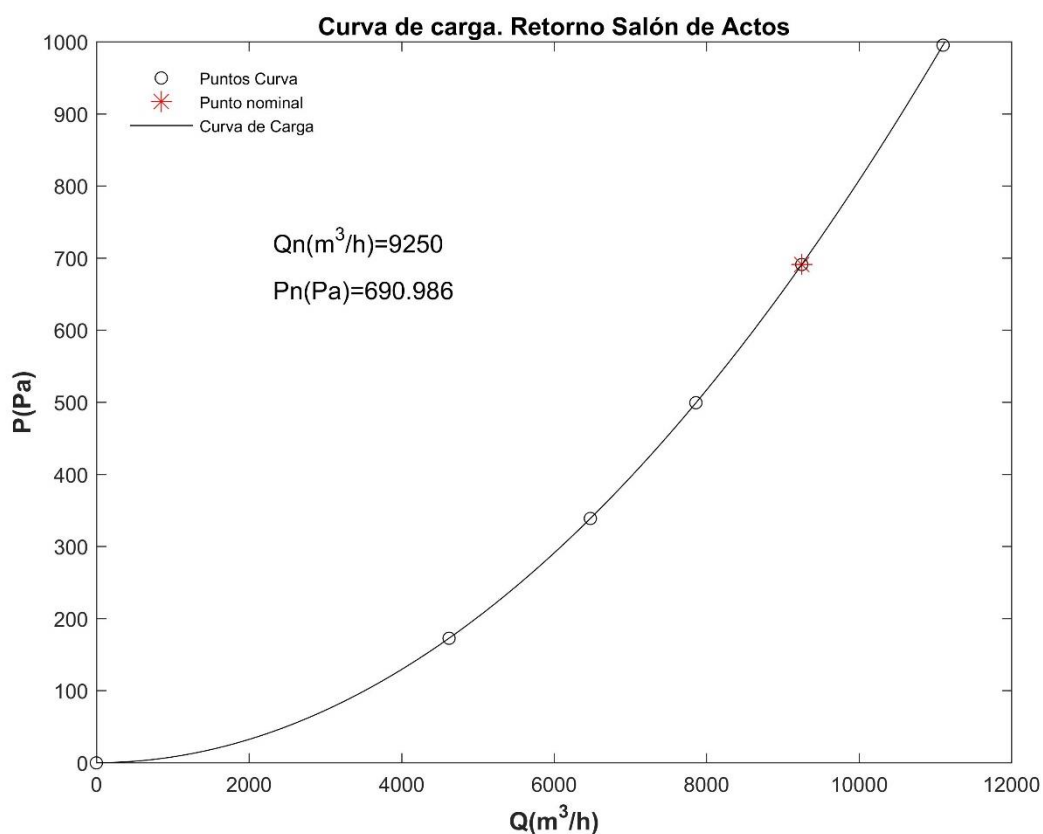
- **Punto de funcionamiento del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):**

Tabla 8.8 Punto de funcionamiento del retorno Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
9.250	690,986

- **Curva de carga del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):**

Ilustración 8.12 Curva de carga del retorno Salón de Actos



8.7.5. Punto de funcionamiento del Sistema Aseos

Los cálculos para el Sistema Aseos se realizarán a partir de la *Ecuación 8.18 Energía total del ventilador*, y las tablas con accesorios y caídas de presión se recogen de forma detallada en el ANEXO. *CÁLCULOS DE VENTILACIÓN*.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

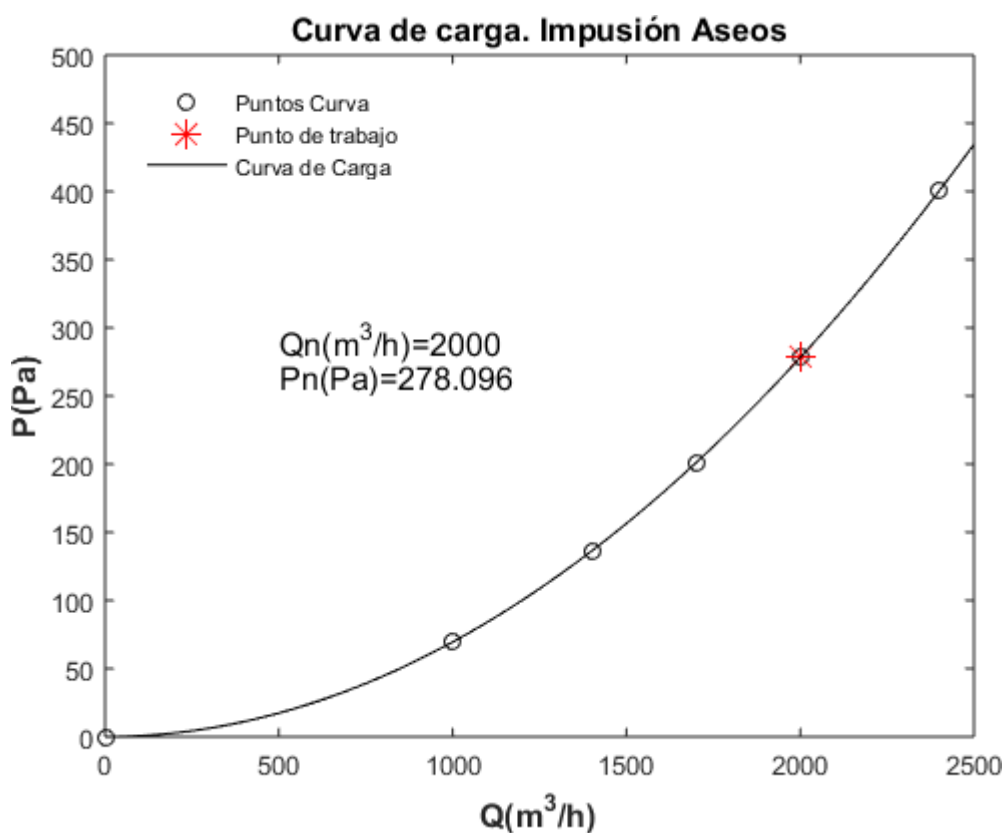
- Punto de funcionamiento de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):

Tabla 8.9 Punto de funcionamiento de la impulsión Sistema Aseos

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
2.000	278,096

- Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):

- Ilustración 8.13 Curva de carga de la impulsión Aseos



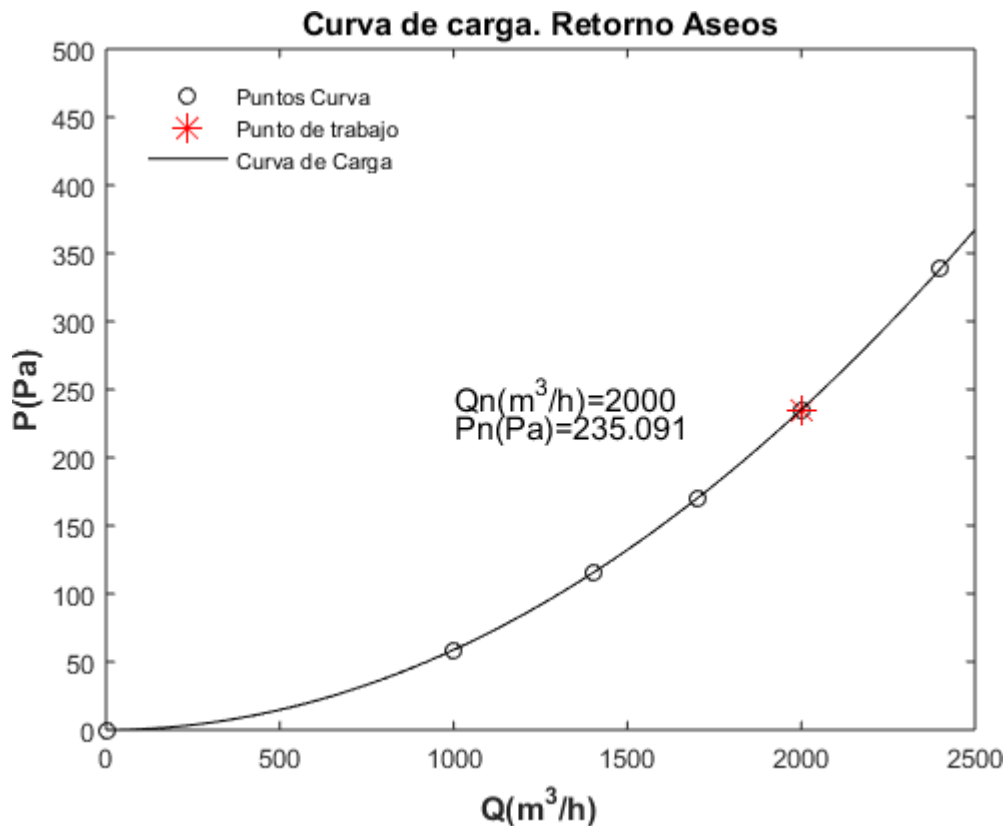
- Punto de funcionamiento del retorno (Q_i^* , Δp_i^*):

Tabla 8.10 Punto de funcionamiento del retorno Sistema Aseos

Punto de funcionamiento	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
9.250	690,986

- Curva de carga de la impulsión (Q_i^* , Δp_i^*):

- Ilustración 8.14 Curva de carga del retorno del Sistema Aseos



8.8. Regulación del punto de funcionamiento

8.8.1. Caudales de funcionamiento distintos al nominal de la instalación

Los problemas causados por impulsar caudales distintos al nominal de la instalación, en instalaciones de caudal constante, serían las siguientes:

Para caudales inferiores al nominal:

Si el caudal de aire es inferior del nominal, la temperatura de aire de impulsión será también distinta al nominal.

En caso de enfriamiento a través de una batería de frío, el aire se enfriará a una menor temperatura. La batería de agua intercambiará también una cantidad menor de potencia.

En el caso de calentamiento, el aire se calentará a una mayor temperatura. La batería de agua también intercambiará menor cantidad de calor

En ambos casos pueden producirse problemas de confort.

Igualmente, para casos en los que se transmita una cantidad inferior de aire de renovación, puede conllevar problemas de higiene.

Para caudales superiores al nominal:

Si se impulsa más caudal del necesario, se tendrá un aumento en el consumo energético del ventilador, debido a un aumento proporcional al cuadrado del caudal de las pérdidas de presión en la red.

La potencia suministrada por las baterías será similar a la nominal. Sin embargo, un aumento en la velocidad del aire a la salida puede disminuir el confort térmico y aumentar el ruido de la instalación.

Para la instalación de climatización, un aumento en la cantidad de aire exterior produce también un aumento de la demanda energética por parte de la instalación de climatización.

8.8.2. Regímenes de funcionamiento de los ventiladores

Debido a que los ventiladores trabajen lejos de sus puntos nominales de funcionamiento, surgirán una serie de problemas tenidas en cuenta en el presente punto. Por lo tanto, se establecen una serie de regímenes de funcionamiento adecuados para los ventiladores.

El artículo 12 del RITE establece que los equipos de transporte de fluidos se seleccionarán en orden a que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento que vaya a darse en la instalación, estén lo más cercanas posibles a su régimen de rendimiento máximo.

En instalaciones donde el ventilador funcione en régimen constante, se deberá considerar si el régimen en el que está funcionando es un régimen adecuado o no.

- *Régimen no admisible:*
 - Para caudales que se encuentre *muy por debajo* del caudal nominal (por debajo del 50%), el rendimiento del ventilador será muy bajo. Además, será posible que el ventilador entre en la zona de trabajo inestable.
 - Para caudales que se encuentren por encima del caudal nominal (por encima del 150%), el rendimiento del ventilador disminuye rápidamente.
- *Régimen admisible:* un rango adecuado estará comprendido entre el 80% y 105% del caudal nominal. Cumpliendo con este margen, se cumple con los requisitos del RITE.

A la hora de seleccionar los ventiladores, por tanto, también habrá que tener en cuenta las situaciones tanto los distintos regímenes de funcionamiento, como del ensuciamiento de los filtros.

8.9. Selección del ventiladores

Una vez hemos hallado los puntos de funcionamiento nominal (Q_i^* , Δp_i^*) para cada uno de los sistemas, y hemos hallado sus curvas de carga, podemos proceder a la selección de los ventiladores, y la obtención de los puntos de funcionamientos reales de la instalación (Q_f^* , Δp_f^*).

Para la selección del ventilación, se intentará que el punto nominal real de la instalación quede lo más cercano posible al punto nominal del ventilador (Q_v^* , Δp_v^*), teniendo en cuenta los criterios expuestos en el punto anterior.

8.9.1. Selección de ventiladores del Sistema Despachos-Taller

Para la selección de los ventiladores de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 8.9 Selección del ventiladores.

Los ventiladores elegidos serán de la marca SODECA.

Atendiendo a lo recogido en el apartado 8.7.1 Punto de funcionamiento del Sistema Taller-Despachos, en el que se obtienen los puntos de funcionamiento nominal de la instalación.

Para la Ilustración 8.5 Curva de carga de la impulsión , preseleccionamos para la impulsión y el retorno el ventilador: SODECA CMP-922-4T.

Los datos del ventilador son los siguientes:

Tabla 8.11 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-922-4T

SODECA CMP-922-4T	
Velocidad (r/min)	1437
Potencia (kW)	0,307
Caudal máximo (m ³ /h)	1187
Nivel sonoro (dB)	58

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Taller-Despachos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.15 Intersección curva de carga de la impulsión Taller-Despachos con el ventilador

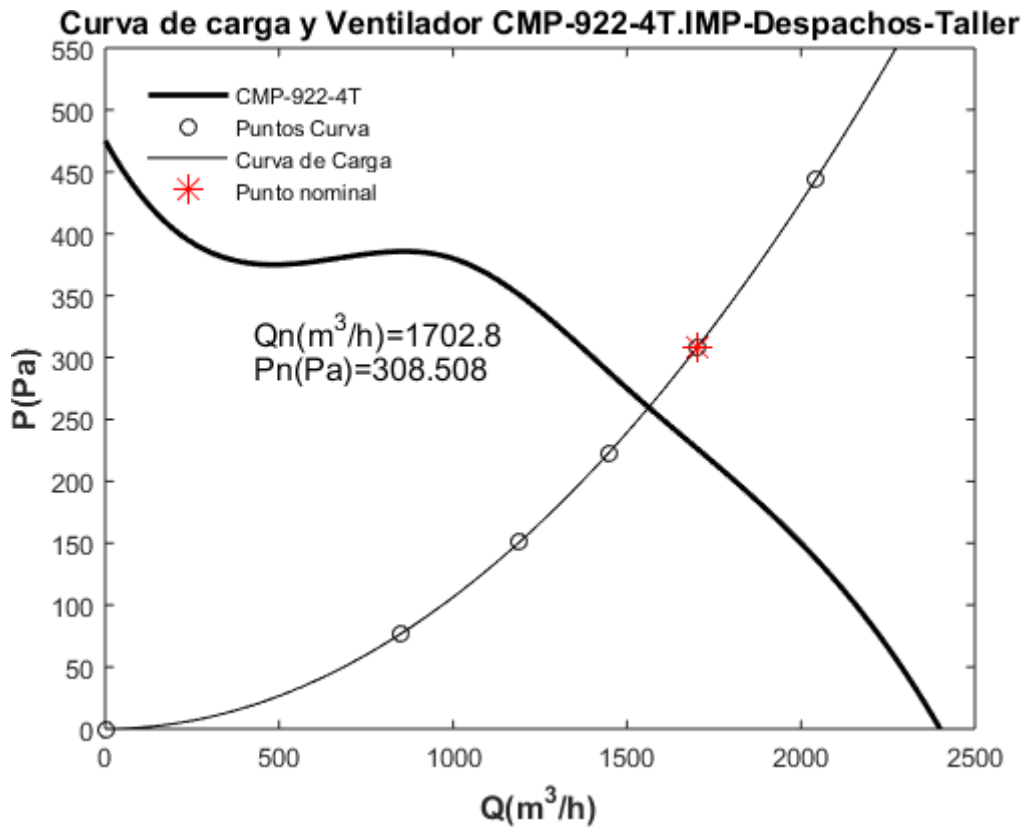


Tabla 8.12 Punto de funcionamiento real de la impulsión Sistema Taller-Despachos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
1625	260

Punto de funcionamiento real del retorno (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Taller-Despachos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.16 Intersección curva de carga del retorno Taller-Despachos con el ventilador

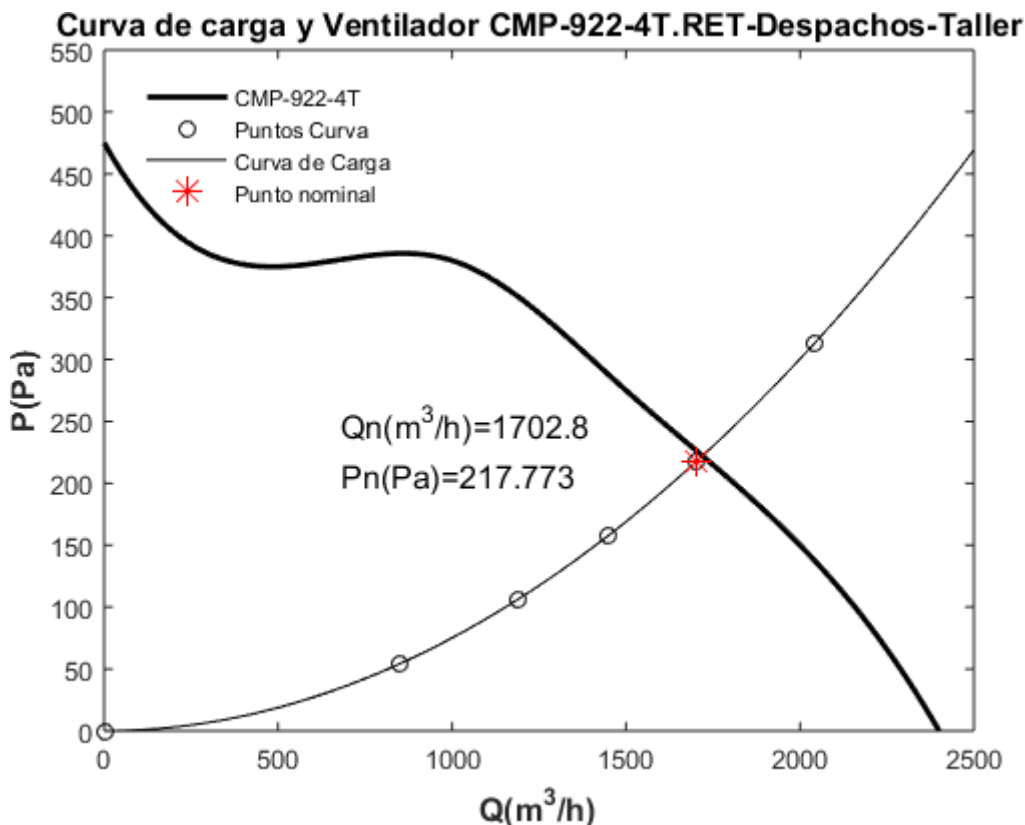


Tabla 8.13 Punto de funcionamiento real del retorno Sistema Taller-Despachos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
1705	220

8.9.2. Selección de ventiladores del Sistema Cocina

Para la selección de los ventiladores de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 8.9 Selección del ventiladores.

Los ventiladores elegidos serán de la marca SODECA.

Atendiendo a lo recogido en el apartado 8.7.2 Punto de funcionamiento del Sistema Cocina, en el que se obtienen los puntos de funcionamiento nominal de la instalación para filtros limpios y sucios.

Para la impulsión del Sistema Cocina preseleccionaremos el ventilador: SODECA CMP-718-4M.

Para el retorno del Sistema Cocina preseleccionaremos el ventilador CMP-620-4M.

Los datos de los ventiladores son los siguientes:

Tabla 8.14 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-718-4M

SODECA CMP-718-4M	
Velocidad (r/min)	1452
Potencia (kW)	0.160
Caudal máximo (m³/h)	722
Nivel sonoro (dB)	53

Tabla 8.15 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-620-4M

SODECA 1919-6M 1-10	
Velocidad (r/min)	1419
Potencia (kW)	0.123
Caudal máximo (m³/h)	720
Nivel sonoro (dB)	53

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Cocina con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.17 Intersección curva de carga de la impulsión Cocina con el ventilador

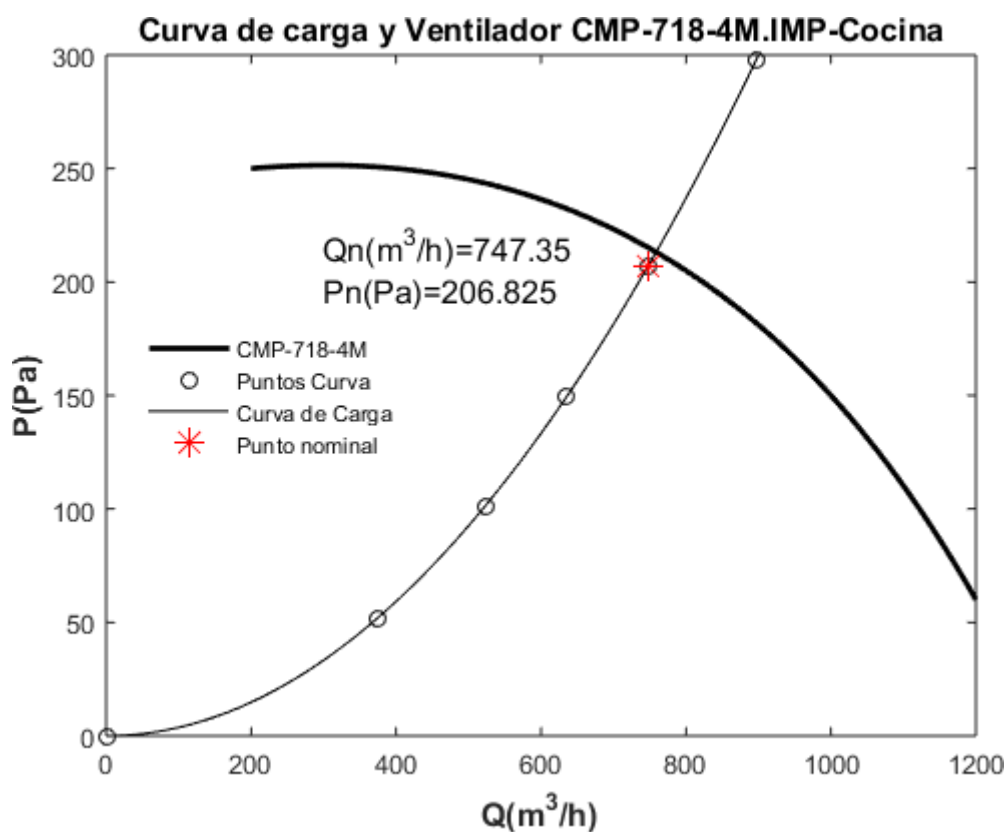


Tabla 8.16 Punto de funcionamiento real de la impulsión Sistema Cocina

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
760	220

Punto de funcionamiento real del retorno (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Taller-Despachos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.18 Intersección curva de carga del retorno Cocina con el ventilador

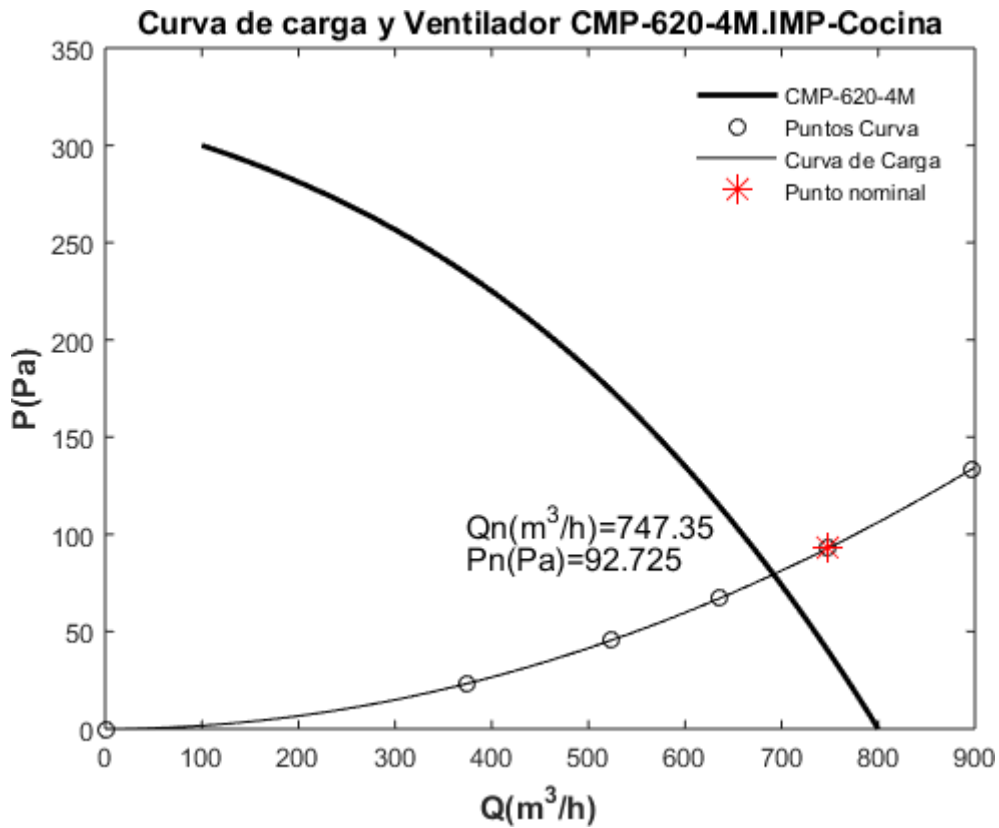


Tabla 8.17 Punto de funcionamiento real del retorno Sistema Cocina

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
700	75

8.9.3. Selección de ventiladores del Sistema Cafetería-Comedor

Para la selección de los ventiladores de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 8.9 Selección del ventiladores.

Los ventiladores elegidos serán de la marca SODECA.

Atendiendo a lo recogido en el apartado 8.7.3 Punto de funcionamiento del Sistema Cafetería-Comedor, en el que se obtienen los puntos de funcionamiento nominal de la instalación para filtros limpios y sucios.

Para el Sistema Cafetería-Comedor preseleccionamos un ventilador tiempo tanto para la impulsión como el retorno: SODECA CMP-820-4M.

Los datos del ventilador son los siguientes:

Tabla 8.18 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-820-4M

SODECA CMP-820-4M	
Velocidad (r/min)	2874
Potencia (kW)	1.028
Caudal máximo (m ³ /h)	1317
Nivel sonoro (dB)	53

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^{*}, Δp_v^{*}):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Cafetería-Comedor con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.19 Intersección curva de carga de la impulsión Cafetería-Comedor con el ventilador

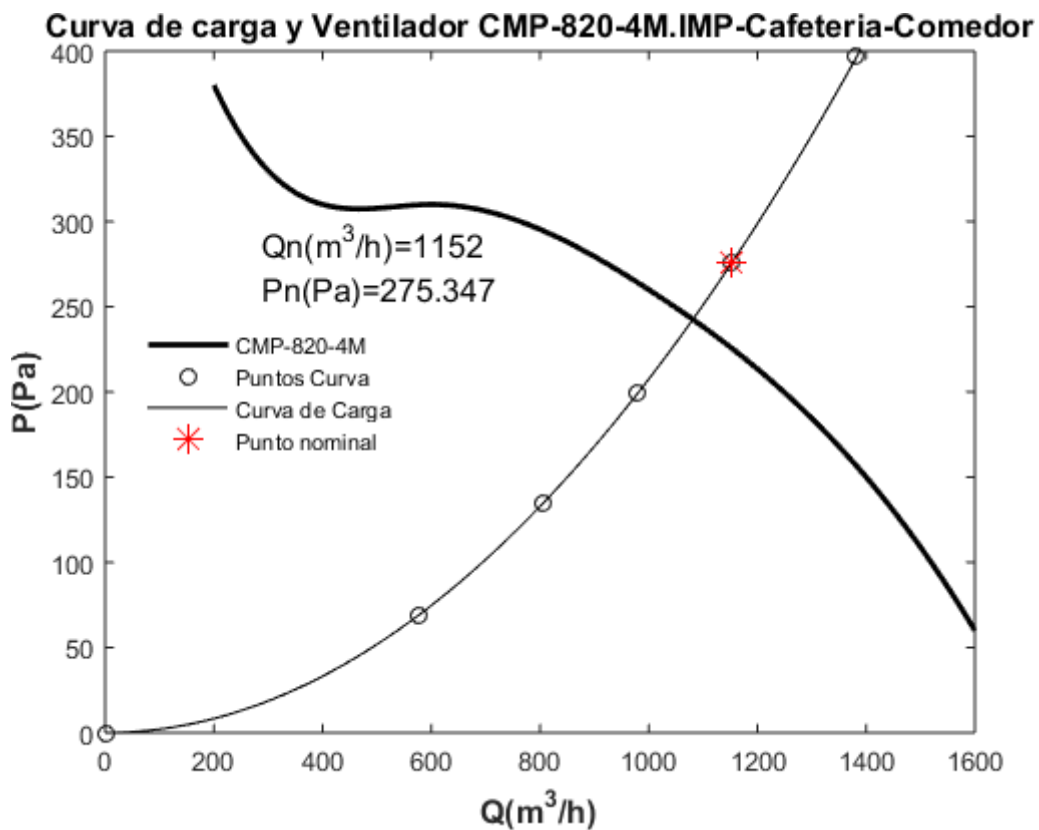


Tabla 8.19 Punto de funcionamiento real de la impulsión Sistema Cafetería-Comedor

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
1150	255

Punto de funcionamiento real del retorno (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Taller-Despachos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.20 Intersección curva de carga del retorno Cafetería-Comedor con el ventilador

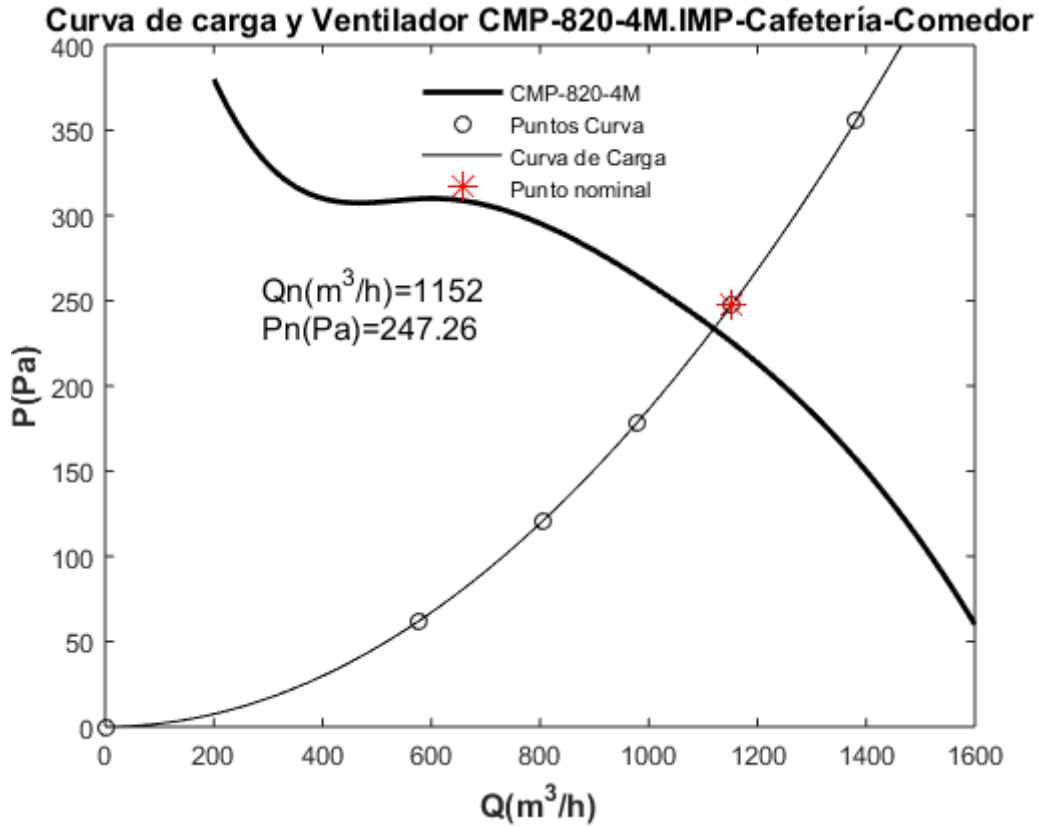


Tabla 8.20 Punto de funcionamiento real del retorno Sistema Cafetería-Comedor

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m^3/h)	Δp (Pa)
1151	240

8.9.4. Selección de ventiladores del Sistema Salón de Actos

Para la selección de los ventiladores de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 8.9 Selección del ventiladores.

Los ventiladores elegidos serán de la marca SODECA.

Atendiendo a lo recogido en el apartado 8.7.3 *Punto de funcionamiento del Sistema Cafetería-Comedor de Actos*, en el que se obtienen los puntos de funcionamiento nominal de la instalación para filtros limpios y sucios.

Para el Sistema Salón de Actos, preseleccionamos tanto para la impulsión como el retorno el ventilador: SODECA CMP-2050-6T.

Los datos del ventilador son los siguientes:

Tabla 8.21 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-2050-6T

SODECA CMP-2050-6T	
Velocidad (r/min)	1470
Potencia (kW)	9,285
Caudal máximo (m³/h)	9695
Nivel sonoro (dB)	61

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga de impulsión del Sistema Salón de Actos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.21 Intersección curva de carga de la impulsión Salón de Actos con el ventilador

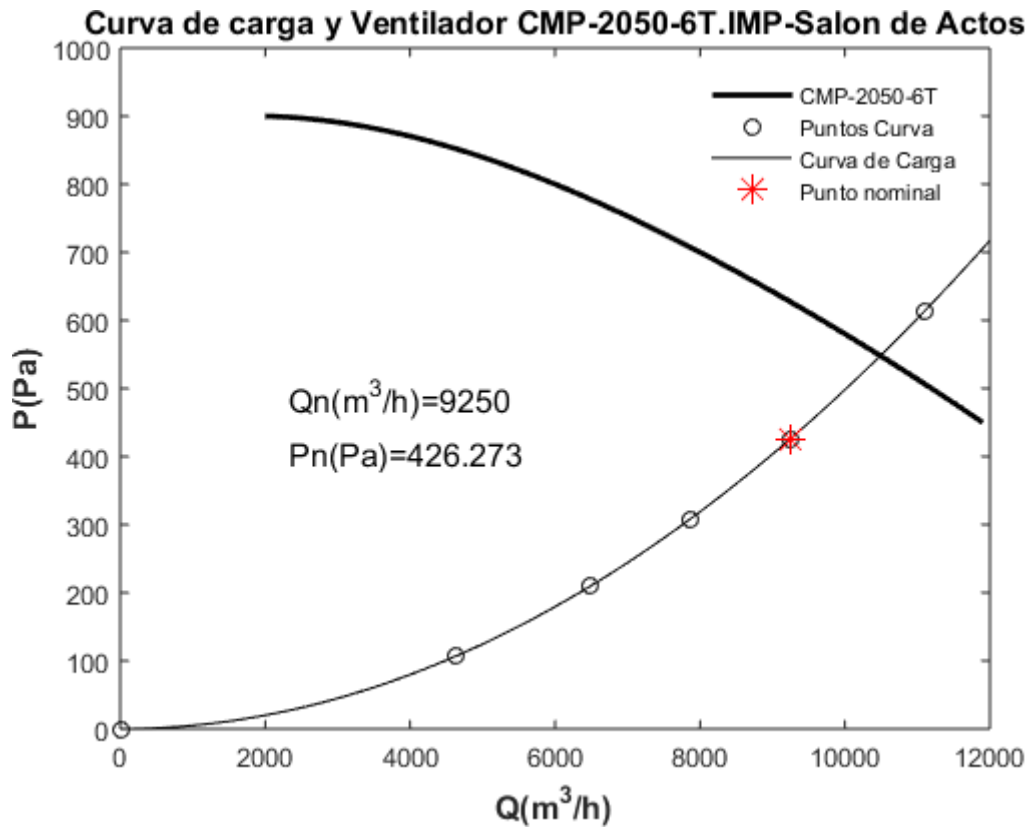


Tabla 8.22 Punto de funcionamiento real de la impulsión Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
10750	510

Punto de funcionamiento real del retorno (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Salón de Actos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.22 Intersección curva de carga del retorno Salón de Actos con el ventilador

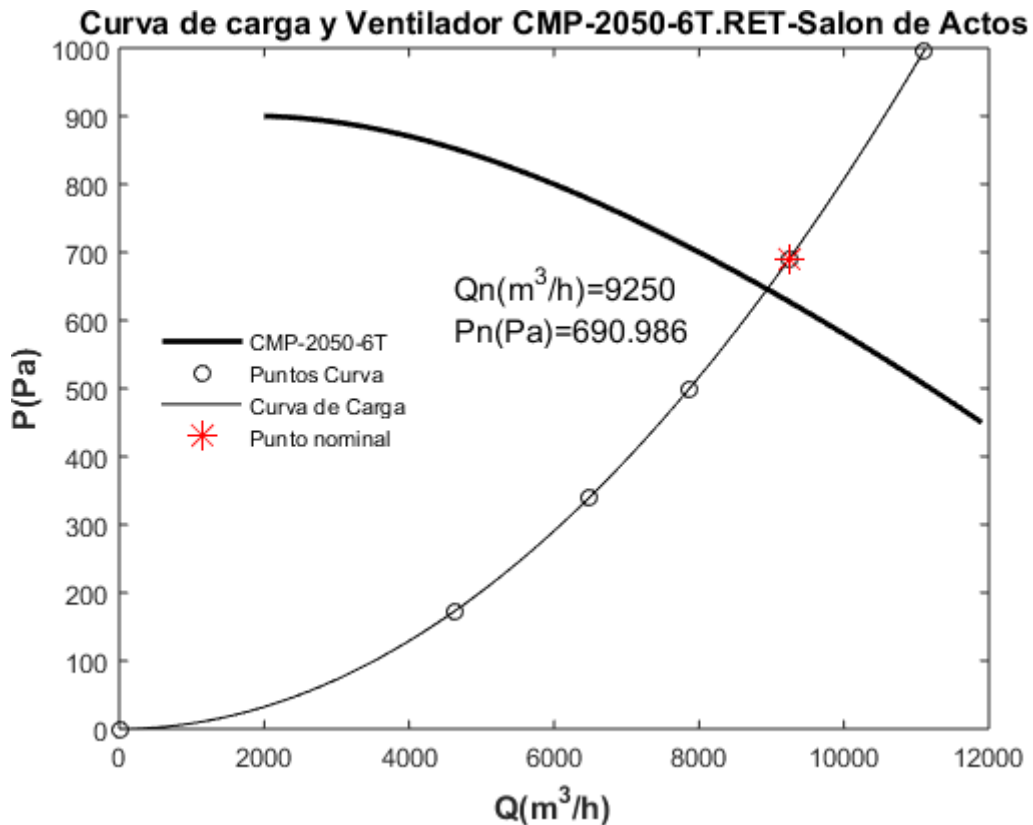


Tabla 8.23 Punto de funcionamiento real del retorno Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m³/h)	Δp (Pa)
9300	675

8.9.5. Selección de ventiladores del Sistema Aseos

Para la selección de los ventiladores de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 8.9 Selección del ventiladores.

Los ventiladores elegidos serán de la marca SODECA.

Atendiendo a lo recogido en el apartado 8.7.3 Punto de funcionamiento del Sistema Cafetería-Comedor, en el que se obtienen los puntos de funcionamiento nominal de la instalación para filtros limpios y sucios.

Para el Sistema Aseos, preseleccionamos tanto para la impulsión como el retorno el ventilador: SODECA CMP-922-4T.

Los datos del ventilador son los siguientes:

Tabla 8.24 Características técnicas del ventilador SODECA CMP-922-4T

SODECA CMP-2050-6T	
Velocidad (r/min)	2952
Potencia (kW)	1.828
Caudal máximo (m³/h)	2015
Nivel sonoro (dB)	61

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , Δp_v^*):

La intersección de la curva de carga de impulsión del Sistema Aseos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.23 Intersección curva de carga de la impulsión Aseos con el ventilador

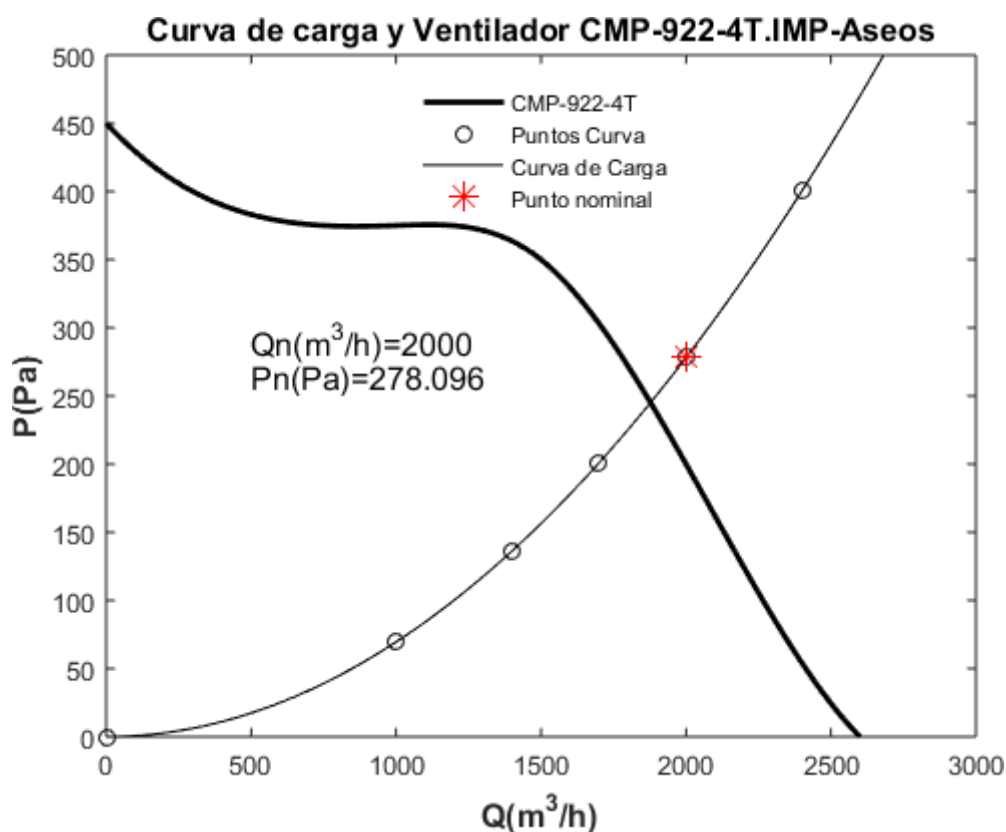


Tabla 8.25 Punto de funcionamiento real de la impulsión Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
1990	255

Punto de funcionamiento real del retorno (Q_v*, Δp_v*):

La intersección de la curva de carga del retorno del Sistema Aseos con el ventilador, se representa a continuación:

Ilustración 8.24 Intersección curva de carga del retorno Salón de Actos con el ventilador

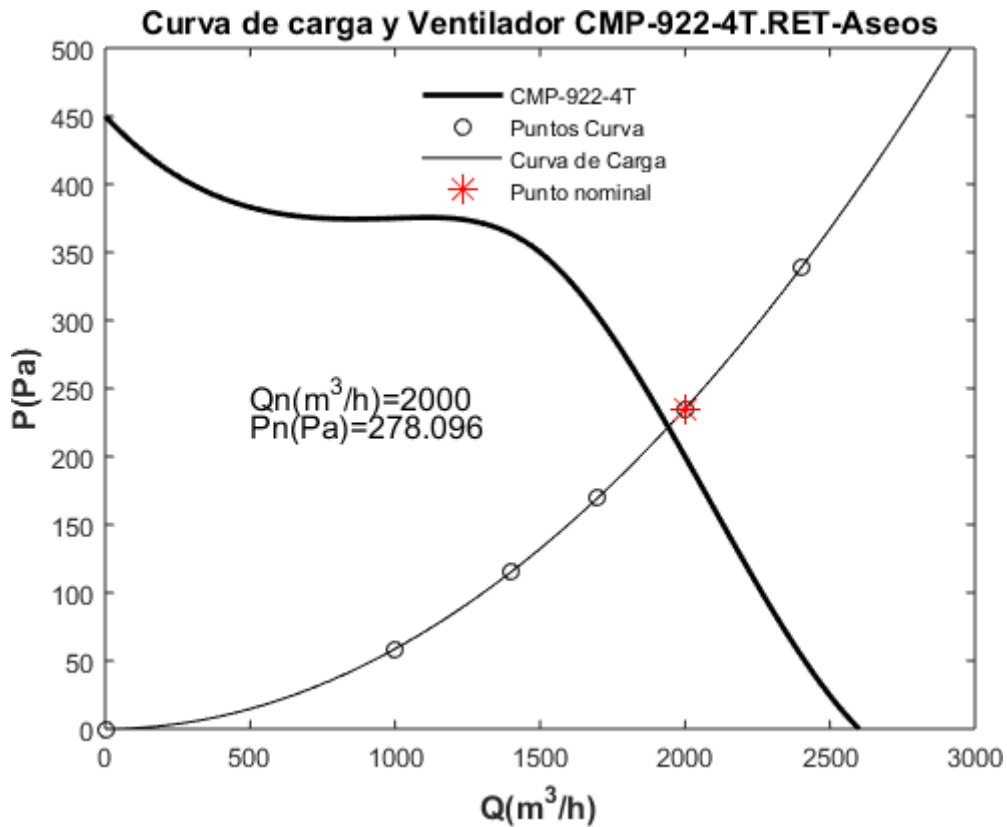


Tabla 8.26 Punto de funcionamiento real del retorno Sistema Salón de Actos

Punto de funcionamiento real	
Caudal (m ³ /h)	Δp (Pa)
2100	225

8.10. Equilibrado hidráulico

Para garantizar una distribución adecuada de presiones y de caudales a lo largo de la instalación, se emplearán compuertas de mariposa automáticas, que añadirán una pérdida o pérdidas secundarias adicionales al tramo en cuestión.

Las compuertas, por tanto, se emplearán para garantizar dos objetivos:

- Un equilibrio de razonable de presión entre los puntos finales de cada tramo, para el régimen de funcionamiento nominal.
- Un equilibrio razonable de caudal entre los flujos de aire de expulsión y de renovación, en el régimen de funcionamiento nominal.

De forma adicional, las unidades terminales (difusores y rejillas) dispondrán de regulación para garantizar que existe un equilibrado adicional a lo largo de cada uno de los locales.

Para aquellos sistemas que sean multizona (Sistema Despachos-Taller), se dispondrá tanto de regulación mediante compuertas, las cuales tendrán tanto función de regulación como de aislar aquellos locales del sistema que estén desconectados; como de rejillas de regulación, para garantizar una distribución uniforme en cada local.

En aquellos sistemas que sean unizona (Sistema Cocina, Sistema Cafetería Comedor, Sistema Salón de Actos, y también el Sistema Aseos) bastará con una regulación mediante unidades terminales regulables, aunque se recomienda el empleo de compuertas de regulación a la salida de los ventiladores de impulsión en el caso de que se pte por un tipo de regulación por estrangulamiento de compuerta en serie.

Para las admisiones de cada uno de los ventiladores, se recomienda el empleo de plenums de entrada para garantizar una pérdida lo suficientemente reducida a la entrada del ventilador. En el caso de ser requerido y por recomendación del presente proyecto, es conveniente también el empleo de compuertas de mariposa en la admisión, de no alcanzarse presiones lo suficientemente bajas a la entrada del ventilador.

El cálculo detallado del equilibrado hidráulico no será objeto del presente proyecto, ni tampoco un análisis de comprobación y diseño sobre el efecto que cada uno de estos elementos tiene en la red de fluidos. Pero los resultados se recogen en el apartado 13 ANEXO. CÁLCULOS DE VENTILACIÓN.

Asimismo, la disposición de las compuertas de regulación vendrá recogida en el ANEXO. PLANOS.

8.11. Regulación del punto de funcionamiento de los ventiladores

Para ajustar el punto de funcionamiento Q_f al caudal nominal de la instalación Q_i se recurrirá al uso de sistemas de regulación.

Para llevarla a cabo se recurrirá a reguladores por variación del régimen de giro o variadores de frecuencia.

La variación de la velocidad del giro del ventilador permitirá regular el caudal a su valor nominal, con poca penalización energética (alrededor del 10% de penalización).

Para su cálculo, habrá que emplear las ecuaciones de los puntos homólogos:

Ecuación 8.19 Ecuaciones de los puntos homólogos

$$\frac{Q_1}{\Omega_1 * D^3} = \frac{Q_2}{\Omega_2 * D^3} \rightarrow \frac{Q_1}{\Omega_1} = \frac{Q_2}{\Omega_2} \rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Omega_2}{\Omega_1}$$

Despejando las ecuaciones anteriores, obtenemos:

Ecuación 8.20 Frecuencia de giro del ventilador para el nuevo caudal

$$n_2 = n_1 * \frac{Q_2}{Q_1}$$

9. INSTALACIÓN DE AGUA

9.1. Conceptos generales de la red agua

Las bombas son dispositivos mecánicos empleados para el transporte de líquidos por las redes de tuberías. Este punto se centra en las bombas empleadas en circuitos cerrados de instalaciones de calefacción, aire acondicionado, energía solar y agua caliente sanitaria.

El transporte del fluido en estas instalaciones se realiza con el objeto de transportar energía entre los distintos elementos de la instalación. Se trata de aplicaciones donde lo que se pretende es transportar energía y no transportar agua.

En circuitos de recirculación, la energía de bombeo se emplea únicamente para vencer pérdidas hidráulicas. El correcto diseño de los circuitos, así como la selección de la bomba más adecuada, afecta de forma muy importante al consumo energético.

En circuitos cerrados se emplean generalmente bombas rotodinámicas accionadas mediante un motor eléctrico. Las bombas absorben energía eléctrica de la red y proporcionan energía al fluido.

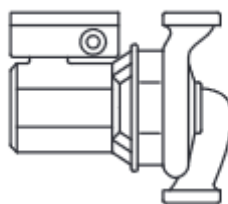
9.2. Tipos de bombas

En lo referente a los tipos de bombas, la mayoría de fabricantes incluyen las bombas con aplicaciones para sistemas de aire acondicionado, calefacción, ACS y energía solar en una categoría, las cuales pueden distinguirse en función de si son para aplicaciones domésticas, industriales o comerciales.

Dentro de esta categoría, nos encontramos con distintos tipos de bombas, las cuales, ordenadas de menor a mayor, potencia son:

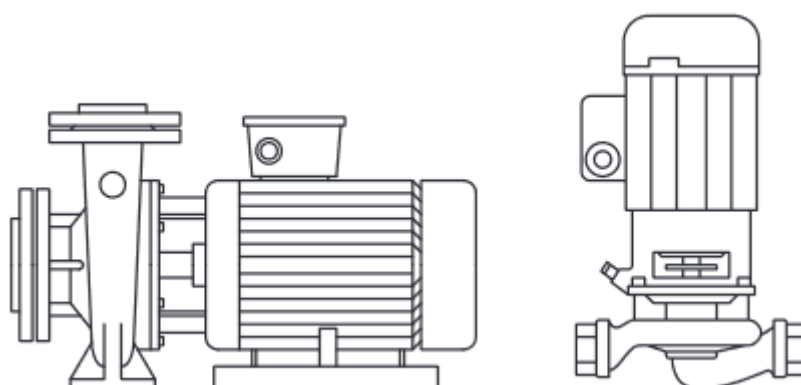
- Bombas de rotor húmedo: se trata de bombas generalmente de baja potencia (de 1kW hasta 3kW), y presiones inferiores a 15 m.c.a. Requieren de poco mantenimiento, y suelen venir con varias velocidades o adaptadas para trabajar con caudal variable. De los tipos que nos encontramos:
 -
 - o Bombas circuladoras. Bombas centrífugas sencillas, muy silenciosas, diseñadas para la recirculación de agua fría o caliente en los sistemas de climatización y agua caliente sanitaria.

Ilustración 9.1 Bomba de circulación [16]



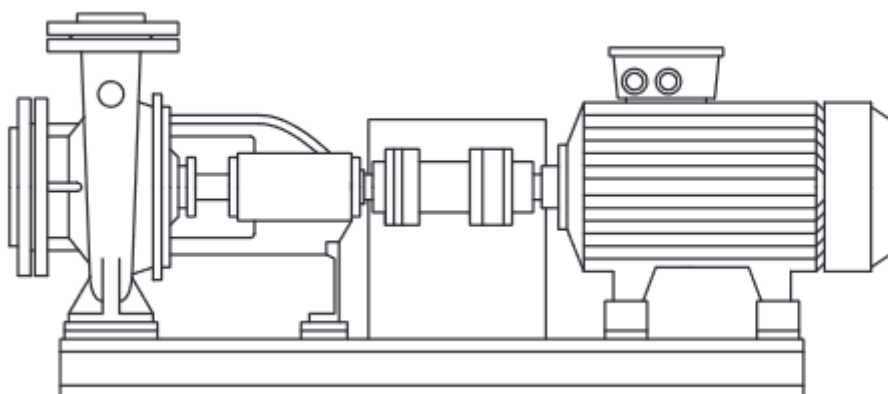
- Bombas de rotor seco: son de más altas potencia (de 0.25kW a 40kW). Son más ruidosa, y requieren de mantenimiento periódico. Poseen grandes rendimientos. Son habituales en grandes instalaciones de climatización y calefacción. De los tipos que nos encontramos:
 - o Bombas compactas o monobloc. Conjunto compacto con eje único motor-bomba, adecuados para bajas y medias potencias y funcionamiento en continuo. Aplicaciones industriales para bombeo de aguas limpias y no agresivas: equipos de presión, aire acondicionado y calefacción, sistemas de riego y equipos contra incendios.
 - o

Ilustración 9.2 Bomba compacta [16]



- o Bombas de bancada u horizontales. Bombas de medias-altas potencias donde la conexión al motor se realiza mediante poleas o mediante acoplamiento elástico que no precisa de alineamientos precisos. Se emplean en industrias, riego, construcción, grandes instalaciones de calefacción y aire acondicionado, municipios, equipos contra incendios, etc.

Ilustración 9.3 Bomba horizontal [16]



9.3. Criterios para la selección de bombas

9.4. Balance energético de bombas

En este apartado se analiza el balance energético empleado en la instalación de agua. Se analizará cómo la energía mecánica necesaria se encargará de proporcionar al fluido la presión, cinética y altura necesarias, así como la parte necesaria para el vencimiento de las pérdidas energéticas producidas a lo largo de la red de tuberías (pérdidas por fricción y secundarias).

9.4.1. Ecuación de Bernoulli generalizada

La energía mecánica del agua en un punto p se presenta en forma de presión, de energía cinética, y potencial. Las componentes serían por tanto las relativas a:

- Energía de presión, o **presión estática**:

Ecuación 9.1 Presión estática del fluido

$$e_{pr} = p_p / \rho \text{ [J/kg]}$$

- Energía cinética, o **presión dinámica**:

Ecuación 9.2 Presión dinámica del fluido

$$e_p = v_p^2 / 2 \text{ [J/kg]}$$

- Energía cinética, o **presión potencial**:

Ecuación 9.3 Energía potencial del fluido

$$e_p = g * z_p \text{ [J/kg]}$$

La energía mecánica específica del flujo en un punto p vendrá dada por la siguiente expresión:

Ecuación 9.4 Energía específica del flujo en un punto p

$$\omega_{esp} = p_p / \rho + v_p^2 / 2 + g * z_p \text{ [J/kg]}$$

La potencia del flujo en el punto p viene dada por:

Ecuación 9.5 Potencia del fluido en el punto p

$$\dot{P} = \dot{m} * \omega_{esp} = Q * p_T \text{ [W]}$$

Otra expresión empleada habitualmente para la energía mecánica, es definiendo la altura del punto p, a partir de la energía específica:

Ecuación 9.6 Altura del fluido en el punto p

$$H_p = \omega_{esp}/g = p_p/\rho + v_p^2/2 + g * z_p \text{ [m.c.a]}$$

La energía por unidad de tiempo (potencia) del flujo en un punto p viene dada por:

Ecuación 9.7 Potencia fluida en el punto p

$$P_f = \rho * g * Q * H_p \text{ [W]}$$

9.5. Flujo de agua en conductos

9.5.1. Flujo ideal en la instalación

La hipótesis de flujo ideal consiste en despreciar el efecto de la influencia de la viscosidad en el flujo. En el estudio de instalaciones hidráulicas se considera que el flujo es estacionario y uniforme en la pared, donde la trayectoria de una partícula de fluido coincide con la línea de corriente.

En un flujo ideal no existe rozamiento ni por tanto transformación de la energía mecánica del flujo en energía térmica. En el caso del flujo en un tubo, la energía mecánica del flujo entre dos puntos se conserva, resultando:

Ecuación 9.8 Ecuación de Bernoulli para flujo ideal

$$H_p = p_1/\rho + v_1^2/2 + g * z_1 = p_2/\rho + v_2^2/2 + g * z_2 \text{ [m]}$$

Para el caso particular de un circuito cerrado, el término de energía cinética se eliminaría al ser igual en los puntos 1 y 2 de la red.

9.5.2. Flujo real en conductos

En el flujo real se producen pérdidas en la instalación, tanto por fricción del fluido como por los tubos o por pérdidas en accesorios. En ese caso, se sigue la formulación de flujo ideal, añadiendo un término de pérdidas.

Ecuación 9.9 Ecuación del fluido para flujo real

$$H_p = p_1/\rho + v_1^2/2 + g * z_1 = p_2/\rho + v_2^2/2 + g * z_2 + H_L \text{ [m]}$$

Para el caso que nos ocupa, las variaciones de energía interna del fluido son insignificantes y no se tendrán en cuenta en el cálculo.

Donde H_L son las pérdidas entre los puntos 1 y 2, dadas por la suma de las pérdidas en tuberías y pérdidas en accesorios:

Ecuación 9.10 Pérdidas totales entre los puntos 1 y 2 de la red

$$H_L = H_{L,tub} + H_{L,acc} \text{ [m]}$$

9.5.2.1 Pérdidas en tuberías

Las pérdidas primarias dependen de la viscosidad del fluido, del tamaño, y la forma geométrica de la sección del conducto y de la rugosidad de las paredes. La pérdida de presión por fricción Δp_f se calcula como se indica a continuación:

Ecuación 9.11 Ecuación de pérdida de presión para tuberías

$$H_{L,tub} = f * \frac{L}{D_h} * \frac{1}{2 * g} * v^2 [\text{m}]$$

El factor de fricción de Darcy f dependerá del número de Reynolds, de la rugosidad absoluta del conducto, y del diámetro del mismo. Para su cálculo se empleará la fórmula de Darcy Weisbach ajustada para casos de agua en climatización:

Ecuación 9.12 Ecuación de Darcy Weisbach corregida

$$f = \frac{0.25}{\left(\log \left(\frac{\varepsilon / (3.7 * D)}{3.71} + \frac{5.75}{Re^{0.9}} \right) \right)^2}$$

Siendo ε/D la rugosidad relativa de la pared del tubo y Re el número de Reynolds

9.5.2.2 Pérdidas secundarias en los accesorios

En los cambios de velocidad o velocidad del flujo de agua se producen pérdidas localizadas de presión, denominadas pérdidas secundarias. Este tipo de pérdidas se dan los accesorios que forman parte la red de conductos, y pueden calcularse mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 9.13 Pérdidas secundarias en los accesorios

$$H_{L,acc} = k_o * \frac{v^2}{2 * g} [\text{m}]$$

Siendo el coeficiente k_o el coeficiente correspondiente a cada accesorio.

9.6. Balance de energía

En una bomba, el trabajo específico comunicado al fluido gH_m es positivo y se emplea en aumentar por un lado la energía mecánica específica del fluido, y por otro en lo que puede llamarse pérdidas por disipación viscosa en el interior y por turbulencia en la salida.

Por otra parte, aunque el aumento de la energía específica puede ser en forma de presión, energía cinética o potencial, se suele emplear el término de altura manométrica para denominar a este incremento, midiéndolo en unidades de longitud utilizando la constante de la gravedad. Se define por tanto la altura manométrica, H_m , suministrada por la bomba como:

Ecuación 9.14 Balance de energía del fluido en la bomba

$$H_m = \left[\frac{p}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + z \right]_e^s \text{ [m]}$$

En términos de potencia, la que proporciona entonces la bomba al fluido se expresaría como:

Ecuación 9.15 Aporte de potencia de la bomba al fluido

$$P_f = \rho * g * Q * H_m$$

En término de rendimientos, en la bomba estarán presentes varios términos:

- Un término de rendimiento hidráulico o manométrico como el cociente entre la potencia manométrica realmente comunicada al fluido y la suma de ésta con las pérdidas internas fruto de fricción y choques internos:

Ecuación 9.16 Rendimiento hidráulico de la bomba

$$\eta_h = \frac{H_m}{H_m + H_L}$$

- Un rendimiento volumétrico, debido a que por el rodete circula un gasto mayor fruto del caudal a impulsar más el caudal de las fugas recirculado (que no produce potencia útil):

Ecuación 9.17 Rendimiento volumétrico de la bomba

$$\eta_v = \frac{\dot{m}}{\dot{m} + \dot{m}_f}$$

- El rendimiento del eje, razón de la potencia en el rodete y en el eje, o rendimiento mecánico:

Ecuación 9.18 Rendimiento mecánico de la bomba

$$\eta_o = \frac{P_{rodete}}{P_{eje}}$$

- Pueden añadirse también las pérdidas debido al rendimiento del motor eléctrico.

En término de rendimientos, el rendimiento total de la bomba sería igual al producto de todos los rendimientos mencionados anteriormente:

Ecuación 9.19 Rendimiento total de la bomba

$$\eta_T = \eta_h * \eta_v * \eta_o * \eta_{motor}$$

9.7. Punto de funcionamiento de la instalación

Dada una instalación, calcularemos la pérdida de carga a vencer por la bomba para la situación de caudal nominal. Se trata de la suma de pérdidas de carga del tramo de tuberías más desfavorable, incluyendo accesorios. Además, se deberá tener presente

la pérdida de carga en intercambiadores de calor, así como en los equipos generadores y terminales.

En circuitos de recirculación cerrados la energía mecánica proporcionada por la bomba se destina únicamente a vencer las pérdidas,

$$H_B = H_L$$

onde H_L son las pérdidas en el circuito cerrado de recirculación. Las pérdidas en el circuito vienen dadas por la suma de las pérdidas por fricción en los tubos, pérdidas en accesorios y pérdidas en equipos como intercambiadores de calor o baterías, tal como se ha mencionado anteriormente en el apartado 9.5.2 *Flujo real en conductos*.

Se trata de una ecuación que es función del cuadrado del caudal y que pasa por el origen. En la práctica no se suele calcular directamente la curva sino que se calcula el punto de funcionamiento de la instalación, es decir, la pérdida de carga que se produce en la instalación hidráulica cuando por ella está circulando el caudal nominal.

Una vez calculado el punto de funcionamiento deseado o nominal (Q^*_1, H^*_1), el trazado de la curva resistente es directo: la pérdida de carga es proporcional al caudal al cuadrado.

$$H_L \propto Q^2$$

La determinación del punto de funcionamiento de una instalación de bombeo se realiza por la intersección de la curva característica de la bomba H_B con la de la instalación H_i . Ambas curvas son función del caudal: la curva de la bomba tiene forma descendente mientras que en circuitos cerrados la curva de la instalación es una función cuadrática que parte desde el origen. El punto de funcionamiento se puede determinar haciendo la intersección de las mismas mediante un método gráfico o analíticamente igualando las ecuaciones.

La intersección de las curvas nos dará el punto de funcionamiento de la instalación. Debe asegurarse:

- Que la bomba proporcione el caudal deseado, esto es, que se sitúe lo más próximo al punto nominal de la instalación (Q^*_i, H^*_i).

Que se sitúe lo más próximo al punto de rendimiento máximo de la bomba, esto es, su punto nominal (Q^*_B, H^*_B).

En la práctica, el punto de funcionamiento real de la instalación no coincidirá ni con el punto nominal de la bomba (Q^*_B, H^*_B) ni con el punto de funcionamiento no-nominal de la instalación (Q^*_i, H^*_i).

El punto de funcionamiento de la bomba debe estar lo más próximo posible al punto nominal de la misma. En general, siempre será preferible escoger la bomba para un caudal inferior al nominal ya que lo habitual es sobreestimar las pérdidas de carga del circuito.

En lo referente a los rangos de trabajo para las bombas, conviene distinguir entre los distintos rangos a los que puede y no puede trabajar la bomba:

- Rango admisible: caudal entre el 20% y el 150% del nominal. A bajos caudales ($Q < 0,2Q^*$) la mayoría de la energía de la bomba se destina a pérdidas por choques en el rodete; el rendimiento de la bomba es muy bajo. A caudales

elevados ($Q > 1,50Q^*$) el rendimiento de la bomba es también reducido, aunque el problema principal suele ser que aparece cavitación en el rodete de la bomba. Las bombas no deben trabajar nunca con poca resistencia hidráulica ya que trabajarán con un alto caudal y tendrán peligro de cavitación y deteriorarse.

- Rango adecuado: caudal entre el 66% y el 115% del nominal. En esta región la bomba funcionará adecuadamente y con un rendimiento adecuado.
- Rango óptimo: caudal entre el 85% y el 105% del nominal. En esta región el rendimiento es similar al rendimiento máximo de la bomba. Es preferible seleccionar la bomba con un caudal inferior al nominal, ya que por lo general se sobreestiman las pérdidas de carga. De esta forma, al ponerse en marcha la bomba, ésta trabajará en un punto de funcionamiento próximo al óptimo.

Por otro lado, se debe analizar las consecuencias de que el caudal de la instalación sea distinto al punto de funcionamiento nominal:

- Caudal inferior al nominal: cuando el caudal que circula por un elemento terminal es inferior al nominal, el salto de temperaturas del fluido será superior. La potencia suministrada será asimismo inferior.

Si el caudal que circula por una caldera o por el evaporador de una máquina frigorífica es inferior al nominal, el salto de temperaturas del fluido será superior. La potencia suministrada será prácticamente la misma, existiendo un caudal de circulación mínimo, por debajo del cual se producirá la parada de seguridad del equipo.

- Caudal superior al nominal: cuando el caudal que circula por un elemento terminal es superior al nominal, el salto de temperaturas del fluido será inferior. El elemento estará a mayor temperatura media e intercambiará más calor. El fluido circulará a mayor velocidad por los tubos y por los elementos terminales, produciéndose mayor pérdida de carga. Deberá verificarse que la velocidad es inferior a la máxima recomendada para evitar ruidos y desgaste de la instalación.

Si el caudal que circula por una caldera o por el evaporador de una máquina frigorífica es superior al nominal, el salto de temperaturas del fluido será inferior. La potencia suministrada será prácticamente la misma, pero la pérdida de carga será superior.

9.7.1. Punto de funcionamiento del Sistema Taller-Despachos

Los cálculos para la red de agua del Sistema Taller-Despachos se recogen de forma detallada en el ANEXO. CÁLCULOS DE AGUA Y FAN COILS y en el ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

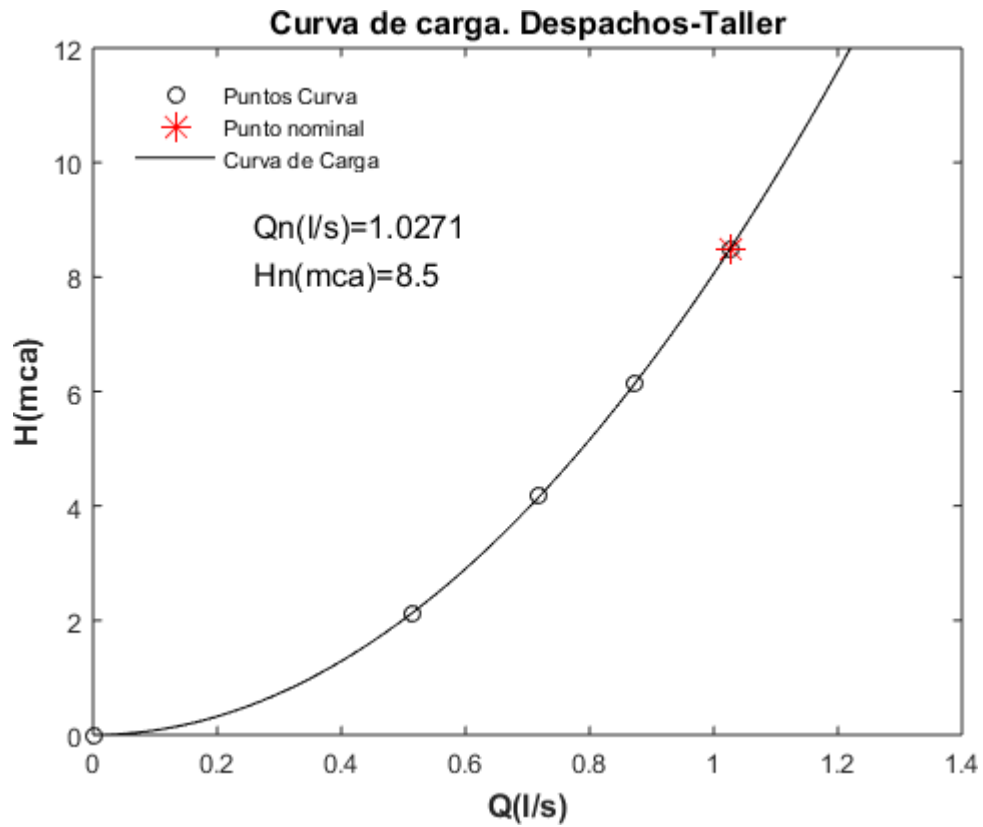
- **Punto de funcionamiento nominal de la red (Q^*,H^*):**

Tabla 9.1 Punto de funcionamiento de la red del Sistema Taller-Despachos

Punto de funcionamiento	
Caudal (l/s)	Altura(m.c.a)
1,027	8,5

- **Curva de carga de la red (Q^*,H^*):**

Ilustración 9.4 Curva de carga de la red Despachos-Taller



9.7.2. Punto de funcionamiento del Sistema Cafeteria-Comedor

Los cálculos para la red de agua del Sistema Cafeteria-Comedor se recogen de forma detallada en el ANEXO. CÁLCULOS DE AGUA Y FAN COILS y en el ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

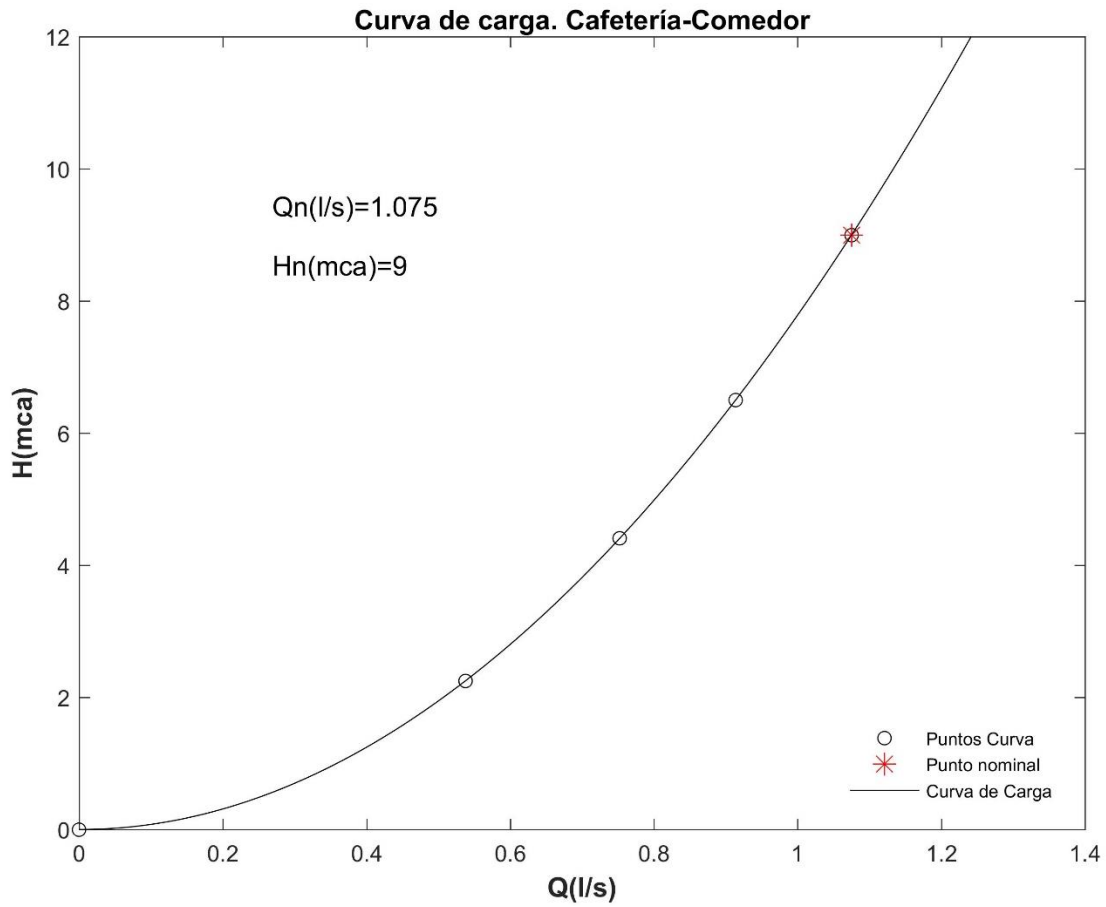
- **Punto de funcionamiento nominal de la red (Q^*_i, H^*_i):**

Tabla 9.2 Punto de funcionamiento de la red del Sistema Cafeteria-Comedor

Punto de funcionamiento	
Caudal (l/s)	Altura(m.c.a)
1,075	9

- **Curva de carga de la red (Q^*,H^*):**

Ilustración 9.5 Curva de carga de la red Cafetería-Comedor



9.7.3. Punto de funcionamiento del Sistema Cocina

Los cálculos para la red de agua del Sistema Cocina se recogen de forma detallada en el ANEXO. CÁLCULOS DE AGUA Y FAN COILS y en el ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB.

Los datos del punto de funcionamiento y curva de carga para el tramo más desfavorable en su funcionamiento nominal, se recogen a continuación:

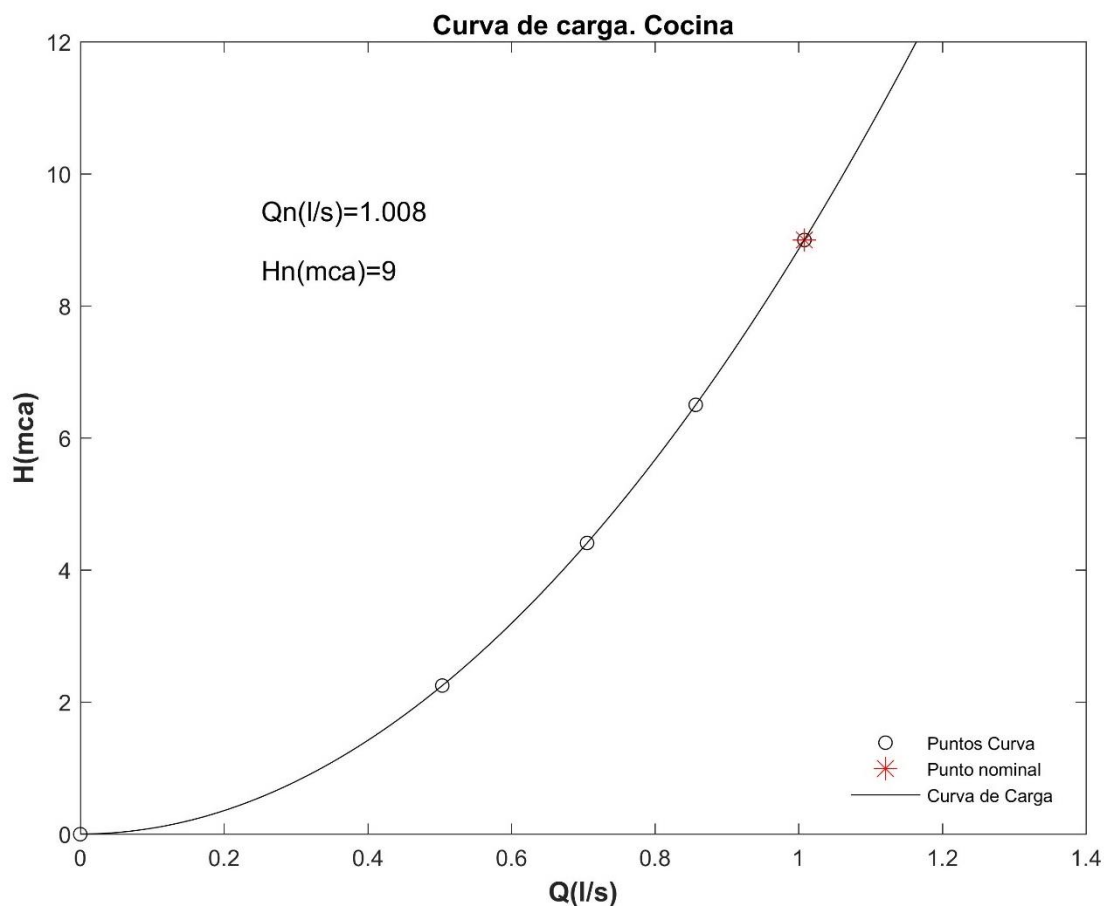
- **Punto de funcionamiento nominal de la red (Q^*,H^*):**

Tabla 9.3 Punto de funcionamiento de la red del Sistema Taller-Despachos

Punto de funcionamiento	
Caudal (l/s)	Altura(m.c.a)
1,008	9

- **Curva de carga de la red (Q^*,H^*):**

Ilustración 9.6 Curva de carga de la red Cocina



9.8. Selección de bombas de agua

9.8.1. Selección de bomba de la red del Sistema Despachos-Taller

Para la selección de la bomba para la red de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 9.3 *Criterios para la selección de bombas* y 9.7 *Punto de funcionamiento de la instalación*.

La bomba elegida será de la marca WILLO, para circuitos de agua en climatización. De entre sus características generales, pueden trabajar en modo de funcionamiento tanto de volumen como de presión constante, y posee un rango de temperatura admisible del fluido de los +2 a +100°C.

Atendiendo a lo mencionado anteriormente, para este sistema se preseleccionará una bomba modelo YONOS-MAXO 25-7

Los datos de bomba son los siguientes:

Tabla 9.4 Características técnicas del ventilador WILO YONOS-MAXO 25-7

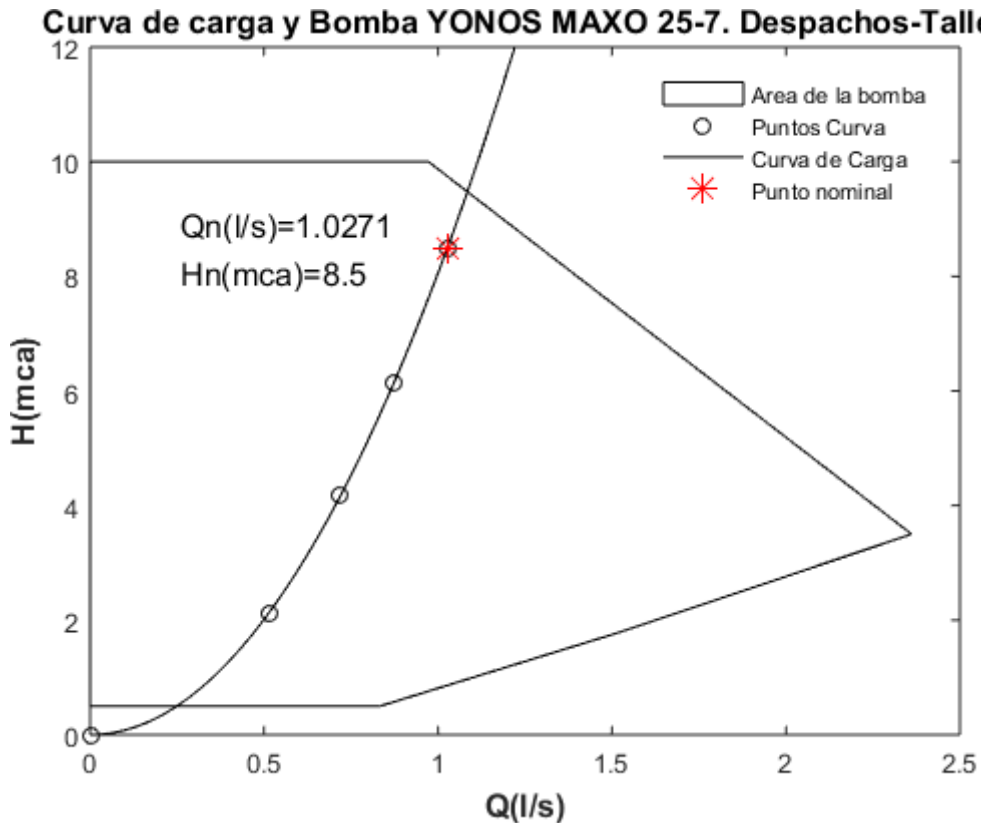
WILO YONOS-MAXO 25-7	
Funcionamiento	Δp y Δv
H_{max} (m)	16
Caudal máximo (m³/h)	55
Tensión	58

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^{*}, H_v^{*}):

Para el modelo de bomba escogido, deberemos asegurarnos de que el punto nominal de carga de la red está dentro del área de trabajo que permite el control de la bomba. De forma idónea, el punto quedará lo más cerca posible de la curva límite en su régimen de giro nominal.

El gráfico con la curva de carga del sistema, y área de trabajo de la bomba se hallan detalladamente en el *ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB* y se muestran a continuación:

Ilustración 9.7 Curva de Carga y Área de la bomba del Sistema Despachos-Taller



9.8.2. Selección de bomba de la red del Sistema Cafetería-Comedor

Para la selección de la bomba para la red de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 9.3 *Criterios para la selección de bombas* y 9.7 *Punto de funcionamiento de la instalación*.

La bomba elegida será de la marca WILO, para circuitos de agua en climatización. De entre sus características generales, pueden trabajar en modo de funcionamiento tanto de volumen como de presión constante, y posee un rango de temperatura admisible del fluido de los $+2$ a $+100^{\circ}\text{C}$.

Atendiendo a lo mencionado anteriormente, para este sistema se preseleccionará una bomba modelo YONOS-MAXO 25-10

Los datos de bomba son los siguientes:

Tabla 9.5 Características técnicas del ventilador WILO YONOS-MAXO 25-10

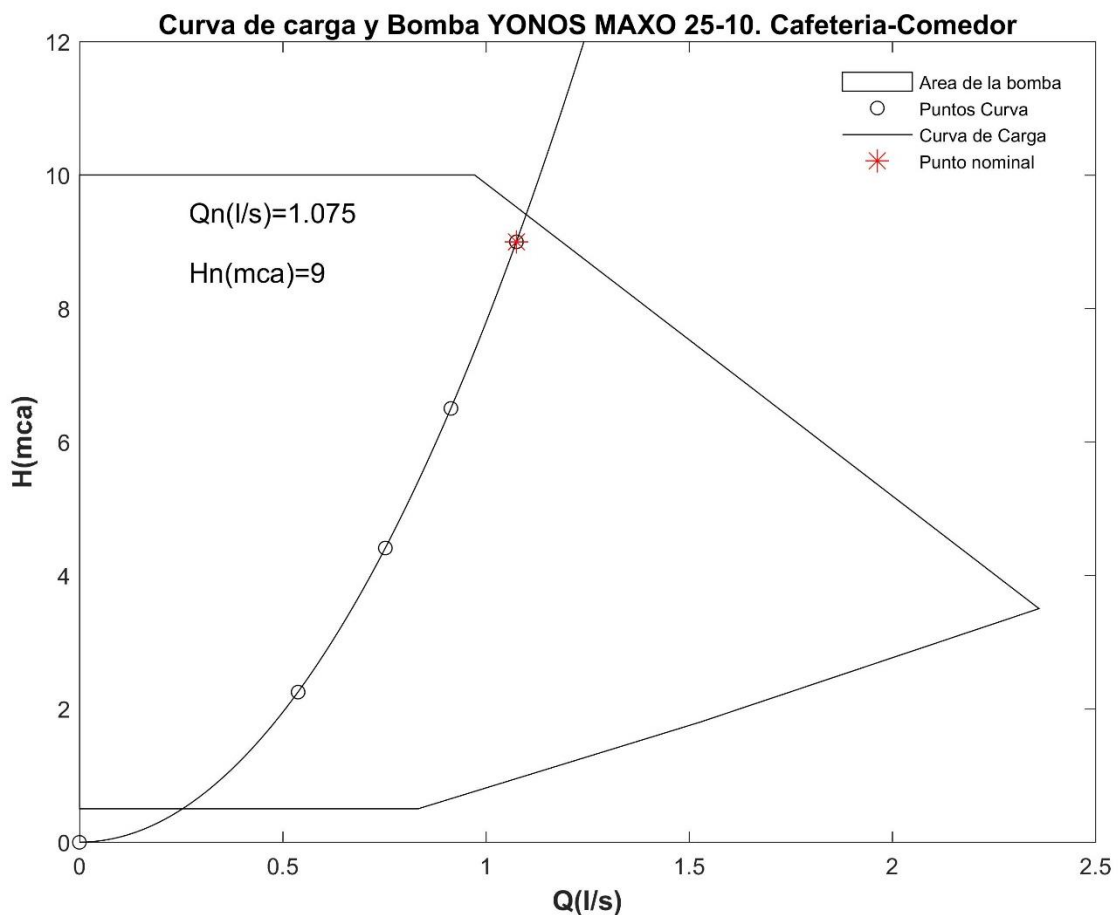
WILO YONOS-MAXO 25-10	
Funcionamiento	Δp y Δv
H_{max} (m)	16
Caudal máximo (m ³ /h)	55
Tensión	58

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , H_v^*):

Para el modelo de bomba escogido, deberemos asegurarnos de que el punto nominal de carga de la red está dentro del área de trabajo que permite el control de la bomba. De forma idónea, el punto quedará lo más cerca posible de la curva límite en su régimen de giro nominal.

El gráfico con la curva de carga del sistema, y área de trabajo de la bomba se hallan detalladamente en el ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB y se muestran a continuación:

Ilustración 9.8 Curva de Carga y Área de la bomba del Sistema Cafetería-Comedor



9.8.3. Selección de bomba de la red del Sistema Cocina

Para la selección de la bomba para la red de este sistema, se hará de acuerdo a lo recogido en el apartado 9.3 *Criterios para la selección de bombas* y 9.7 *Punto de funcionamiento de la instalación*.

La bomba elegida será de la marca WILO, para circuitos de agua en climatización. De entre sus características generales, pueden trabajar en modo de funcionamiento tanto de volumen como de presión constante, y posee un rango de temperatura admisible del fluido de los +2 a +100°C.

Atendiendo a lo mencionado anteriormente, para este sistema se preseleccionará una bomba modelo YONOS-MAXO 25-10

Los datos de bomba son los siguientes:

Tabla 9.6 Características técnicas del ventilador WILO YONOS-MAXO 25-10

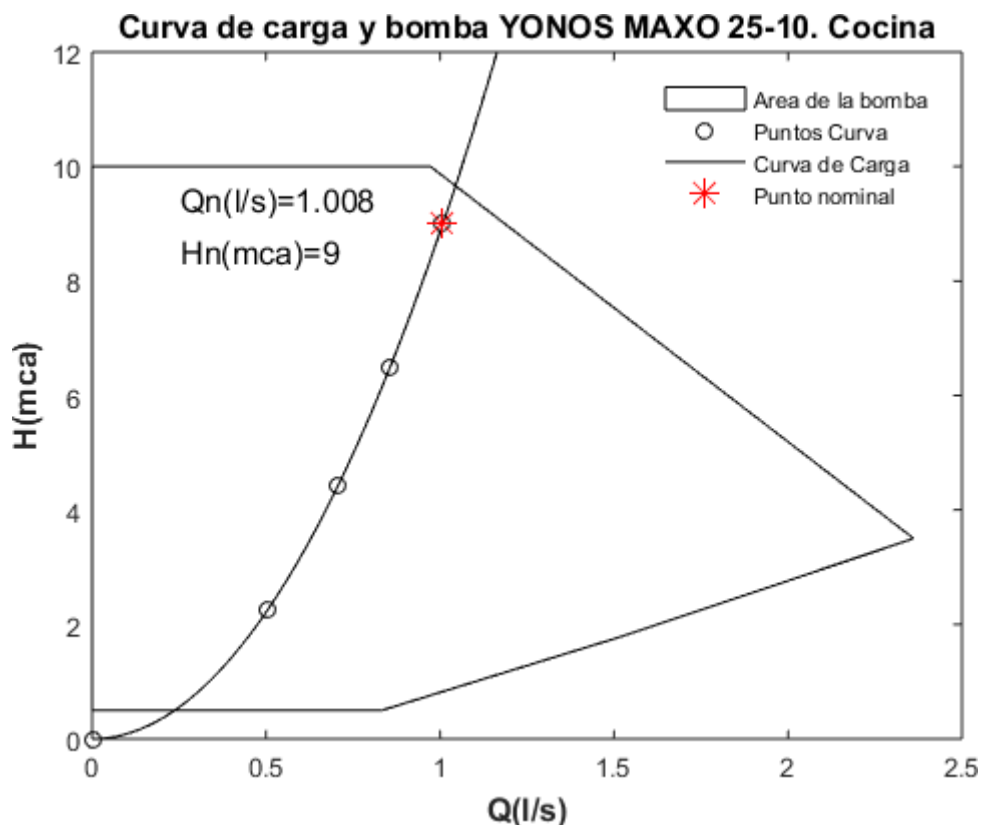
WILO YONOS-MAXO 25-10	
Funcionamiento	Δp y Δv
H_{\max} (m)	16
Caudal máximo (m ³ /h)	55
Tensión	58

Punto de funcionamiento real de la impulsión (Q_v^* , H_v^*):

Para el modelo de bomba escogido, deberemos asegurarnos de que el punto nominal de carga de la red está dentro del área de trabajo que permite el control de la bomba. De forma idónea, el punto quedará lo más cerca posible de la curva límite en su régimen de giro nominal.

El gráfico con la curva de carga del sistema, y área de trabajo de la bomba se hallan detalladamente en el ANEXO. *CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB* y se muestran a continuación:

Ilustración 9.9 Curva de Carga y Área de la bomba del Sistema Cocina



9.9. Regulación del punto de funcionamiento y equilibrado hidráulico

Dentro de los modos de regulación del punto de funcionamiento, podemos distinguir entre tres métodos distintos:

- Regulación por estrangulamiento con válvula en serie: Modificando la abertura de la válvula a la salida de la bomba se introduce una pérdida localizada que varía la función $H_i(Q)$ de la instalación, desplazando el punto de intersección con la curva característica de la bomba.
- Regulación por válvula en by-pass: Se trata de una regulación simple mediante válvula instalada en derivación. De este modo, una parte del caudal bombeado retorna al depósito sin recorrer el circuito.
- Regulación por variación del régimen de giro: Al cambiar el régimen de giro de la bomba se modifica la curva característica, y naturalmente el punto de funcionamiento.

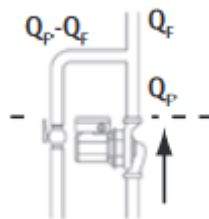
Para la solución encontrada de caudal y altura manométrica del conjunto bomba-instalación se precisa de una regulación de regulación, esto es, de una intervención externa en sus condiciones para ajustar el caudal al valor deseado, acorde a la demanda térmica puntual en cada recinto.

Para ello, pueden realizarse dos tipos de regulaciones:

- Regulación a caudal constante: consiste en mantener constante el mismo punto de funcionamiento, de presión y de caudal. Para realizar la regulación de potencia en las unidades térmicas terminales, se emplea un sistema de by-pass acorde al primero de los tres métodos mencionados anteriormente.

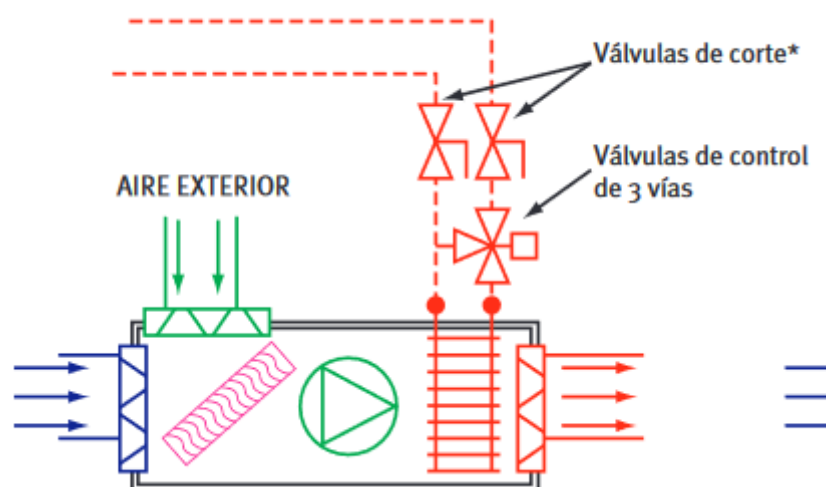
La válvula de by-pass puede, conectarse en serie de la bomba (para instalaciones pequeñas), manteniendo así un punto de funcionamiento constante al derivar una parte del caudal de refrigerante de nuevo a la bomba. Sin embargo, se trata de un sistema de regulación muy pobre, que además de poca eficiencia energética, carece de capacidad de regulación para sistemas multizona (como es el caso del sistema Despachos-Comedor).

Ilustración 9.10 Regulación a caudal constante con by-pass en serie con la bomba.



Como alternativa, puede conectarse una válvula de 3-vías, en cada una de aquellas unidades terminales en la cual quiera llevarse a cabo la regulación. De esta manera, se consigue no solo una regulación aceptable, aislando incluso aquellas unidades que están apagadas, sino que se consigue la flexibilidad buscada para los sistema multizona.

Ilustración 9.11 Regulación a caudal constante con by-pass con válvula de 3 vías en la unidad terminal



- Regulación a caudal variable: se trata del método alternativo al caudal constante. Consiste en modificar la curva de carga para así variar el caudal de refrigerante (agua) que circula por el circuito, modificando el aporte de calor que aporta cada una de las unidades terminales.

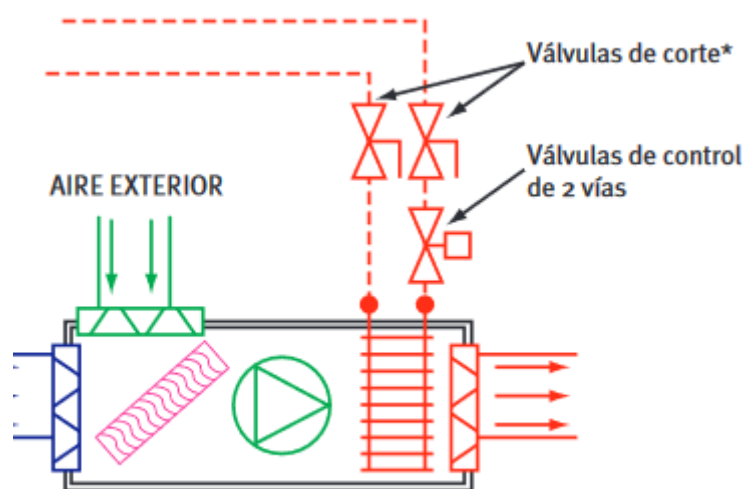
Una primera forma de llevar a cabo esta regulación es disponer de una válvula de estrangulamiento en serie con la bomba, accionada electrónicamente (válvula K-Flow motorizada) que modifique la curva de carga para llevar al sistema y a la bomba a un punto de menos caudal. Sin embargo, este no es el sistema recomendado por IDAE debido a su muy baja eficiencia. Emplearlo no sólo aumenta las pérdidas del sistema con el objetivo de variar el caudal, sino que al sacar a la bomba de su punto de trabajo nominal, se produce una disminución de la potencia de la bomba, que aumentará su consumo eléctrico para producir la misma potencia mecánica. Luego se trata de un sistema ineficiente de dos maneras. Además, tampoco permite la regulación para sistemas multizona.

Para este caso, IDAE recomienda emplear circuitos a caudal variable con fancoils regulados con válvulas de 2 vías y bombas con variador de frecuencia actuando conjuntamente con ellas. Las válvulas de 2-vías, actúan también en este caso como una K-Flow motorizada, pero al actuar directamente en la unidad terminal, permite no solo realizar un ajuste mucho más preciso del caudal necesario (reduciendo las pérdidas secundarias), y también un control multizona; sino que actuando conjuntamente con el variador de frecuencia, permite desplazar la curva de la bomba, de manera modificar el caudal.

Con este sistema, no sólo se consigue modificar sin necesidad de aumentar la presión que aumenta la bomba, sino que esto se hace reduciendo la frecuencia de giro, de manera que para una presión constante, se traduce en una potencia eléctrica consumida menor (para una misma altura). Además, al tratarse todas las curvas a distinta frecuencia, equipotenciales, se trabaja siempre en el punto de máxima eficiencia de la bomba para todos los regímenes de funcionamiento, por lo que se trata de un sistema ventajoso por partida doble.

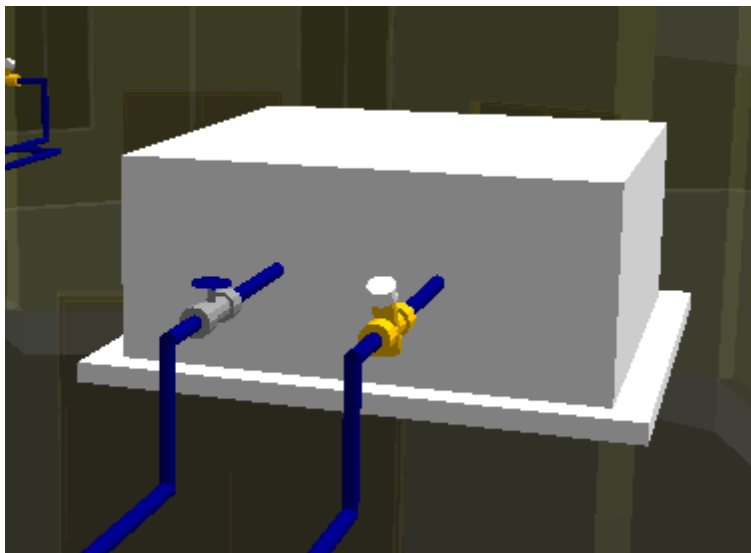
Al sistema anterior, puede añadirse una válvula K-Flow motorizada, de manera que el caudal que le corresponde a cada unidad terminal quede del todo ajustado al utilizarse éste como consigna y forzando a la unidad a trabajar en ese punto de caudal.

Ilustración 9.12 Regulación a caudal variable con válvula de regulación de 2 vías en la unidad terminal



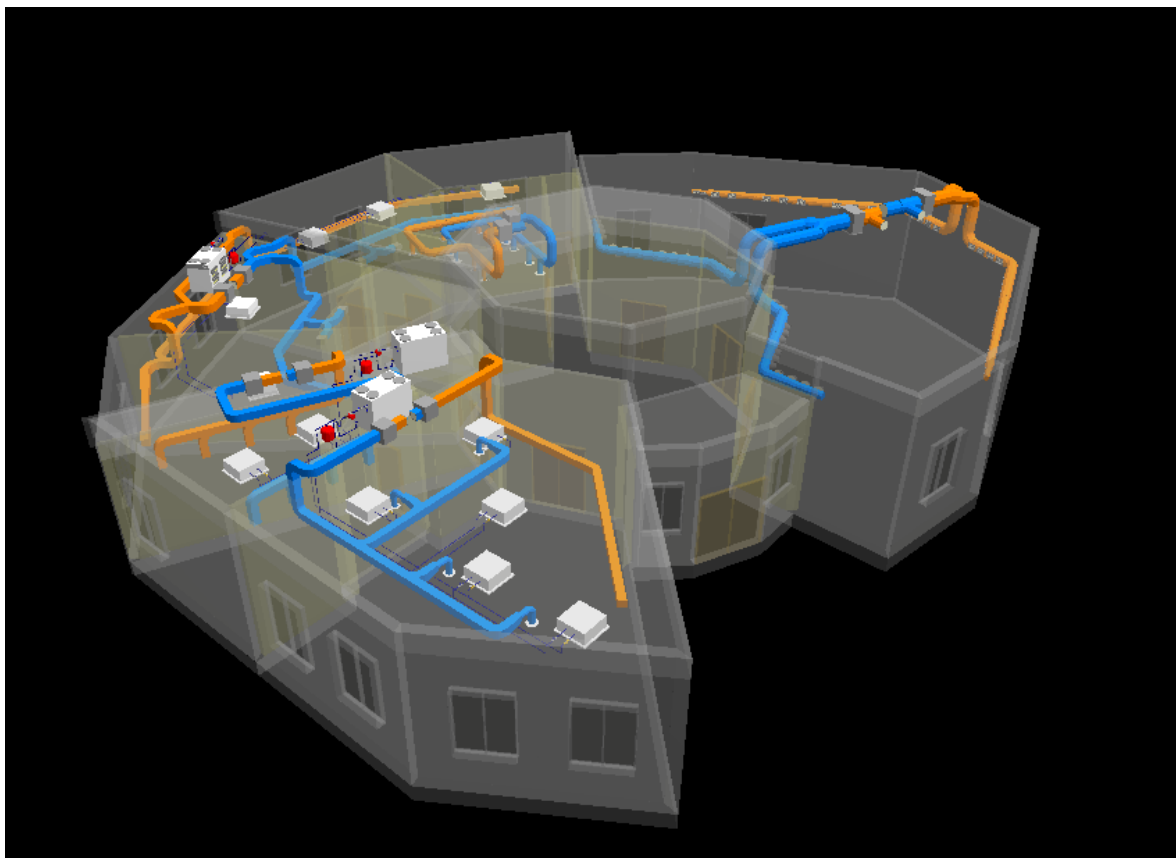
No obstante, y aludiendo a los argumentos expuestos anteriormente, se recurrirá al empleo de un sistema de regulación a caudal variable con válvulas de dos vías en cada unidad terminal, actuando conjuntamente con un variador de frecuencia y válvulas K-Flows motorizadas para cada unidad terminal, en todos y cada uno de los distintos sistemas del edificio.

Ilustración 9.13 Válvula de regulación de 2 vías + válvula K-Flow motorizada de consigna variable accionada por motor eléctrico.



10. DISEÑO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Ilustración 10.1 Sistema de Climatización



10.1. Consideraciones previas al diseño de los sistemas de climatización

Previamente a la descripción del sistema de climatización, su función, componentes generales y equipos, así como las distintas formas existentes para clasificar los mismos.

En lo referente a qué es un sistema de climatización, nos referiremos a él como al conjunto de elementos cuyo objetivo será garantizar unas condiciones interiores de temperatura y humedad confortables para los usuarios. El sistema, deberá también cumplir otras restricciones relacionadas con los niveles de ruido, velocidad del aire en el local, calidad del aire, seguridad, etc.

Un sistema de climatización siempre llevará asociado lo que es, un equipo o unidad/es (productor de frío, calor, o ambos) conectadas a una serie de unidades interiores encargadas de introducir o extraer el calor de las estancias interiores. La conexión entre las unidades exteriores e interiores se llevará a cabo a través de unos conductores de conexión, a través de los cuales circulará refrigerante, agua, o aire climatizado.

Un sistema de climatización, aportará por tanto:

- Frío.
- Calor.

- Ventilación.

Primero, clasificaremos los distintos sistemas de climatización para acotar las distintas tipologías entre las cuales elegiremos para nuestro proyecto.

Para la clasificación de los sistemas de climatización, se utilizan diversos criterios, los cuales introduciremos brevemente a continuación:

- a) Según la existencia o no de fluido intermedio entre la producción de frío (o calor) y el aire del local interior. Atendiendo a este aspecto, tendríamos los sistemas de **expansión directa**, o los sistemas de **fluido intermedio** (normalmente agua). Desde este punto de vista, podemos distinguir entre sistemas aire-aire, agua-aire y aire-agua.
- b) Sistemas **unitarios** o **centralizados**. En el primer caso, distintas zonas o locales son atendidas por sistemas individuales o únicos para cada uno. En el segundo caso, varios locales o zonas estarán centralizadas en un mismo sistema de climatización o equipo de climatización común, distribuyendo el calor a través de una red de transporte de fluidos.
- c) Sistemas de caudal **variable** o **constante**. En general. La manera de adecuar la energía aportada por el sistema a la demanda, puede ser o bien mediante la variación del caudal impulsado a través de la red de distribución, o bien a través de la variación de la temperatura de impulsión (o bien una combinación de ambos).
- d) De conducto **simple** o conducto **dual**. Bajo algunas condiciones recogidas en el RITE, puede utilizarse mezcla de corrientes a temperatura inferior y superior a las del espacio a acondicionar.
- e) En los sistemas de refrigeración, el sistema de condensación determina que se trate de sistemas **condensados por aire o por agua**. La condensación por agua otorga mayores valores de eficiencia, pero requiere de torres de refrigeración, o condensadores evaporativos. Los sistemas por aire son los más habituales, y los que utilizaremos en el presente proyecto.

10.2. Generalidades sobre el diseño del sistema de climatización

En lo referente al diseño del sistema de climatización, se diseñará acorde a las condiciones impuestas por el *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios* [10], y a lo recogido en el apartado 5 *JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN LOS EDIFICIOS. REAL DECRETO 1027/2007*.

En el presente edificio se utilizan cinco sistemas de climatización distintos para cada una de las zonas establecidas en el apartado 4.5 *Zonificación del edificio*, y conforme a los criterios recogidos en el mismo.

Para cada uno de los sistemas, se especificarán las unidades exteriores, las unidades interiores, la selección de máquinas de ventilación, conductos, tuberías de distribución de refrigerantes, rejillas de impulsión y retorno y sistemas de control.

La descripción de cada uno de los sistemas se recoge en los apartados siguientes.

10.3. Sistema Cafetería-Comedor

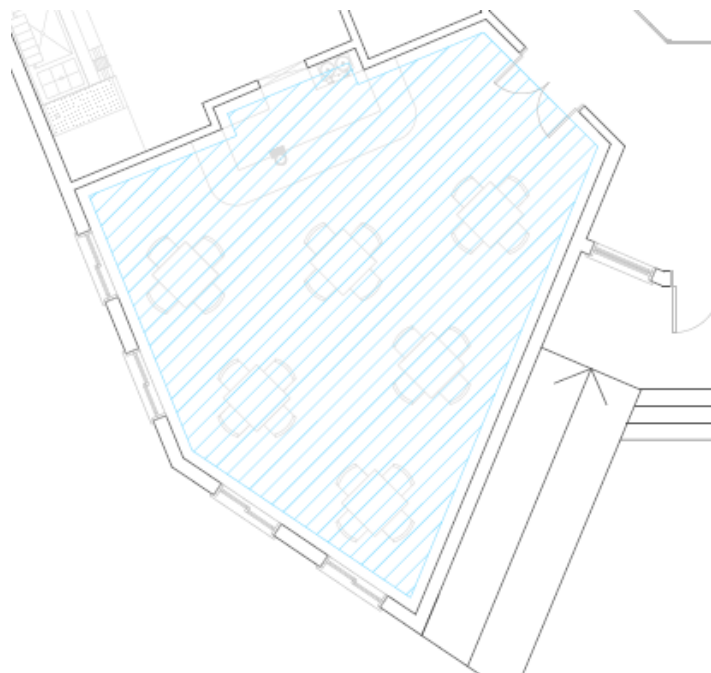
El Sistema Cafetería-Comedor será el correspondiente a la *Zona Cafetería-Comedor* recogida en el apartado 4.5 *Zonificación del edificio*.

En lo referente al presente sistema, se describe en los apartados siguientes.

10.3.1. Descripción del Sistema Cafetería-Comedor

Para el *Sistema Cafetería-Comedor* se empleará un sistema mixto independiente aire-agua reversible (aeroterminia) con recuperador de calor y recirculación de aire en la extracción, que se encargará de la climatización de los locales presentes en la *Zona Cafetería-Comedor*. Como se puede observar, dicho sistema será exclusivo para el tratamiento de un solo local, en este caso, el local *Cafetería-Comedor*.

Ilustración 10.2 Zona del Sistema Cafetería-Comedor



Para el presente sistema, éste será de tipo mixto, y constará internamente de dos subsistemas. Uno se encargará de la ventilación, y el tratamiento y aclimatamiento del aire exterior de ventilación. Un segundo subsistema constará de unidades terminales que se encargarán de vencer el resto de cargas térmicas presentes en las estancias interiores.

En lo referente al subsistema de ventilación, éste constará de una UTA (unidad de tratamiento de aire) denominada *UTA-Despachos Taller*, encargada de filtrar e introducir

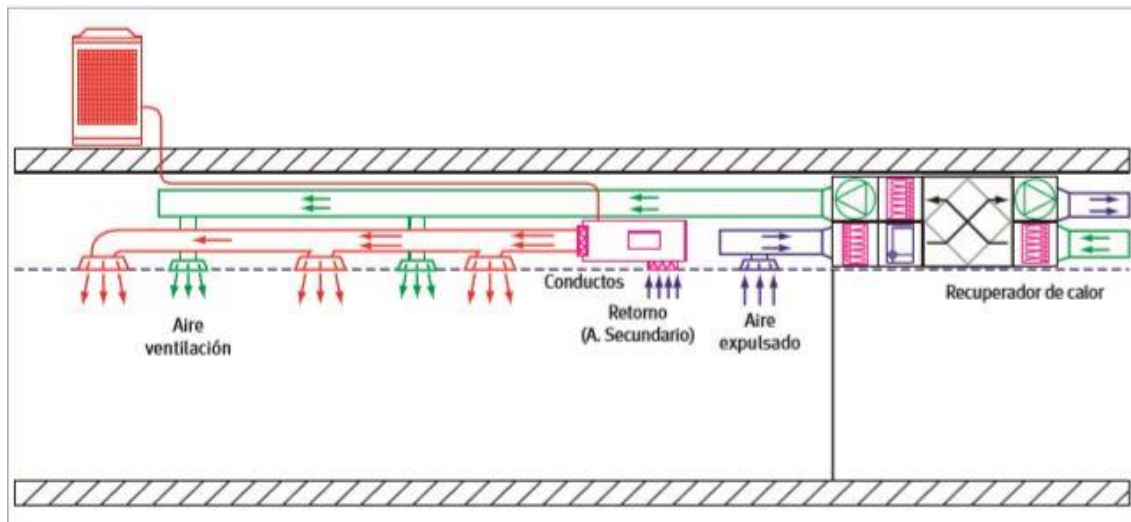
el aire a los locales a través de una red de conductos hasta los difusores terminales. El aire será tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor y mediante un recuperador de calor, los cuales permitirán no solo recuperar el calor del aire de extracción para atemperar el aire de impulsión, sino para satisfacer las cargas térmicas por ventilación.

En lo referente a la extracción de aire, se realizará por medio de conductos independientes, con un ventilador situado al final de la unidad de intercambio de calor para favorecer así la recuperación de calor y atemperamiento del aire de impulsión a los locales.

En cuanto al subsistema de unidades interiores, denominado *S_Bomba de Calor_Despachos-Taller*, se tratará de unidades terminales de agua (fan coils) en unidades de tipo techo, los cuales no contarán con conexión para aire exterior, y solamente tratarán el aire secundario del local recirculándolo. Los fan-coils estarán conectados mediante un sistema hidráulico de agua a la enfriadora situada en el exterior. Al contarse con un sistema de pretratamiento térmico del aire, las unidades interiores se dimensionarán para ser capaces de tratar las cargas térmicas en su totalidad a excepción de las producidas por la ventilación, las cuales corren a cargo del sistema de tratamiento de aire. No obstante, se admite un cierto margen de seguridad y que las unidades interiores sean capaces de cubrir también un porcentaje de las cargas térmicas producidas por ventilación.

El esquema, sería como el recogido a continuación:

Ilustración 10.3 Esquema del sistema Cafetería-Comedor [13]



Y en el modelo 3D del edificio:

Ilustración 10.4 Vista en planta del modelo 3D del Sistema Cafetería-Comedor

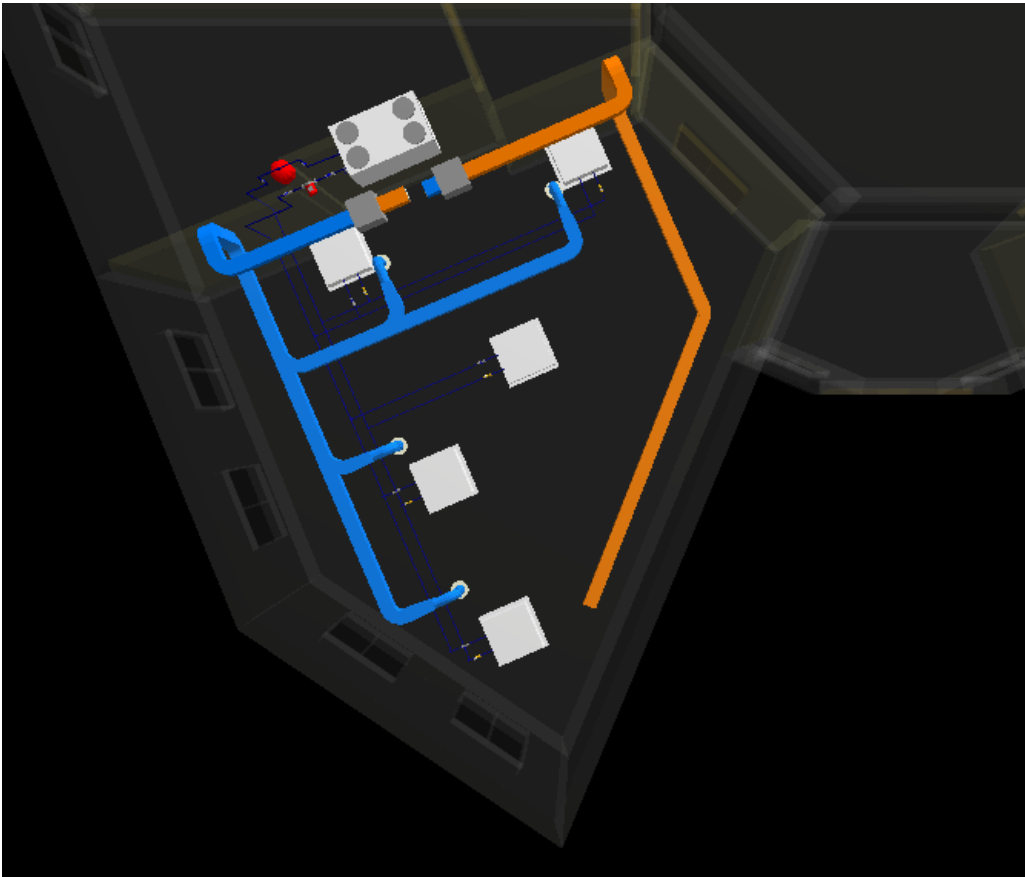


Ilustración 10.5 Detalle de las Unidades Primarias del Sistema Cafetería-Comedor

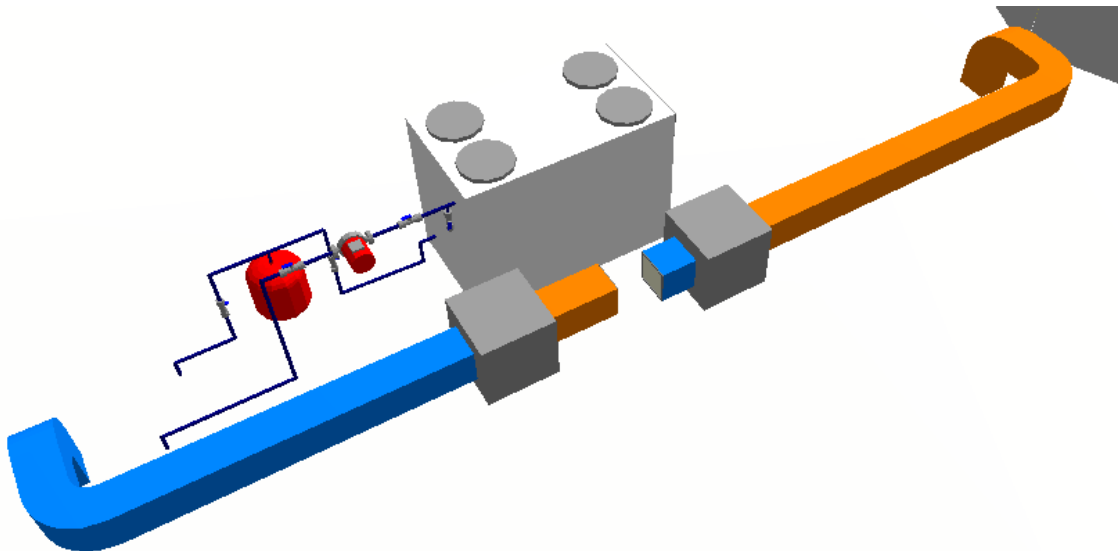
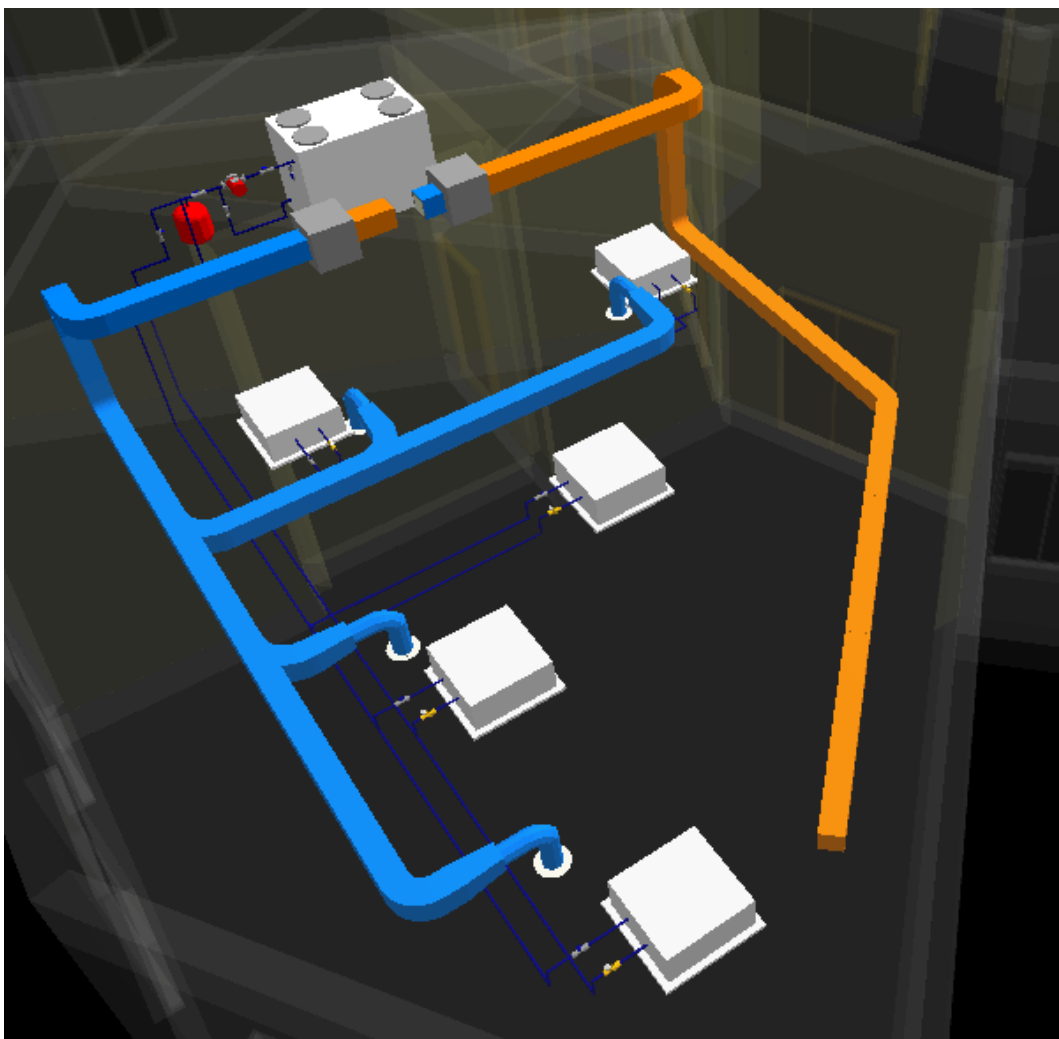


Ilustración 10.6 Vista en axonométrica del Sistema Cafetería-Comedor

10.3.2. Selección de unidades de ventilación del sistema Cafetería-Comedor

Unidades exteriores:

- Intercambiador de calor:
 - Marca: SODECA.
 - Modelo: RIS-1200-EKO-W.
 - Potencia: 2x0.42 KW
 - Caudal: 1350 m³/h
 - Unidades: 1.
- Unidad de filtración de aire.

- Marca: SODECA
- Modelo: UDT-12/12
- Tipos de filtro: F6+F8.
- Unidades 1.

- UTA-Cafetería-Comedor:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: BSW
 - Modelo: BSW20
 - Potencia: 7046 W
 - Caudal máximo de aire: 1423 m³/h
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Difusor de impulsión:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Circular de conos regulables.
 - Dimensiones: 200 mm + C.Regulación
 - Unidades: 4.

- Rejillas de extracción:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Simple Deflexión Hor.
 - Dimensiones: 300x150
 - Unidades: 5.

10.3.3. Selección de unidades de Bomba de Calor

Unidades exteriores:

- S-Bomba de Calor-Cafetería Comedor:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: EWXBZ
 - Modelo: 1602
 - Potencia: 40.4 KW
 - EER: 2.48
 - COP: 2.69
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Fancoils:
 - Marca: HITECSA
 - Tipo: Cassette 2T
 - Serie: FKW
 - Modelo: FKW24N
 - Potencia: 4490W
 - Unidades: 5.

10.4. Sistema Cocina

El Sistema Cocina será el correspondiente a la *Zona Cocina* recogida en el apartado 4.5 *Zonificación del edificio*.

En lo referente al presente sistema, se describe en los apartados siguientes.

10.4.1. Descripción del Sistema Cocina

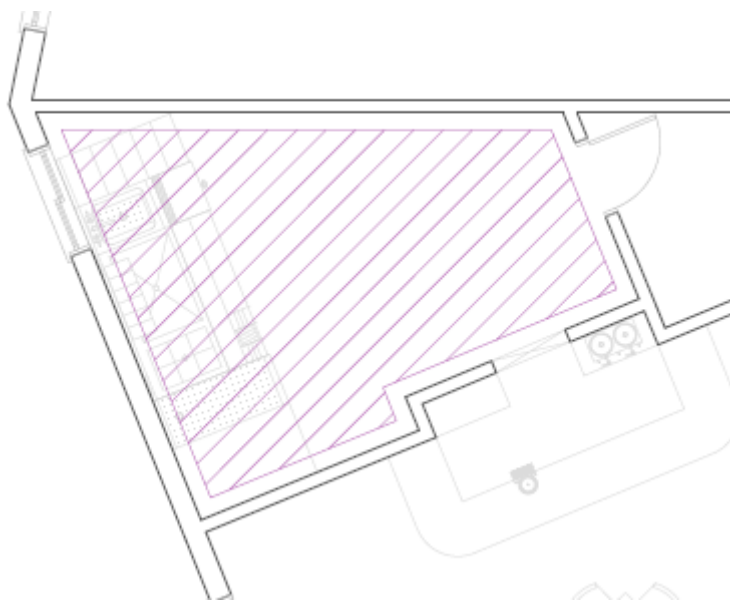
Para el *Sistema Cocina*, se han de tener en cuenta una serie de consideraciones específicas dentro de la zona. Al tratarse de una cocina, se debe aplicar la normativa europea en lo referente a cocinas industriales, tal y como se recoge en el apartado *ANEXO. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN DE LA COCINA*

En la cocina, se buscará un diseño que garantice por un lado unos requisitos de ventilación permanentes, un sistema de extracción se encuentre en continuo funcionamiento al margen de los requisitos de temperatura y humedad, requisitos específicos de presión del recinto (depresión con respecto del resto de locales).

Estos requisitos en el párrafo anterior, convierten a los sistemas mixtos independientes como los más adecuados para garantizar unas condiciones óptimas tanto de renovación de aire, temperatura, y humedad.

Atendiendo a los criterios anteriormente mencionados, se empleará un sistema mixto independiente aire-agua reversible (aeroterminia) con recuperador de calor en la extracción, que se encargará de la climatización de la Cocina. Como se puede observar, dicho sistema será exclusivo para el tratamiento de un solo local, como es en este caso.

Ilustración 10.7 Zona del Sistema Cocina



Para el presente sistema, éste será de tipo mixto, y constará internamente de dos subsistemas. Uno se encargará de la ventilación, y el tratamiento y aclimatamiento del aire exterior de ventilación. Un segundo subsistema constará de unidades terminales que se encargarán de vencer el resto de cargas térmicas presentes en las estancias interiores.

En lo referente al subsistema de ventilación, denominado *UTA_Sistema_Cocina* se hará atendiendo a dos criterios independientes: uno, a los contaminantes producidos por las personas, y otro para lo referente a tratarse de una cocina industrial. En lo referente a personas, éste constará de una UTA (unidad de tratamiento de aire), encargada de filtrar e introducir el aire a los locales a través de una red de conductos hasta los difusores terminales. El aire será tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor y mediante un recuperador de calor, los cuales permitirán no solo recuperar el calor del

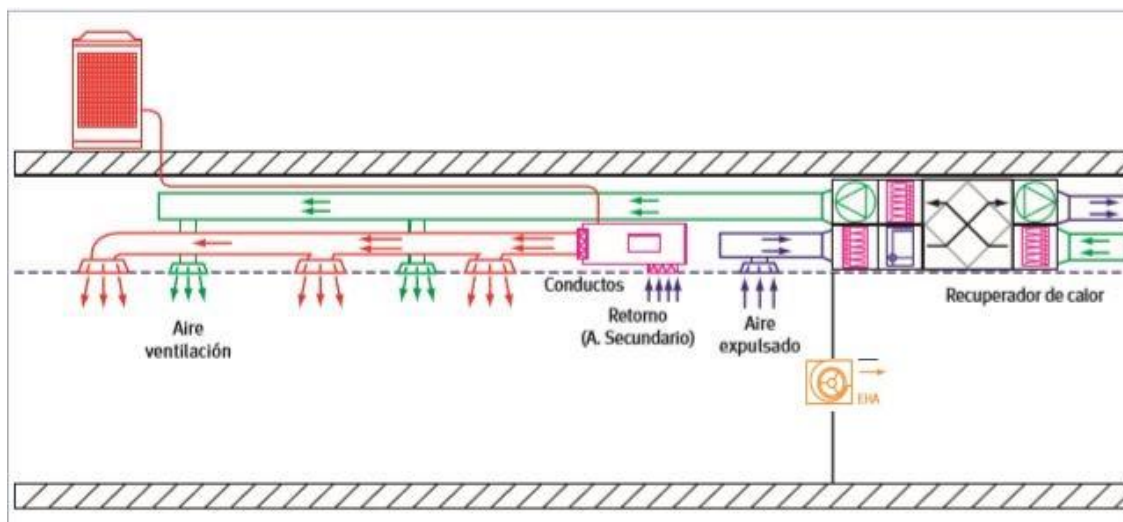
aire de extracción para atemperar el aire de impulsión, sino para satisfacer las cargas térmicas por ventilación.

En lo referente a la extracción de aire, el sistema contará con dos partes independientes: un sistema de extracción para referido a la ocupación de personas, se realizará por medio de conductos independientes, situados con un ventilador situado al final de la unidad de intercambio de calor para favorecer así la recuperación de calor y atemperamiento del aire de impulsión a los locales; ; otro sistema de extracción, se realizará mediante una campana, encargada de extraer la contaminación específica producida en la cocina, tal y como se especifica en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna*, y parte de la carga sensible y latente producida por los equipos de la zona.

En cuanto al subsistema de unidades interiores, denominado *S_Bomba-de-Calor_Cocina* se tratará de unidades terminales de agua (fan coils) en unidades de tipo techo, los cuales no contarán con conexión para aire exterior, y solamente tratarán el aire secundario del local recirculándolo. Los fan-coils estarán conectados mediante un sistema hidráulico de agua a la enfriadora situada en el exterior. Al contarse con un sistema de pretratamiento térmico del aire, las unidades interiores se dimensionarán para ser capaces de tratar las cargas térmicas en su totalidad a excepción de las producidas por la ventilación, las cuales corren a cargo del sistema de tratamiento de aire. No obstante, se admite un cierto margen de seguridad y que las unidades interiores sean capaces de cubrir también un porcentaje de las cargas térmicas producidas por ventilación.

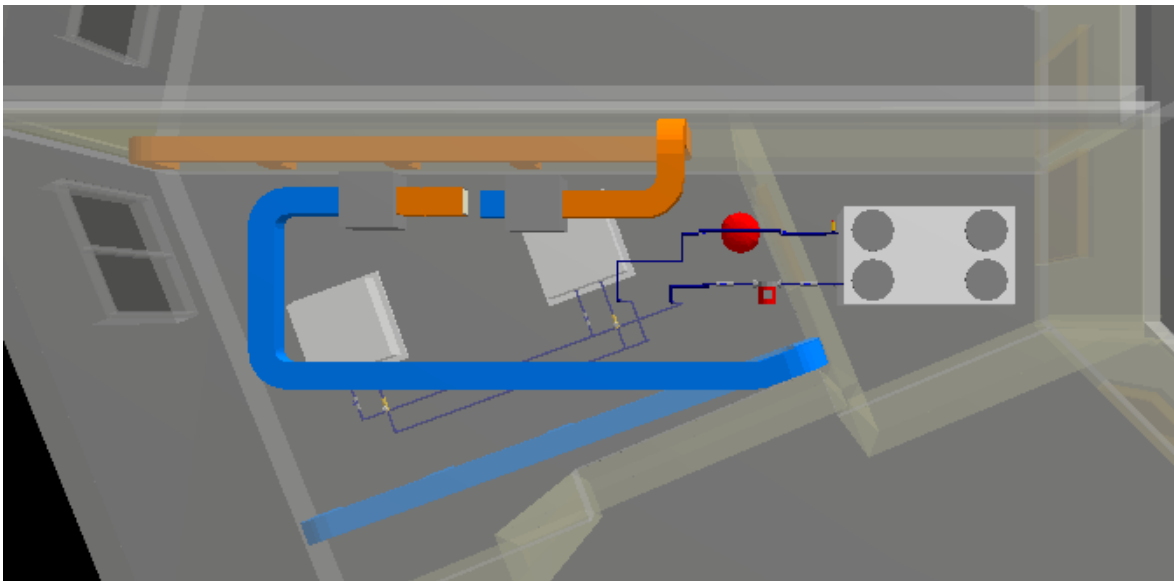
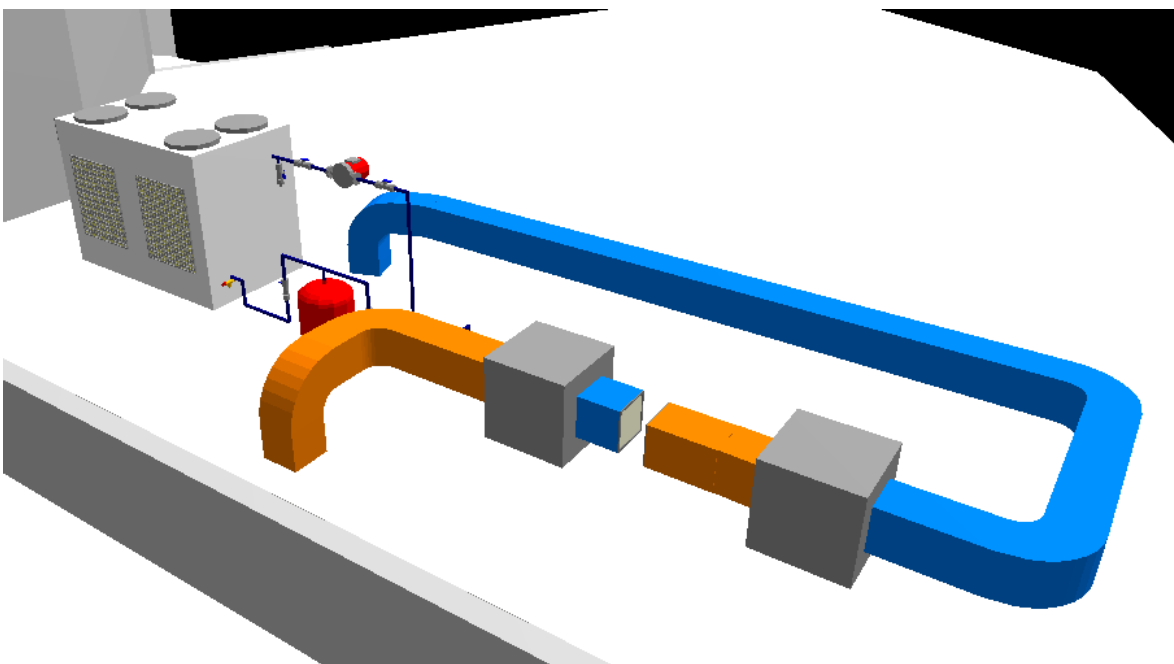
El esquema, sería como el recogido a continuación:

Ilustración 10.8 Esquema del sistema Cocina [13]



En el esquema anterior, puede apreciarse que el aire de extracción se extrae de forma independiente a través de los conductos de extracción al recuperador por un lado; y por la otra, a través de una extracción independiente que correspondería a la campana de extracción.

En el modelo 3D, la instalación quedaría de la siguiente manera:

Ilustración 10.9 Vista en planta del Sistema Cocina*Ilustración 10.10 Detalle de las Unidades Primarias del Sistema Cocina*

10.4.2. Selección de unidades de ventilación del sistema Cocina

Unidades exteriores:

- Intercambiador de calor:
 - Marca: SODECA.
 - Modelo: RIS-700-EKO-W.

- Potencia: 2x023 KW
 - Caudal: 850 m³/h
- Unidades: 1.
- Unidad de filtración de aire.
 - Marca: SODECA
 - Modelo: UDT-9/9
 - Tipos de filtro: F6+F8.
 - Unidades 1.
- Batería de agua:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: BSW
 - Modelo: BSW20
 - Potencia: 7046 W
 - Caudal máximo de aire: 1423 m³/h
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Rejillas de impulsión:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Simple Deflexión Hor.
 - Dimensiones: 200x150
 - Unidades: 4.
- Rejillas de extracción:
 - Marca: AIRFLOW.

- Modelo: Simple Deflexión Hor.
- Dimensiones: 200x150
- Unidades: 4.

10.4.3. Selección de unidades de Bomba de Calor

Unidades exteriores:

- S-Bomba de Calor-Cocina:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: EWXBZ
 - Modelo: 1501
 - Potencia: 34.6 KW
 - EER: 2.23
 - COP: 2.47
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Fancoils:
 - Marca: HITECSA
 - Tipo: Cassette 2T
 - Serie: FKW
 - Modelo: FKW34N
 - Potencia: 10540W
 - Unidades: 2.

10.5. Sistema Despachos-Taller

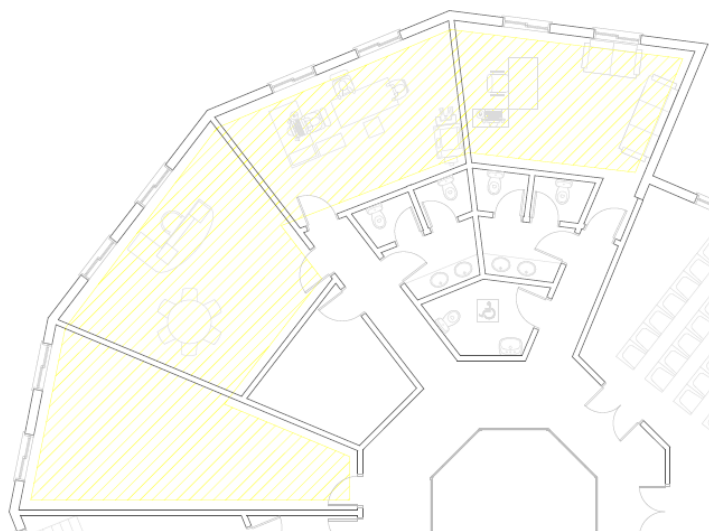
El Sistema Despachos-Taller será el correspondiente a la *Zona Despachos-Taller*, recogida en el apartado 4.5 *Zonificación del edificio*.

En lo referente al presente sistema, se describe en los apartados siguientes.

10.5.1. Descripción del Sistema Despachos-Taller

Para el *Sistema Despachos-Taller* se empleará un sistema mixto independiente aire-agua reversible (aeroterminia) con recuperador de calor y recirculación de aire en la extracción, que se encargará de la climatización de los locales presentes en la *Zona Despachos-Taller*. Como se puede observar, se trata de un sistema multi-zona, el cual poseerá una unidad exterior común, para varias unidades interiores repartidas entre varios locales distintos.

Ilustración 10.11 Zona del Sistema Despachos-Taller



Para el presente sistema, éste será de tipo mixto, y constará internamente de dos subsistemas. Uno se encargará de la ventilación, y el tratamiento y aclimatamiento del aire exterior de ventilación. Un segundo subsistema constará de unidades terminales que se encargarán de vencer el resto de cargas térmicas presentes en las estancias interiores.

En lo referente al subsistema de ventilación, denominado *UTA-Despachos-Taller* éste constará de una UTA (unidad de tratamiento de aire), encargado de filtrar e introducir el aire a los locales a través de una red de conductos hasta los difusores terminales. El aire será tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor y mediante un recuperador de calor, los cuales permitirán no solo recuperar el calor del aire de extracción para atemperar el aire de impulsión, sino para satisfacer las cargas térmicas por ventilación.

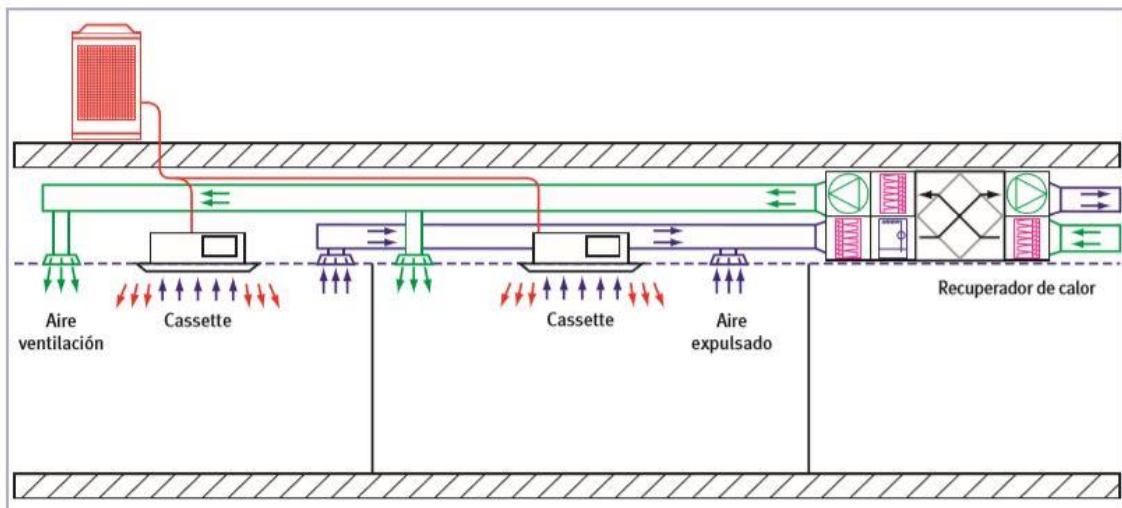
En lo referente a la extracción de aire, se realizará por medio de conductos independientes, con un ventilador situado al final de la unidad de intercambio de calor

para favorecer así la recuperación de calor y atemperamiento del aire de impulsión a los locales.

En cuanto al subsistema de unidades interiores, denominado *S_Bomba-de-Calor_Despachos-Taller* se tratará de unidades terminales de agua (fan coils) en unidades de tipo pared, los cuales no contarán con conexión para aire exterior, y solamente tratarán el aire secundario del local recirculándolo. Los fan-coils estarán conectados mediante un sistema hidráulico de agua a la enfriadora situada en el exterior. Al contarse con un sistema de pretratamiento térmico del aire, las unidades interiores se dimensionarán para ser capaces de tratar las cargas térmicas en su totalidad a excepción de las producidas por la ventilación, las cuales corren a cargo del sistema de tratamiento de aire. No obstante, se admite un cierto margen de seguridad y que las unidades interiores sean capaces de cubrir también un porcentaje de las cargas térmicas producidas por ventilación.

El esquema, sería como el recogido a continuación:

Ilustración 10.12 Esquema del sistema Cocina [13]



El esquema del sistema Despachos-Taller sería equivalente al recogido en la ilustración anterior, con la salvedad de que las unidades interiores serían de tipo pared en lugar de tipo cassette o techo.

Como se menciona en el despacho anterior, para el *Sistema Despachos-Taller* se empleará una red de conductos interiores que conectarán los equipos a las unidades interiores.

La red de conductos contará con una red de impulsión, que conectará el intercambiador de calor y ventilador de impulsión con los difusores interiores situados en cada una de las estancias; y una red de retorno, que tendrá rejillas.

En el modelo 3D, el Sistema Despachos-Taller quedaría de la siguiente manera:

Ilustración 10.13 Sistema Despachos-Taller. Vista en Planta.

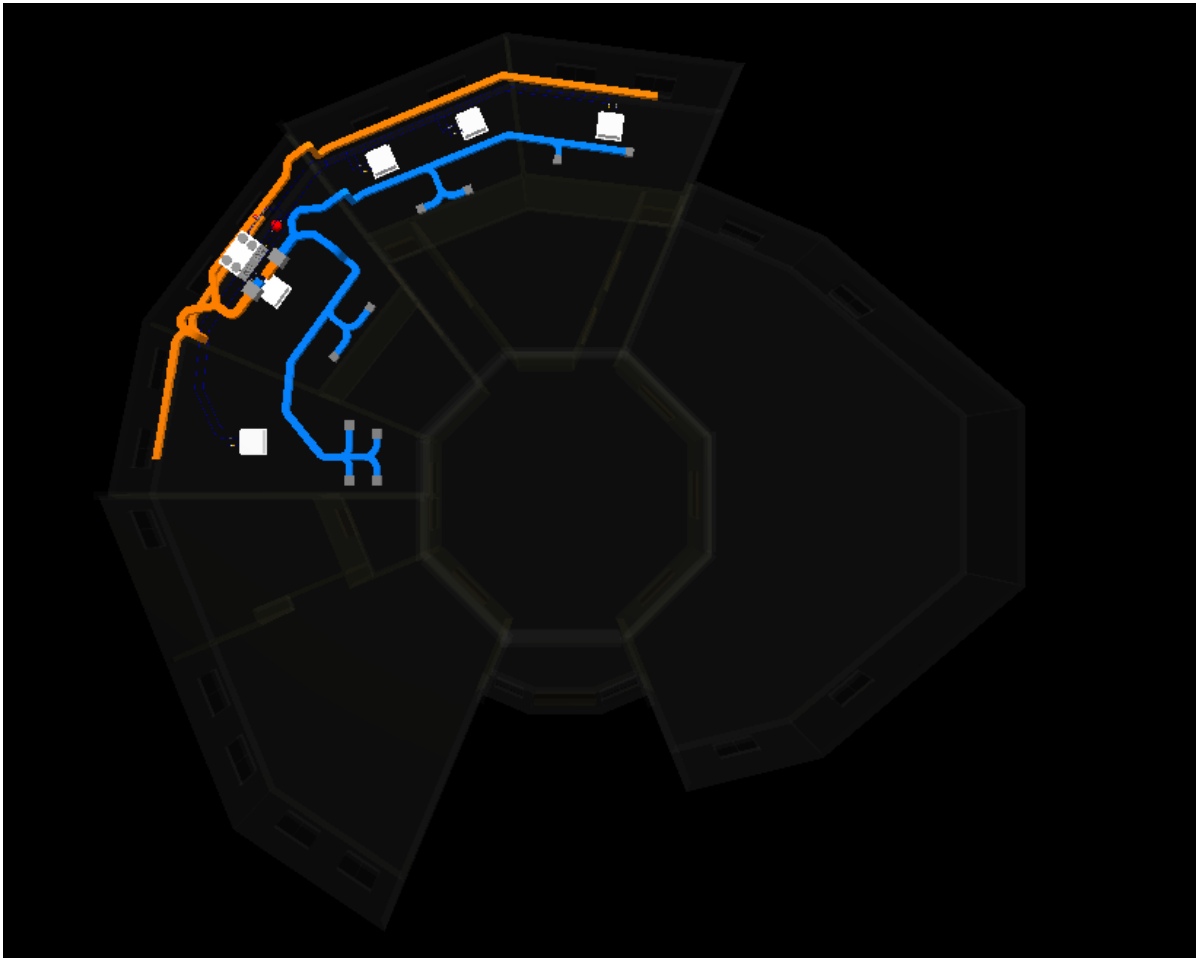


Ilustración 10.14 Detalle de las Unidades Primarias del Sistema Despachos-Taller

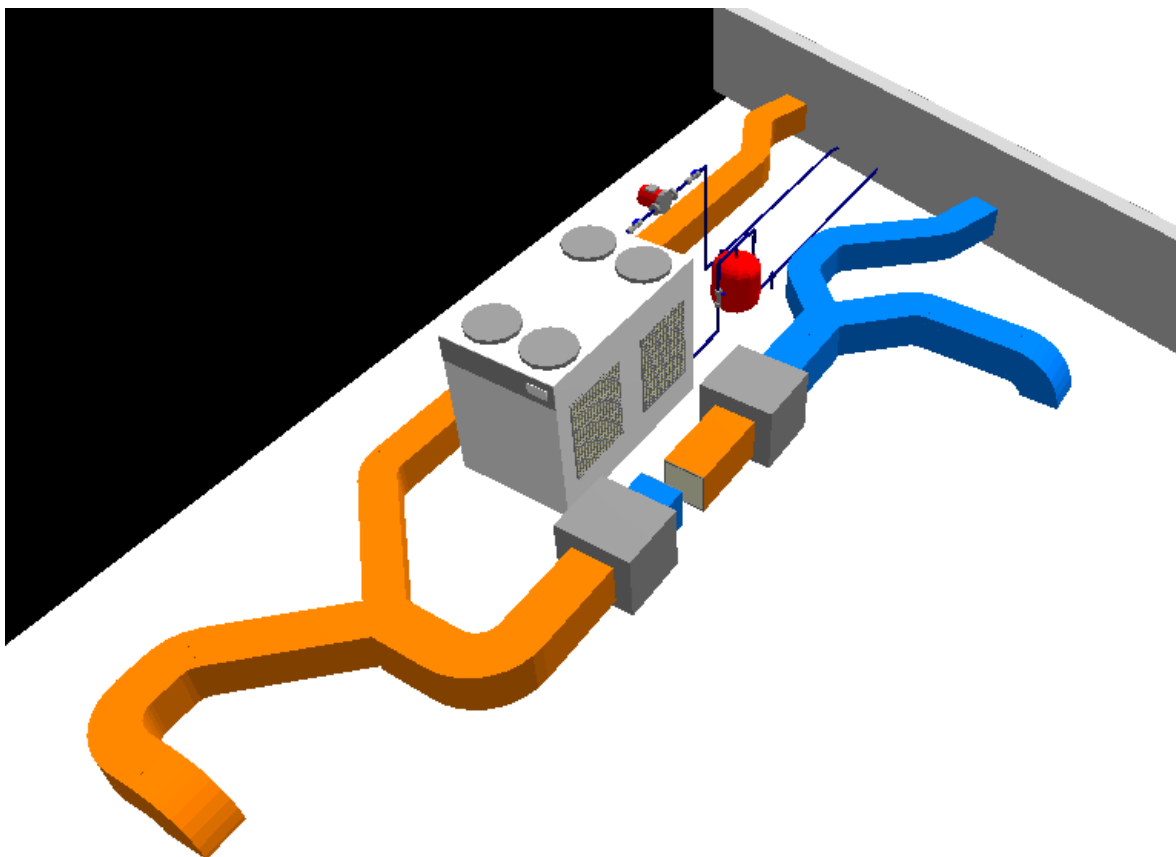
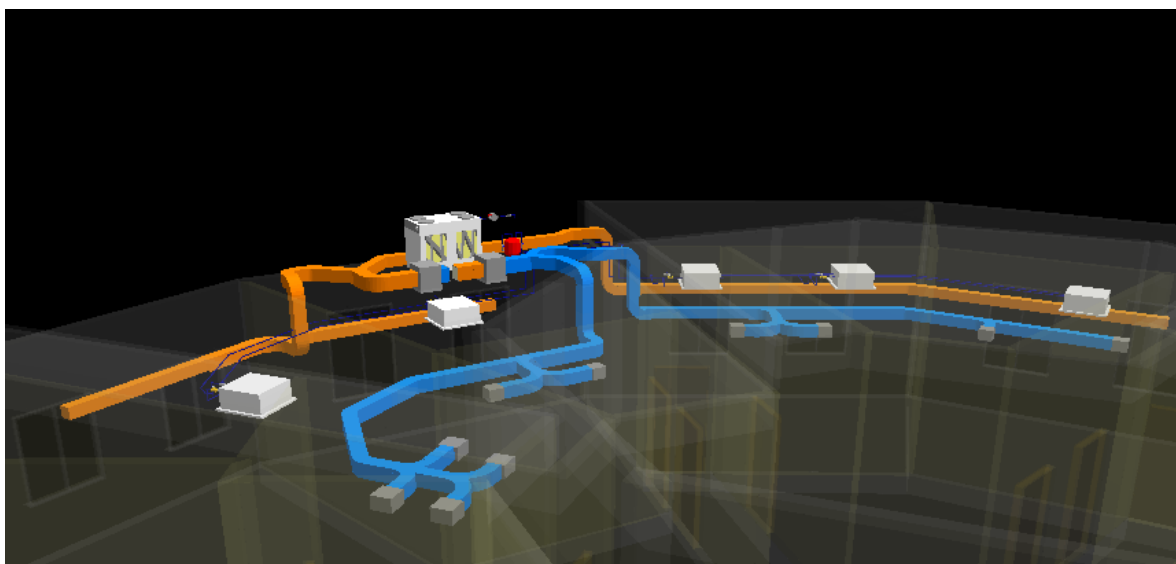


Ilustración 10.15 Vista axonométrica del Sistema Despachos-Taller.



10.5.2. Selección de unidades de ventilación de la zona despachos taller

Unidades exteriores:

- Intercambiador de calor:
 - Marca: SODECA.
 - Modelo: RIS-1900-EKO-W.
 - Potencia: 2x0.48 KW
 - Caudal: 2100 m³/h
 - Unidades: 1

- Unidad de filtración de aire.
 - Marca: SODECA
 - Modelo: UDT-12/12.
 - Tipos de filtro: F6+F8.
 - Unidades 1.

- Batería de agua:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: BSW
 - Modelo: BSW30
 - Potencia: 9198 KW
 - Caudal máximo de aire: 1951 m³/h
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Difusor de impulsión:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Circular de conos regulables.
 - Dimensiones: 160 mm + C.Regulación
 - Unidades: 4.

- Dimensiones: 200 mm + C.Regulación
- Unidades: 4.

- Rejillas de extracción:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Simple Deflexión Hor.
 - Dimensiones: 200x100
 - Unidades: 2.
 - Dimensiones: 200x50
 - Unidades: 2.
 - Dimensiones: 200x150
 - Unidades: 2.
 - Dimensiones: 300x200
 - Unidades: 2.

10.5.3. Selección de unidades de Bomba de Calor

Unidades exteriores:

- S-Bomba de Despachos-Taller:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: EWXBZ
 - Modelo: 1602
 - Potencia: 40.4 KW
 - EER: 2.48
 - COP: 2.69
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Fancoils:
 - o Marca: HITECSA
 - o Tipo: Cassette 2T
 - o Serie: FKW
 - o Modelo: FKW22N
 - o Potencia: 2870W
 - o Unidades: 2.
 - o Modelo: FKW32N
 - o Potencia: 6760W
 - o Unidades: 1.
 - o Modelo: FKW24N
 - o Potencia: 4490W
 - o Unidades: 2.

10.6. Sistema Salón de Actos

El Sistema Salón de Actos será el correspondiente a la *Zona Salón de actos*, recogida en el apartado *4.5 Zonificación del edificio*.

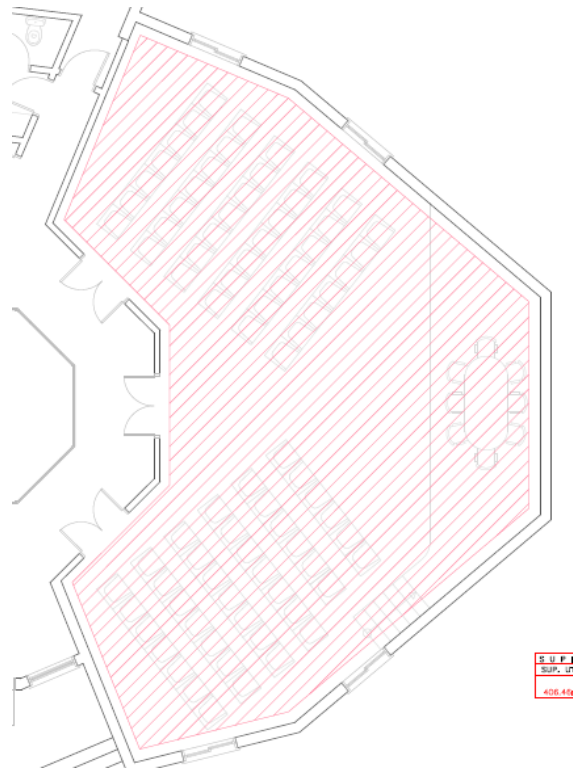
En lo referente al presente sistema, se describe en los apartados siguientes.

10.6.1. Descripción del sistema Salón de Actos

En lo referente al sistema Salón de Actos, nos encontraremos con una serie de particularidades a solventar. Para empezar, la ocupación de la sala es muy alta, pero a la vez muy puntual a lo largo del año, por lo cual requerirá de un sistema unizona propio. Además, su gran tamaño, y en especial, su altura, requerirá de un diseño particular de ventilación con toberas capaces de manejar caudales considerables a gran distancia y que pueda garantizar que se alcanzan unas condiciones de confort en todo el local.

Dicho esto, para el *Sistema Salón de Actos* se empleará un sistema todo-aire con ventilación conectada a las unidades interiores, con recuperador de calor y recirculación de aire en la extracción, que se encargará de la climatización del local Salón de Actos. Como se puede observar, se trata de un sistema unizona, el cual poseerá una unidad, denominado *UTA Salón de Actos* el cual sólo estará en funcionamiento cuando se utilice dicha sala.

Ilustración 10.16 Zona del Sistema Salón de Actos



La UTA (unidad de tratamiento de aire), será la encargada de filtrar e introducir el aire a los locales a través de una red de conductos hasta los difusores terminales. El aire será tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor y mediante un recuperador de calor, satisfaciendo todas las cargas térmicas del Salón de Actos (incluidas las de ventilación).

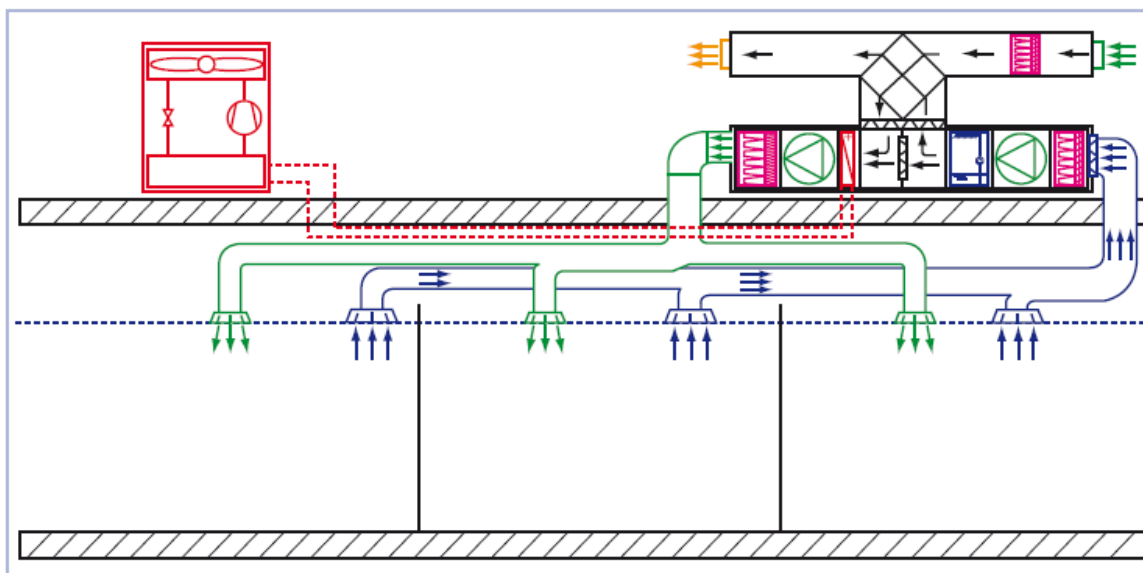
Debido a las particulares de gran altura del local, se emplearán toberas en la impulsión, a través del cual, se impulsará aire frío (o climatizado) hacia el suelo, el cual se calentará para subir a la parte alta del local hasta las rejillas de extracción.

En lo referente a la extracción de aire, se realizará por medio de conductos independientes situados en la parte elevada de la pared opuesta (fachada que da al exterior del edificio, con un ventilador situado al final de la unidad de intercambio de

calor. Acorde con la calidad del aire de extracción recogida en el apartado 5.3.2.5 IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción para la zona, y que el sistema, al ser de tipo unizona y calidad que dispone de de aire de extracción AE1, se recirculará parte del aire de extracción de nuevo hacia la impulsión, atendiendo a criterios de eficiencia energética.

El esquema, sería como el recogido a continuación:

Ilustración 10.17 Esquema del sistema Salon de Actos [13]



El esquema del sistema Salón de Actos sería equivalente al recogido en la ilustración anterior, con la salvedad de que en este caso se trata de un sistema unizona.

En el modelo 3D, el sistema quedaría como sigue:

Ilustración 10.18 Vista en planta del Sistema Salón de Actos

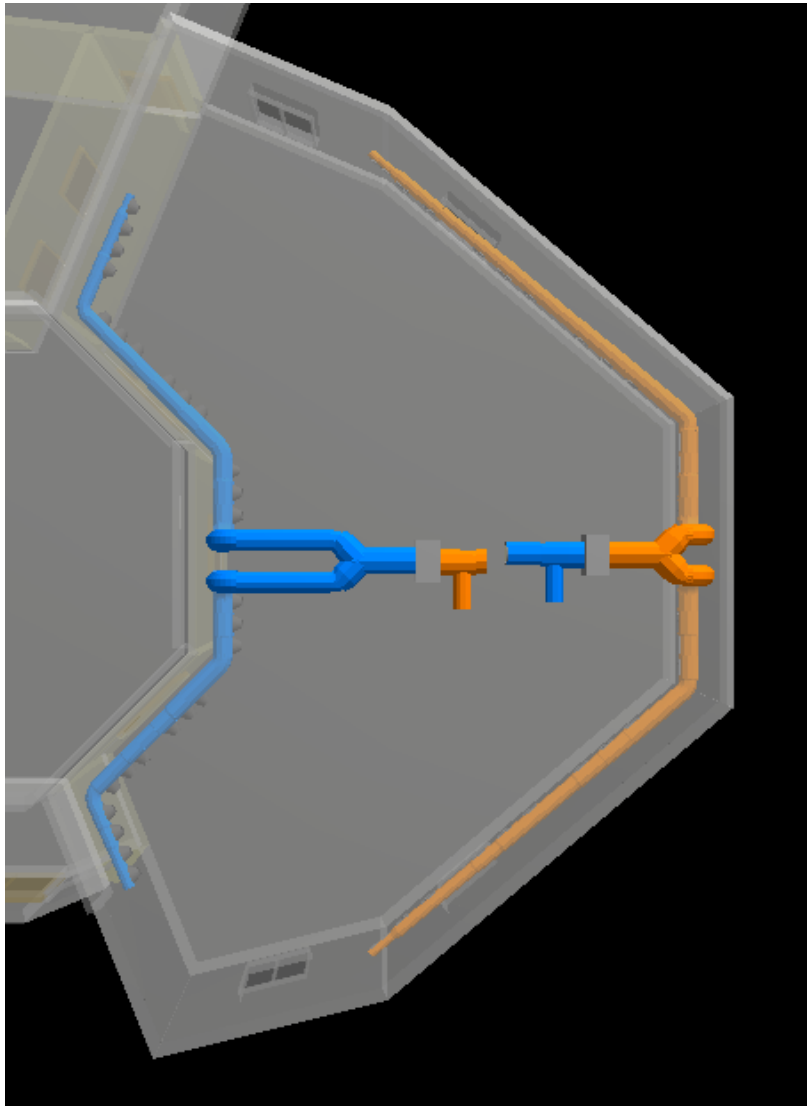
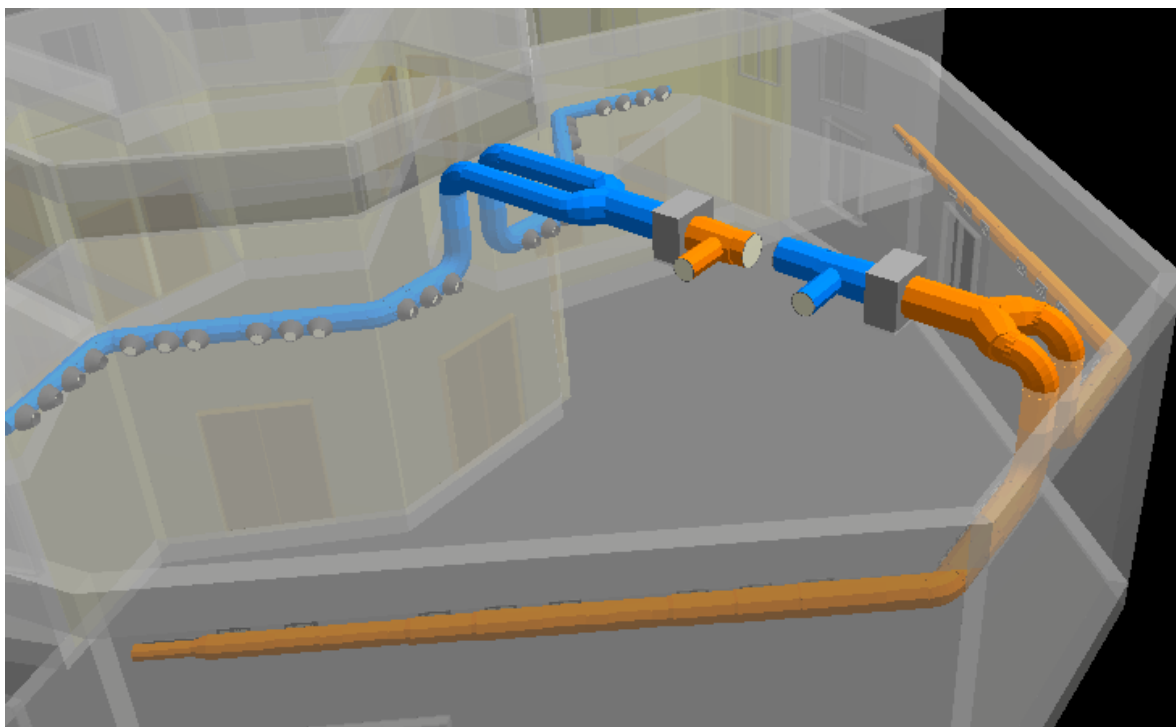


Ilustración 10.19 Vista en axonométrico del Sistema Salón de Actos.



10.6.2. Selección de unidades de ventilación de la zona salón de actos

Unidades exteriores:

- Intercambiador de calor:
 - Marca: SODECA.
 - Modelo: RIS-2500-EKO-W.
 - Potencia: 2x1 KW
 - Caudal: 3300 m³/h
 - Unidades: 1.

- Unidad de filtración de aire.
 - Marca: SODECA
 - Modelo: ME-12/12
 - Tipos de filtro: F6+F8.

- Unidades 1.

- Batería de agua:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: BSW
 - Modelo: BSW70
 - Potencia: 50638 W
 - Caudal máximo de aire: 9250 m³/h
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Toberas:
 - Marca: KOOLAIR.
 - Modelo: Tobera esférica.
 - Dimensiones: 314mm + C.reg
 - Unidades: 26

- Rejillas:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Doble deflex H-V
 - Dimensión: 300x200
 - Unidades: 24

 - Dimensión: 600x100
 - Unidades: 2

10.7. Sistema Aseos

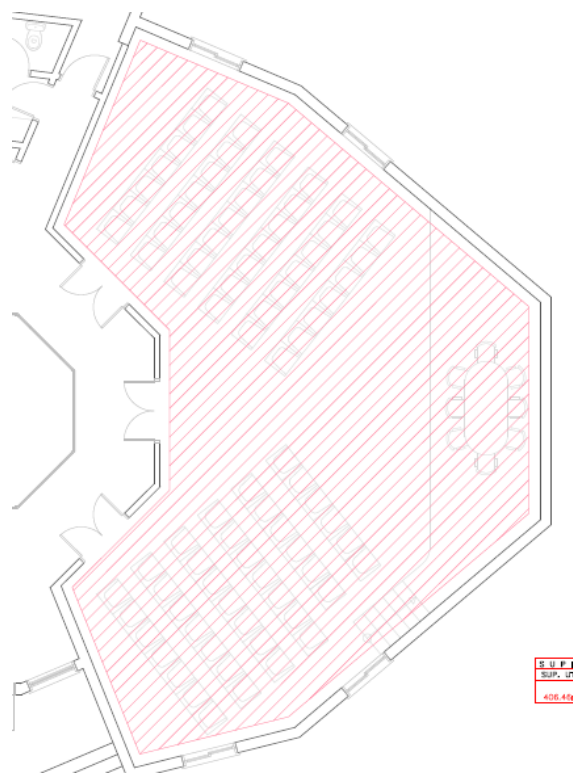
El Sistema Aseos será el correspondiente a la *Zona Aseos*, recogida en el apartado 4.5 *Zonificación del edificio*.

En lo referente al presente sistema, se describe en los apartados siguientes.

10.7.1. Descripción del sistema Aseos

Para el *Sistema Salón de Actos* se empleará un sistema todo-aire con ventilación conectada a las unidades interiores, con recuperador de calor y recirculación de aire en la extracción, que se encargará de la climatización del local Salón de Actos. Como se puede observar, se trata de un sistema unizona, el cual poseerá una unidad, denominado *UTA Aseos*.

Ilustración 10.20 Zona del Sistema Salón de Actos



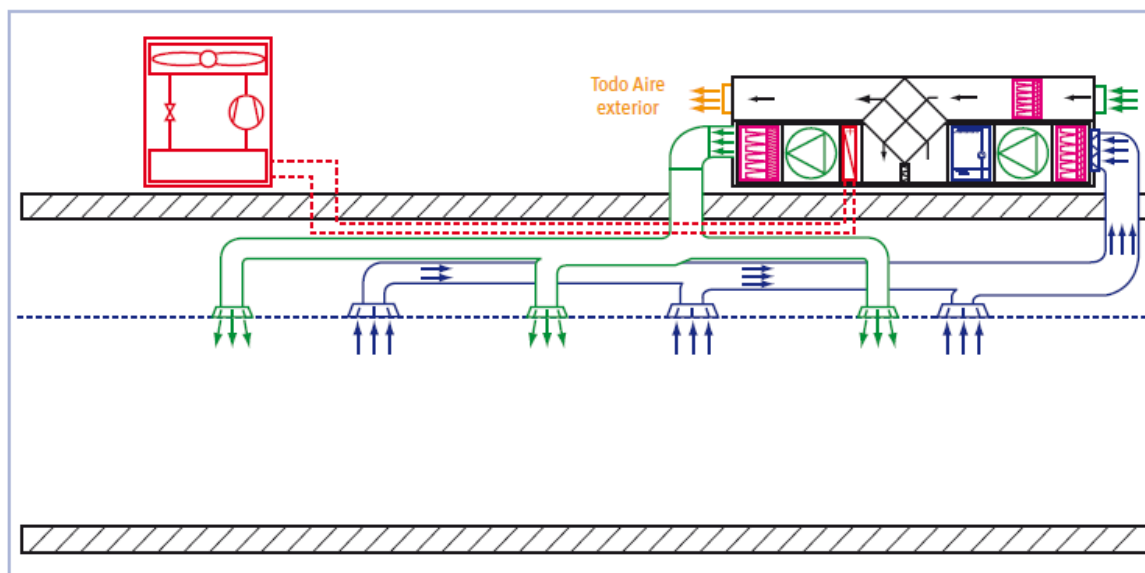
La UTA (unidad de tratamiento de aire), será la encargada de filtrar e introducir el aire a los locales a través de una red de conductos hasta los difusores terminales. El aire será tratado térmicamente mediante baterías de frío y/o calor y mediante un recuperador de calor, satisfaciendo todas las cargas térmicas del Aseos (incluidas las de ventilación), según se recogen en los apartados.

En lo referente a la extracción de aire, se realizará por medio de conductos independientes situados en la parte elevada de la pared opuesta (fachada que da al exterior del edificio, con un ventilador situado al final de la unidad de intercambio de calor. Acorde con la calidad del aire de extracción recogida en el apartado 5.3.2.5 *IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción* para la zona, y que el sistema, al ser de tipo unizona y

calidades de aire de extracción AE3 no se recirculará parte del aire de extracción de nuevo hacia la impulsión, pero sí se recuperará parte del calor sensible en el intercambiador atendiendo a criterios de eficiencia energética.

El esquema, sería como el recogido a continuación:

Ilustración 10.21 Esquema del sistema Salon de Actos [13]



El esquema del sistema Aseos sería equivalente al recogido en la ilustración anterior.

En el modelo 3D, el sistema quedaría como sigue:

Ilustración 10.22 Vista en planta del Sistema Aseos

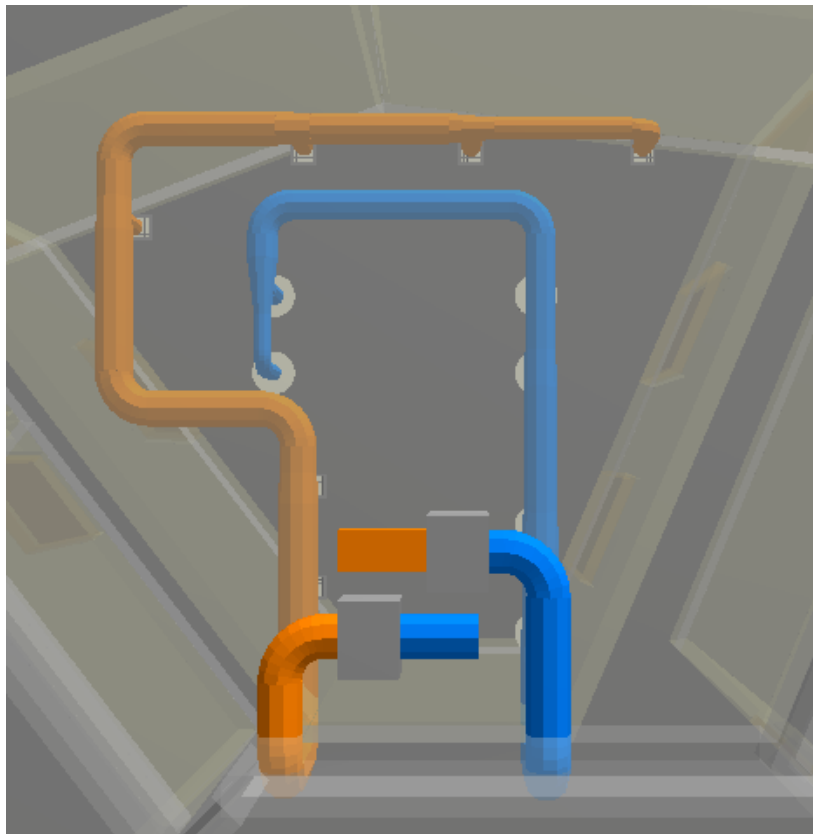
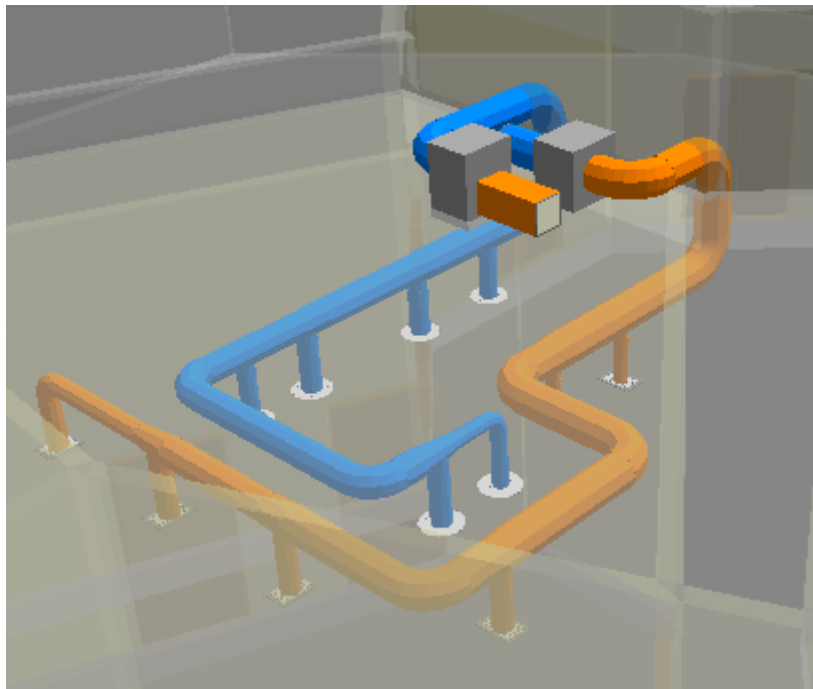


Ilustración 10.23 Vista en axonométrico del Sistema Aseos.



10.7.2. Selección de unidades de ventilación de la zona salón de actos

Unidades exteriores:

- Intercambiador de calor:
 - Marca: SODECA.
 - Modelo: RIS-1900-EKO-W.
 - Potencia: 2x0.48 KW
 - Caudal: 2100 m³/h
 - Unidades: 1.

- Unidad de filtración de aire.
 - Marca: SODECA
 - Modelo: ME-12/12
 - Tipos de filtro: F6+F8.
 - Unidades 1.

- Batería de agua:
 - Marca: HITECSA
 - Serie: ACHBA
 - Modelo: ACHBA351
 - Potencia: 9700 W
 - Caudal máximo de aire: 2000 m³/h
 - Unidades: 1.

Unidades interiores:

- Difusor de impulsión:
 - Marca: KOOLAIR.

- Modelo: Circular de conos regulables.
- Dimensiones: 250 mm + C.Regulación
- Unidades: 6.

- Rejillas:
 - Marca: AIRFLOW.
 - Modelo: Doble deflex H-V
 - Dimensiones: 300x200
 - Unidades: 6

- Compuertas:
 - Marca:
 - Modelo:
 - Unidades:

11. ANEXO. CLASIFICACIÓN DEL AIRE Y CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR

11.1. Especificación de los tipos de aire

Los tipos de aire de aire de un edificio y de un sistema de ventilación o de acondicionamiento de aire se establecen según lo indicado en la Norma UNE-EN 13779 [5], y se especifican en la tabla:

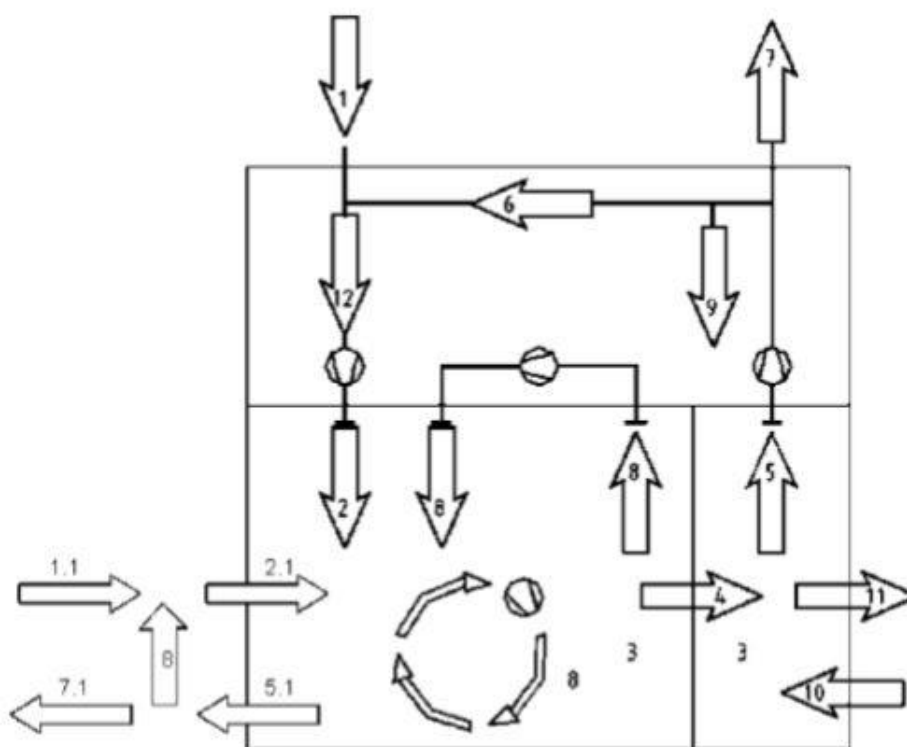
Tabla 11.1 Especificación de los tipos de aire

Nº <i>(Ilustración 11.1)</i>	Tipo de edificio/espacio	Abreviatura	Definición
1	Aire exterior	ODA	Aire que entra, a través del sistema o de una abertura, desde el exterior antes de cualquier tratamiento de aire.
2	Aire de impulsión	SUP	Flujo de aire que entra en el local tratado, o aire que entra en el sistema después de cualquier tratamiento.
3	Aire interior	IDA	Aire en el local o zona tratada.
4	Aire transferido	TRA	Aire interior que pasa de un local tratado a otro local tratado.
5	Aire de extracción	ETA/AE	Flujo de aire descargado a la atmósfera.
6	Aire de recirculación	RCA	Aire extraído que retorna al sistema de tratamiento de aire y se reutiliza como aire de impulsión.
7	Aire de expulsión	EHA	Flujo de aire descargado a la atmósfera.
8	Aire secundario	SEC	Flujo de aire tomado de un local y retornado al mismo local después de cualquier tratamiento.
9	Fuga	LEA	Flujo de aire no deseado a través de los puntos de fuga del sistema.
10	Infiltración	INF	Fugas de aire que entran en un edificio a través de fuga de los elementos de la estructura que lo separan del exterior.
11	Exfiltración	EXF	Fuga de aire que sale de un edificio a través de los puntos de fuga de los elementos de la estructura que lo separan del aire exterior.
12	Aire de mezcla	MIA	Aire que contiene dos o más corrientes de aire.
1.1	Aire exterior de un local individual	SRO	Aire que entra, a través de la unidad de tratamiento de aire de un único local o por una abertura, desde el exterior antes de cualquier tratamiento del aire.

2.1	Aire de impulsión de un local individual	SRS	Flujo de aire que entra en el local tratado.
5.1	Aire de extracción de un local individual	SET	Flujo de aire que sale del local tratado hacia la unidad de tratamiento de aire en un único local.
7.1	Aire de expulsión de un local individual	SEH	Flujo de aire descargado a la atmósfera desde la unidad de tratamiento de aire de un único local.

El esquema de representación de los tipos de aire se recoge a continuación:

Ilustración 11.1 Representación de los tipos de aire utilizando [5]



Previamente a la clasificación del aire exterior y según lo indicado en la Norma UNE 13779 [5], se necesita considerar la calidad del aire exterior alrededor del edificio, o de su localización previstas. Hay dos opciones para mitigar los efectos del aire exterior:

- Ubicar las tomas de aire donde el aire exterior esté menos contaminado (si la contaminación exterior no es uniforme alrededor del edificio).
- Utilizar algún método de limpieza del aire.

Existen diferentes técnicas de filtración de aire, según del nivel de contaminación del aire exterior con gases, partículas o ambos. No hay definiciones adoptadas

universalmente para la consideración de los niveles de calidad del aire exterior. Las decisiones previstas para el diseño del sistema de ventilación dependerán de:

- Las reglamentaciones locales en vigor.
- Las opciones para adoptar reglamentaciones y directrices,
- Las opciones individuales sobre la importancia de los contaminantes específicos no regulados (por ejemplo, pólenes y hongos de origen exterior).

La clasificación de aires exteriores se recoge a continuación.

- ODA 1: aire puro que se ensucio 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).

La aplicación de esta clasificación dependerá de la definición de los criterios por lo que el documento que contiene la norma UNE 13779 sugiere adoptar la siguiente propuesta:

- Aplicación de ODA 1; cuando se cumplen las directrices de la OMS (1999) y las de cualquier norma nacional sobre calidad de aire o cualquier reglamentación sobre aire exterior.
- Aplicación de ODA 2; cuando las concentraciones de contaminantes son superiores a las directrices de la OMS o a las de cualquier norma nacional sobre calidad del aire o cualquier reglamentación sobre aire exterior, por un factor inferior o igual a 1,5.
- Aplicación de ODA 3; cuando las concentraciones de contaminantes son superiores a las directrices de la OMS o a las de cualquier norma nacional sobre calidad del aire o cualquier reglamentación sobre aire exterior, por un factor superior a 1,5.

Puesto que no hay directrices de reglamentaciones para todos los contaminantes, y las que existen no son coincidentes entre las naciones, se requiere una interpretación en el presente proyecto en el que se considere el impacto y la presencia de los distintos contaminantes.

En la tabla siguiente, se exponen una serie de contaminantes en el siguiente proyecto, así como la fuente, tanto los valores de la OMS [18] como los indicados en las directivas europeas [19], y los valores guía recogidos en las mismas:

Tabla 11.2 Contaminantes dominantes

Contaminante	Duración media	Valor guía	Fuente
Dióxido de azufre SO ₂	24h	125 µg/m ³	OMS 1999
Dióxido de azufre SO ₂	1 año	50 µg/m ³	OMS 1999
Ozono O ₃	8h	40 µg/m ³	OMS 1999
Dióxido de nitrógeno NO ₂	1 año	200 µg/m ³	OMS 1999
Dióxido de nitrógeno NO ₂	1h	50 µg/m ³ (*)	OMS 1999
Partículas PM ₁₀	24h	50 µg/m ³	OMS 1999
Partículas PM ₁₀	1 año	40 µg/m ³	Directiva 99/30/CE

(*) Máximo 35 días de exceso.

Lo siguiente, es buscar los datos relativos para la calidad del aire exterior en las proximidades del edificio.

Para el municipio de Los Alcázares en el que se ubica el proyecto, la *Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor* de la *Consejería de Medio Ambiente* de la Región de Murcia divide a la Región en seis zonas según sus características geográficas, las actividades humanas y ambientales que se desarrollan, y la dinámica de contaminantes que condiciona la calidad del aire y el tipo de contaminación predominante [20]. Dichas zonas se representan en la Figura 11.1:

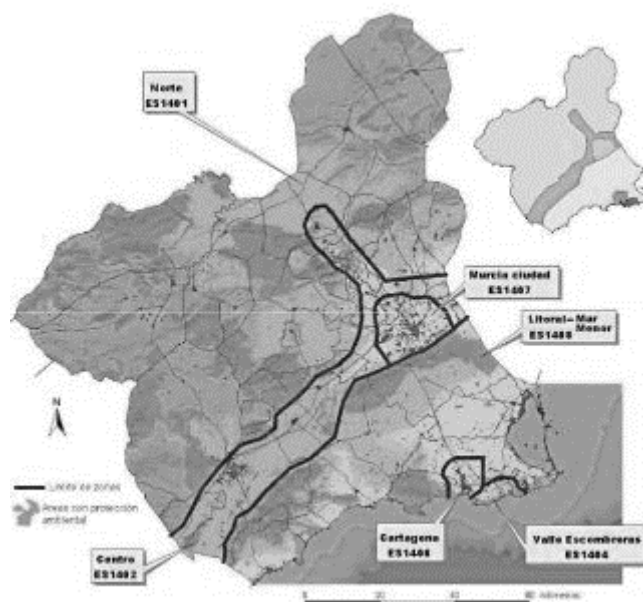


Figura 11.1 Zonas de la Región de Murcia

La zona correspondiente al municipio de los Alcázares, será la correspondiente a la de Litoral-Mar Menor, cuyos datos de contaminantes corresponden a la estación de la Aljorra.

Extrayendo los datos de la estación de la Aljorra de la *Dirección General de Medio Ambiente y Mar Menor* de la *Consejería de Medio Ambiente* de la Región de Murcia, obtenemos los datos recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 11.3 Clasificación del aire exterior para el municipio de los Alcázares.

	Duración media	Valores guía	Valor guía
SO ₂	Media anual	50 µg/m ³	9.95 µg/m ³
	Máximo 24h	125 µg/m ³	23 µg/m ³
	Días excediendo	125 µg/m ³	0
	Factor sobre el valor guía		< 1
O ₃	Media anual		60.65 µg/m ³
	Máximo 8h	120 µg/m ³	92 µg/m ³
	Días excediendo	120 µg/m ³	0
	Factor sobre el valor guía		< 1
NO ₂	Media anual	40 µg/m ³	20.31 µg/m ³
	Máximo 1h	200 µg/m ³	72 µg/m ³
	Horas excediendo	200 µg/m ³	0
	Factor sobre el valor guía		< 1
PM ₁₀	Media anual	40 µg/m ³	27.96 µg/m ³
	Máximo 24h	50 µg/m ³	79 µg/m ³
	Días excediendo 50 µg/m ³	35 días	1 día
	Factor sobre el valor guía		< 1,5
	Total		1 valor <1,5
	ODA		2

El excedente máximo para cada valor indica la clasificación del aire exterior (ODA).

La clasificación de aire exterior de proyecto, atendiendo a lo indicado en este Anexo, será **ODA 2**.

12. ANEXO. EXTRACCIÓN DE HUMOS Y VENTILACIÓN DE LA COCINA

12.1. Criterios generales de diseño de sistemas de extracción

En el presente anexo se fijarán los criterios para el cálculo y diseño de los sistemas de ventilación mecánica en la cocina del edificio, categorizada como una cocina industrial, conforme a los criterios establecidos en la norma UNE-EN 100165 de *Extracción de humos y ventilación de cocinas* [21].

La función más importante de la campana de extracción será la de eliminar calor, vahos (vapores de grasas, aceites y agua) y humos producidos durante el proceso de cocción de los alimentos, así como los eventuales productos de combustión, con el fin de evitar el ensuciamiento de cerramientos y enseres, la condensación del vapor de agua sobre superficies frías y la formación de niveles elevados de olores.

El caudal de aire de extracción de una campana de extracción será mínimo, para así reducir en la medida de lo posible la carga térmica del aire de impulsión requerido para la reposición del mismo.

Se tiene en cuenta también el equilibrio de los caudales extraídos de la cocina a través de la/s campana/s y otros puntos, y del local adyacente, en este caso el local *Cafetería-Restaurante*, de manera que la cocina quede en una ligera depresión con respecto de este.

El conducto de extracción de aire de la campana de humos no será utilizado para fines diferentes al indicado, ni puede ser atravesado por elementos ajenos a la evacuación de dicho aire.

12.1.1. Determinación del caudal provocado por los focos calientes

Las superficies calientes de los aparatos de cocción generan corrientes de aire ascendente y contaminado, lo cual ya se previó en el apartado 4.4 *Fuentes de contaminación interna*.

La temperatura y la superficie de los aparatos de cocción son los factores más importantes a tener en cuenta para la determinación del caudal de las corrientes de extracción.

Para campanas de extracción de humos cuyo borde inferior está a menos de 1,2 m del plano de cocción, el caudal de aire generado y arrastrado por cada aparato, asimilado a una fuente puntual, se halla mediante la expresión:

Ecuación 12.1 Caudal de aire generado y arrastrado por cada aparato [21]

$$v = 380 * (Pc * X * A)^{1/3}$$

Donde X representa:

- La altura, para aparatos tridimensionales.

- El lado mayor, para superficies horizontales rectangulares.
- El diámetro, para superficies planas circulares.

Para las otras superficies situadas debajo de la campana (mesas de trabajo, planos de apoyo, etc.) se puede considerar un caudal de $25 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

Para la superficie del saliente de la campana sobre la superficie del saliente de la campana sobre la superficie de cocción, se toman los siguientes caudales:

Para la superficie del saliente de la campana sobre la superficie de cocción, se toman los siguientes caudales:

- Para cocinas eléctricas: $200 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.
- Para cocinas de gas: $500 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

La suma de los caudales así calculados representa el caudal a extraer por la campana.

Se hace hincapié en que la potencia a introducir en la *Ecuación 12.1 Caudal de aire generado y arrastrado por cada aparato* es solamente la componente convectiva de la potencia total del aparato.

En caso de falta de datos sobre la transferencia de calor de los aparatos, el caudal de extracción puede calcularse como producto de la superficie en planta de la batería de aparatos, igual a la superficie de captación de la campana, por los caudales unitarios:

- Para cocinas eléctricas: $500 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.
- Para cocinas de gas: $750 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

La suma de los caudales así calculados representa el caudal a extraer por la campana.

En cualquier caso, el caudal del aire no puede ser nunca inferior a una velocidad de paso de $0,25 \text{ m/s}$ sobre la superficie calculada como producto entre la diferencia de cota entre el borde inferior de la campana y el plano de trabajo por el perímetro libre de la campana. Si la campana es de tipo "isla", el perímetro libre es la suma de los lados de la campana; si la campana está adosada a una o más paredes, el perímetro libre es la suma de los lados libres de la campana.

Los valores para cocinas de gas pueden considerarse válidos también para cocinas alimentadas con otra clase de combustible.

En caso de conjunto de superficie de cocción con campanas bajas, usualmente de tipo adosado a pared, el caudal de aire es solamente indicado por el fabricante. A falta de datos, se empleará un valor mínimo de $1,5 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

12.1.2. La campana

El borde inferior de la campana debe ser instalado a una altura máxima de 2 m del suelo terminado.

La campana debe dimensionarse de manera que tenga un saliente sobre la proyección en planta de los aparatos de cocción unos 15 cm, por lo menos, por sus lados accesibles no adosados a las paredes.

La campana puede ser de tipo auto compensado para reducir total o parcialmente el caudal de aire exterior a suministrar al ambiente.

Deberá estar dotada también de filtros mecánicos para la retención de grasas y aceites, con eficacia de captación de no menos al 90% del peso.

La velocidad media de paso a través de los elementos filtrantes debe estar comprendida entre los 0.8 m/s y 1.2 m/s, con pérdidas de presión entre 10 Pa y 40 Pa, a filtro limpio y sucio respectivamente.

12.1.3. Ventilación de la cocina

Para diluir los olores producidos en la zona de preparación, la cocina necesita un caudal mínimo de aire de renovación igual a $10 \text{ l}^*(\text{m}^2 \cdot \text{s})$.

La cocina debe ser mantenida en depresión con respecto a los locales adyacentes, en este caso el local *Cafetería-Comedor* y el *Almacén*.

Por otra parte, la depresión no debe ser demasiado elevada con el fin de no perturbar el funcionamiento de las campanas de extracción.

Para cumplir con las dos condiciones, es necesario que el balance entre el aire extraído y el aire impulsado sea tal que se cree en la cocina una presión negativa no mayor que 5 Pa.

Los difusores para la impulsión de aire no deben situarse demasiado cerca de la campana, con el fin de evitar la formación de una cortina de aire que pueda inducir la salida de humos y vapores de la campana.

La distancia mínima del borde del difusor al borde de la campana debe ser de 60 cm.

El difusor debe crear una velocidad residual, a 1,8 m del suelo, no mayor que 0,25 m/s. El tipo de difusor más adecuado para cumplir con esta condición es el de placa perforada.

Las rejillas de retorno deben situarse lo más lejos posible de la campana, y entre las rejillas de retorno y la campana de impulsión, deben situarse los difusores de impulsión.

12.1.4. Climatización de la cocina

En la cocina, tendremos en cuenta las siguientes fuentes de calor:

- Calor radiante generado en la zona de cocción (del 10% al 15% de la potencia instalada, teniendo en cuenta un coeficiente de simultaneidad del 50%).
- Calor emitido por los equipos.
- Calor emitido por las personas.
- Calor emitido por el alumbrado.

Durante el invierno, habrá que asegurarse que la entrada de aire de impulsión no sea inferior a los 14°C.

Durante la estación de verano, se recomienda mantener una temperatura no mayor de los 28°C.

En cualquier caso, las condiciones interiores para la *Cocina* se recogen en el apartado 6 *AMBIENTE INTERIOR*.

12.1.5. Detalles de la instalación

Los conductos de expulsión de aire se dimensionarán para una velocidad mínima de 8 m/s para reducir el riesgo de deposición de grasas en la red.

Los radios de curvatura deberán ser no menores a 1,5 veces el diámetro hidráulico del conducto.

Preferiblemente, los conductos serán de sección circular y de chapa de acero negro o inoxidable de 1.5 mm de espesor, con juntas soldadas con continuidad y provistos de juntas de dilatación para saltos de temperatura de 1000 K.

A lo largo del recorrido de la red, deben disponerse registros de inspección provistos de cierre hermético, cada 3m, y en los puntos singulares presentes en la presente norma, incluido en la conexión al ventilador.

El ventilador se situará siempre al final de la red de conductos.

Se intentará que el punto más bajo de la red de extracción, sea el correspondiente a la conexión a la ventana, debiéndose indicar y actuar según lo mencionado en la norma para el caso de que este requisito no pueda cumplirse.

En la acometida de la campana, se garantizará que el caudal de aire se reparte uniformemente sobre la superficie frontal de los filtros, habiendo como mínimo una acometida para cada 3 m de longitud en la campana.

12.2. Descarga de la extracción de la campana.

La descarga del aire procedente de una campana debe ser conducida a la cubierta del edificio, a una zona distante de 10m con respecto de cualquier lugar ocupado por personas o de la situación de tomas de aire exterior.

12.3. Diseño de la campana de la cocina

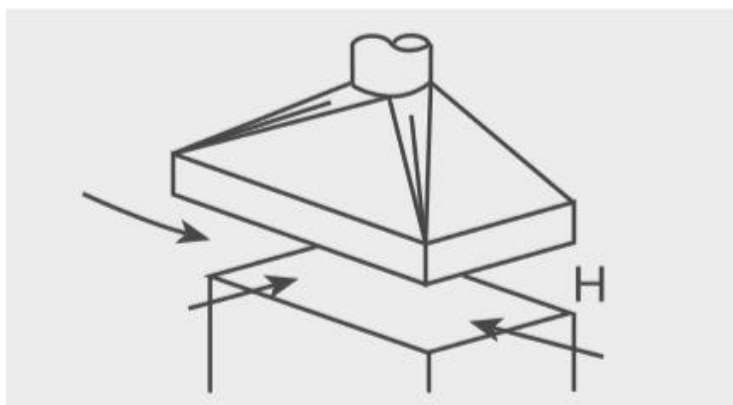
Para solucionar el problema de contaminación puntual en la cocina, en el presente punto se lleva a cabo el diseño del sistema de captación localizada o campana, con objeto de que el contaminante no se esparza por el resto del local.

Para su diseño, se atenderá a los criterios recogidos en la bibliografía referenciada, y en el apartado *12.1 Criterios generales de diseño de sistemas de extracción*.

Según viene indicado en los planos disponibles en el *ANEXO DE PLANOS* proporcionados por el arquitecto, se trata de una campana elevada, de tipo vacía, la cual consta de ventilación de extracción independiente al final de la instalación de conductos de extracción, y con uno de sus lados adosados a la pared.

El esquema de la campana sería el que se indica a continuación:

Ilustración 12.1 Campana elevada tipo [22]



Suponiendo que uno de sus lados se encuentra adosado a la pared.

En lo referente al diseño, se emplea la siguiente fórmula recogida en el Manual Soler&Palau [22] basada en la norma UNE-EN 100165 [21], para campanas elevadas adosadas a una pared, lo que simplifica la ecuación *Ecuación 12.1 Caudal de aire generado y arrastrado por cada aparato*:

Ecuación 12.2 Caudal mínimo de la campana [22]

$$Q_{min} = 900 * P * H \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Siendo:

- P = perímetro de la campana (no adosado a la pared).
- H = altura sobre la operación.
- Qmin = requerimiento de caudal arrastrado.

El objetivo de nuestro diseño, será determinar las necesidades de caudal de la campana según la norma UNE, y su posterior dimensionamiento geométrico para satisfacer las necesidades a una velocidad aceptable.

Los datos particulares conocidos en lo referente a las dimensiones de la campana de la cocina son las siguientes:

- En lo referente a la superficie de cocción $A_c = L_c \cdot M_c$, siendo L_c el largo de la superficie y M_c el ancho, según los planos del arquitecto sus valores son de 1075mm y 725mm respectivamente, por lo que $A_c = 0.78m$.
- En lo referente al perímetro P de la campana, sus dimensiones se determinarán según lo recogido en la norma UNE, que establece que deben existir salientes de acceso en los lados de la campana no adosados a la pared con respecto del área de cocción. Esto supone, que el largo L de la campana, y su ancho M , sean los recogidos a continuación:

$L = 1375 \text{ mm}$.

$M = 1025 \text{ mm}$.

En lo referente al perímetro de la campana para uno de sus lados adosados a la pared, tal y como indica el arquitecto en los planos del edificio, se calcularía con la ecuación mostrada a continuación:

Ecuación 12.3 Perímetro de la campana

$$P = L + 2M = 1375 + 2M$$

Obteniendo un valor de:

$P = 3425 \text{ mm}$.

- Para la altura de operación H , debido a que se desconocen los detalles de la cocina, se supondrá una altura de la encimera de 90 cm. Debido a la exigencia de la norma UNE, la cual indica que la altura de la campana sobre el suelo no deberá ser inferior a los 2m de altura [21], la H resultante será igual a la altura mínima de la campana sobre el suelo, menos la altura de la encimera $H = 2m - 0.9m$, resultando la misma;

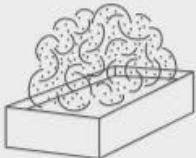
$H = 1.1 \text{ m}$.

Para que el dispositivo de captación sea efectivo, se asegurarán unas velocidades de captación según lo recogido en la norma UNE-EN 100165 [21], la cual determina que la

velocidad de paso por la campana sobre la superficie calculada no podrá ser nunca inferior a 0,25 m/s.

El manual de referencia Soler&Palau [22] recomienda los siguientes valores en función de las características de la fuente de contaminación:

Ilustración 12.2 Velocidades de captación para distintas características de contaminantes [22]

	Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s		
<p>Únicamente gases y vapores</p> 	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	Cocinas. Evaporación en tanques. Desengrasado.	0,25 - 0,5		
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	Soldadura. Decapado. Talleres galvanotecnia.	0,5 - 1		
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1 - 2,5		
<p>Con partículas sólidas en suspensión</p> 	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Trituradoras.	1 - 2,5		
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Esmerilado. Rectificado.	2,5 - 10		
<p>Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <p>Inferior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pocas corrientes de aire en el local. 2. Contaminantes de baja toxicidad. 3. Intermitencia de las operaciones. 4. Campanas grandes y caudales elevados. </td> <td style="vertical-align: top;"> <p>Superior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corrientes turbulentas en el local. 2. Contaminantes de alta toxicidad. 3. Operaciones continuas. 4. Campanas de pequeño tamaño. </td> </tr> </table>				<p>Inferior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pocas corrientes de aire en el local. 2. Contaminantes de baja toxicidad. 3. Intermitencia de las operaciones. 4. Campanas grandes y caudales elevados. 	<p>Superior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corrientes turbulentas en el local. 2. Contaminantes de alta toxicidad. 3. Operaciones continuas. 4. Campanas de pequeño tamaño.
<p>Inferior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pocas corrientes de aire en el local. 2. Contaminantes de baja toxicidad. 3. Intermitencia de las operaciones. 4. Campanas grandes y caudales elevados. 	<p>Superior</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Corrientes turbulentas en el local. 2. Contaminantes de alta toxicidad. 3. Operaciones continuas. 4. Campanas de pequeño tamaño. 				

Para el caso de la cocina objeto del proyecto, se tratará de un tipo de contaminante que solo contiene gases y vapores, y con desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto (ejemplo, una cocina), para lo cual, se recomiendan unas velocidades de captación entre 0.25-0.50 m/s. Lo cual, es una velocidad acorde lo exigido por la norma UNE, y cuyos valores serán con los que trabajaremos en el presente apartado. La velocidad del aire arrastrado por la campana V tendrá un valor situado en dicho intervalo.

Una vez conocemos las características de la campana, sus dimensiones, y la velocidad de aire arrastrado, emplearemos la Ecuación 12.2 Caudal mínimo de la campana, obteniendo los siguientes valores:

$$Q_{min} = 900 * 3425 * 10^{-3} * 1.1 (m^3/h)$$

$$Q_{min} = 3390.75 (m^3/h)$$

Una vez tenemos el caudal mínimo requerido, emplearemos la siguiente ecuación basada en la norma UNE, y que tiene en cuenta por un lado la altura de la campana, y por otra, el área de extracción teniendo en cuenta el perímetro no adosado de la pared de esta:

Ecuación 12.4 Velocidad de paso del aire extraído por la campana

$$V = Q_{min} * H * P \text{ (m/ s)}$$

Operando, obtenemos:

$$V = 3390.75 * 1.1 * 3425 * 3600 \text{ (m/s)}$$

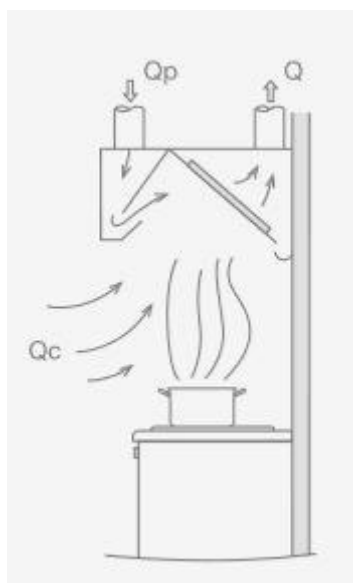
$$V = 0.25 \text{ (m/s)}$$

Obteniendo la velocidad indicada por la norma UNE para el caudal mínimo requerido por la campana.

Para el diseño de la campana, y con objetivos de aumento de eficiencia energética, se optará por una campana compensada con aporte de aire primario exterior, evitando así que esta tome una cantidad excesiva de aire climatizado aportado al interior por el sistema de climatización.

En lo referente a las canalizaciones de transporte de aire contaminado para su expulsión, se hará conforme a lo recogido en el apartado *12.1 Criterios generales de diseño de sistemas de extracción*, fijando una velocidad para los conductos mínima de 8m/s.

En lo referente al aporte de aire primario o no en la campana, es decir, si consideramos que el caudal tomado por la campana pertenece totalmente al interior de la cocina, o si existe aporte de aire primario, la campana será con aportación e aire primario Q_p , tal como secontinúa en la siguiente figura obtenida del Manual de Ventilación de Soler&Palau [22]:

Ilustración 12.3

12.4. Selección de la campana

Teniendo los apartados anteriores en cuenta, se hace una selección para la campana de extracción de la cocina. Las características de la misma se recogen a continuación.

Características de la campana diseñada:

- Campana elevada.
- Adosada en la pared. Tipo mural.
- Ventilador al final de la instalación de conductos.
- Dimensiones de la cocina:
 - o Largo: 1025 mm.
 - o Ancho: 725 mm.
- Dimensiones de la campana mínimas recomendadas.
 - o Largo: 1375 mm.
 - o Ancho: 1025 mm.

- Área de extracción: 3.77 m².

- Compensada (aporte de caudal de aire exterior).

Teniendo en cuenta todo lo mencionado anteriormente, podemos proceder a la selección de una campana de extracción. Para ello, recurriremos al catálogo de Cooking Systems [23].

Elegiremos una campana extractora tipo mural compensada con motor a distancia Modelo 3245 y Código 32450G13, la cual posee las siguientes características:

Características de la campana seleccionada:

- Fabricante: Cooking Systems
- Modelo: 3245.
- Código: 32450G13.
- Dimensiones: 1500x800x800.
- Área de extracción: 3.41m²
- Filtros: 3.
- Ventiladores de extracción

- Campana elevada.
- Adosada en la pared. Tipo mural.
- Ventilador al final de la instalación de conductos.
- Dimensiones de la cocina:
 - Largo: 1025 mm.
 - Ancho: 725 mm.

- Dimensiones de la campana mínimas recomendadas.
 - Largo: 1375 mm.

- Ancho: 1025 mm.
 - Área de extracción: 3.77 m².
-
- Compensada (aporte de caudal de aire exterior).

13. ANEXO. CÁLCULOS DE VENTILACIÓN

13.1. UTA. Impulsión de aire del Sistema Taller-Despachos

13.1.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 140

Otros: 0

Equilibrado (%): 30

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.1.2. Resultados Nudos

Tabla 13.1 Resultados nudos UTA Impulsión Sistema Despachos-Taller

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m ³ /h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	34,36	74,53	108,9				
2	34,36	72,64	107,01				

3	34,36	72,34	106,71			
4	30,43	67,53	97,95			
5	4,75	82,53	87,27			
6	30,43	66,64	97,07			
7	30,43	61,99	92,41			
8	30,43	61,39	91,81			
9	30,43	59,56	89,99			
10	30,43	58,96	89,39			
11	30,43	51,21	81,63			
41	34,36	74,83	109,19			
42	34,36	-93,68	-59,31			
43	4,75	82,4	87,15			
44	4,75	81,48	86,23			
45	4,75	81,36	86,1			
46	4,75	80,38	85,12			
47	4,75	80,01	84,76			
48	4,75	79,32	84,06			
49	4,75	78,95	83,69			
50	4,75	77,41	82,15			
78	34,36	-51,55	-17,18	1.702,8	-17,18	0*
79	34,36	-52,14	-17,78			
80	34,36	-93,38	-59,02			
12	30,43	40,99	71,42			
13	30,43	48,75	79,17			
14	30,43	40,39	70,82			
15	30,43	32,64	63,07			
16	30,43	28,71	59,14			
17	17,45	42,91	60,36			
18	2,87	40,7	43,58			
24	17,45	40	57,45			
25	17,45	37,81	55,26			
26	17,45	35,26	52,71			
27	17,45	32,35	49,8			
28	17,45	8,87	26,32			
29	17,45	5,6	23,05			
30	17,45	4,6	22,05			
31	6,99	14,13	21,12			

32	1,75	4,21	5,95				
33	1,75	4,21	5,95				
34	1,75	17,22	18,97				
35	1,75	17,22	18,97				
36	6,99	13,73	20,72				
51	4,75	75,36	80,1				
52	4,75	76,9	81,64				
53	4,75	75,23	79,98				
54	4,75	74,9	79,65				
55	4,75	73,61	78,36				
56	2,11	76,39	78,5				
57	0,53	75,79	76,32				
58	2,11	75,7	77,81				
59	2,11	75,37	77,48				
60	2,11	72,48	74,59				
61	0,53	73,94	74,47				
62	0,53	73,39	73,92				
65	0,13	75,38	75,51				
66	0,13	75,38	75,51				
67	0,53	75,11	75,64				
70	2,87	40,63	43,5				
71	2,87	37,18	40,05				
69	0,72	38,54	39,26				
70	0,72	38,54	39,26				
71	2,87	37,1	39,97				
72	17,45	31,93	49,37				
73	17,45	10,99	28,44				
74	0,53	75,77	76,3				
75	0,53	75,14	75,67				
76	2,11	75,21	77,32				
77	2,11	72,67	74,78				
37	1,75	17,09	18,84	245,7	5,76	0	13,08
38	1,75	17,09	18,84	245,7	5,76	0	13,08
39	1,75	4,01	5,76	245,7	5,76	0	
40	1,75	4,07	5,82	245,7	5,76	0	0,06
63	0,53	73,77	74,29	135	4,24	0	70,05
64	0,53	73,36	73,89	135	4,24	0	69,65

68	0,13	75,36	75,49	67,5	2,2	0*	73,29
69	0,13	75,36	75,49	67,5	2,2	0	73,29
70	0,72	38,45	39,17	157,5	5,55	0	33,62
71	0,72	38,45	39,17	157,5	5,55	0	33,62

13.1.3. Resultados Ramas

Tabla 13.2 Resultados nudos UTA Impulsión Sistema Despachos-Taller

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Transición		Imp./0,055	1.702,8				1,89
3	3	4		Bifurcación Y		Imp./0,2878	1.297,8				8,755
4	3	5		Bifurcación Y		Imp./4,0948	405				19,434
6	6	7		Codo		Imp./0,1529	1.297,8				4,652
5	4	6	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12	0,889
8	8	9		Transición		Imp./0,06	1.297,8				1,826
7	7	8	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12	0,601
10	10	11		Codo		Imp./0,2548	1.297,8				7,753
9	9	10	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12	0,601
12	13	11	0,82	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	-1.297,8	225x225	246	7,12	2,463
13	12	14	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12	0,601
15	15	16	1,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12	3,926
23	17	24	1,63	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0202	982,8	225x225	246	5,39	2,907
25	25	26	1,43	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0202	982,8	225x225	246	5,39	2,548
29	29	30	0,56	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0202	982,8	225x225	246	5,39	1,001
33	31	36	0,45	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0223	491,4	200x200	219	3,41	0,4
36	34	37	0,51	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0254	245,7	200x200	219	1,71	0,127
37	35	38	0,53	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0254	245,7	200x200	219	1,71	0,133
38	33	39	0,78	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0254	245,7	200x200	219	1,71	0,196

39	32	40	0,53	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0254	245,7	200x200	219	1,71	0,133
41	42	41		Acondicionador			1.702,8				-168,508
43	43	44		Codo		Imp./0,1946	405				0,923
42	5	43	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	0,124
45	45	46		Codo		Imp./0,2063	405				0,979
44	44	45	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	0,124
47	47	48		Codo		Imp./0,1459	405				0,693
46	46	47	0,59	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	0,369
49	49	50		Codo		Imp./0,3243	405				1,539
48	48	49	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	0,372
51	51	53	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	0,124
53	54	55	2,08	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	405	200x200	219	2,81	1,289
56	56	58	2,33	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0249	270	200x200	219	1,88	0,693
61	61	63	1,98	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,029	135	200x200	219	0,94	0,172
62	62	64	0,34	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,029	135	200x200	219	0,94	0,03
66	65	68	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0347	67,5	200x200	219	0,47	0,016
67	66	69	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0347	67,5	200x200	219	0,47	0,015
68	52	50	0,82	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	-405	200x200	219	2,81	0,508
68	18	70	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0242	315	200x200	219	2,19	0,079
66	71	71	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0242	315	200x200	219	2,19	0,079
69	69	70	0,75	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,028	157,5	200x200	219	1,09	0,085
70	70	71	0,75	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,028	157,5	200x200	219	1,09	0,085
70	27	72	0,24	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0202	982,8	225x225	246	5,39	0,422
72	73	28	1,19	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0202	982,8	225x225	246	5,39	2,119
72	57	74	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,029	135	200x200	219	0,94	0,017
74	75	67	0,32	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,029	135	200x200	219	0,94	0,027

74	59	76	0,54	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0249	270	200x200	219	1,88	0,162
76	77	60	0,64	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0249	270	200x200	219	1,88	0,191
77	1	41	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0189	-1.702,8	250x250	273	7,57	0,298
77	3	2	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0189	-1.702,8	250x250	273	7,57	0,298
78	79	80		Obstáculo		Asp./1,2	1.702,8				41,238
77	78	79	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0189	1.702,8	250x250	273	7,57(*)	0,595
79	80	42	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0189	1.702,8	250x250	273	7,57	0,298
12	12	13		Codo		Imp./0,2548	-1.297,8				7,753
14	14	15		Codo		Imp./0,2548	1.297,8				7,753
16	16	17		Derivación T		Imp./-0,0698	982,8				-1,217
17	16	18		Derivación T		Imp./5,4209	315				15,564
24	24	25		Codo		Imp./0,1254	982,8				2,188
26	26	27		Codo		Imp./0,1672	982,8				2,918
28	28	29		Codo		Imp./0,1873	982,8				3,268
30	30	31		Deriv. T Doble		Imp./0,1334	491,4				0,932
31	30	32		Deriv. T Doble		Imp./9,2143	245,7				16,095
32	30	33		Deriv. T Doble		Imp./9,2143	245,7				16,095
34	36	34		Bifurcación T		Imp./1	245,7				1,747
35	36	35		Bifurcación T		Imp./1	245,7				1,747
51	51	52		Codo		Imp./0,3243	-405				1,539
52	53	54		Codo		Imp./0,0704	405				0,334
54	55	56		Derivación T		Imp./-0,0675	270				-0,142
55	55	57		Derivación T		Imp./3,87	135				2,041
57	58	59		Codo		Imp./0,1565	270				0,33
59	60	61		Derivación T		Imp./0,24	135				0,127
60	60	62		Derivación T		Imp./1,28	135				0,675
64	67	65		Bifurcación T		Imp./1	67,5				0,132
65	67	66		Bifurcación T		Imp./1	67,5				0,132
69	70	71		Obstáculo		Imp./1,2	315				3,445
67	71	69		Bifurcación T		Imp./1	157,5				0,718
68	71	70		Bifurcación T		Imp./1	157,5				0,718
71	72	73		Obstáculo		Imp./1,2	982,8				20,938
73	74	75		Obstáculo		Imp./1,2	135				0,633
75	76	77		Obstáculo		Imp./1,2	270				2,531

13.1.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.3 Resultados U. Terminales UTA Impulsión Sistema Despachos-Taller

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
37	TALLER	Circular regulables conos	245,7	5,76	3,05	1,03	17		200			
38	TALLER	Circular regulables conos	245,7	5,76	3,05	1,03	17		200			
39	TALLER	Circular regulables conos	245,7	5,76	3,05	1,03	17		200			
40	TALLER	Circular regulables conos	245,7	5,76	3,05	1,03	17		200			
63	OFICINA_3	Circular regulables conos	135	4,24	2,6	0,68	9		160			
64	OFICINA_3	Circular regulables conos	135	4,24	2,6	0,68	9		160			
68	OFICINA_2	Circular regulables conos	67,5	2,2	1,9	0,5			160			
69	OFICINA_2	Circular regulables conos	67,5	2,2	1,9	0,5			160			
70	OFICINA_1	Circular regulables conos	157,5	5,55	3,05	0,79	9		160			
71	OFICINA_1	Circular regulables conos	157,5	5,55	3,05	0,79	9		160			

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.1.5. Acondicionador

Nudo Origen: 42

Nudo Destino: 41

Presión "P" (Pa) = 308,508

Caudal "Q" (m³/h) = 1.702,8

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (308,508 x 1.702,8) / (3600 x 0,762) = 192

Wesp = 406 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.2. UTA. Retorno de aire del Sistema Taller-Despachos

13.2.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.2.2. Resultados Nudos

Tabla 13.4 Resultados nudos UTA Retorno Sistema Despachos-Taller

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	34,36	-177,18	-142,81				
2	34,36	0,6	34,96				
3	34,36	-176,58	-142,22				

4	34,36	-174,52	-140,16			
5	34,36	-173,93	-139,56			
6	34,36	-165,73	-131,36			
7	34,36	-165,13	-130,76			
8	4,75	-149,34	-144,59			
9	30,43	-110,11	-79,68			
10	4,75	-148,9	-144,16			
11	4,75	-147,95	-143,21			
12	4,75	-145,77	-141,02			
13	4,75	-145,08	-140,33			
14	4,75	-144,86	-140,12			
15	4,75	-143,94	-139,19			
16	4,75	-143,61	-138,86			
17	4,75	-142,07	-137,32			
18	4,75	-140,02	-135,28			
19	4,75	-141,56	-136,82			
20	4,75	-139,9	-135,15			
21	4,75	-139,54	-134,79			
30	2,11	-126,63	-124,52			
31	2,11	-126,3	-124,19			
40	30,43	-108,25	-77,83			
41	30,43	-103,46	-73,04			
41	30,43	-102,86	-72,44			
42	30,43	-95,11	-64,68			
43	30,43	-94,51	-64,08			
44	30,43	-86,75	-56,33			
45	30,43	-76,54	-46,11			
46	30,43	-84,29	-53,87			
47	17,45	-60,32	-42,87			
48	2,87	-43,7	-40,83			
49	30,43	-75,43	-45			
50	17,45	-59,77	-42,32			
51	17,45	-57,92	-40,47			
55	12,42	-23,45	-11,03			
56	12,42	-22,83	-10,41			
60	3,11	-8,76	-5,65			
61	3,11	-8,6	-5,5			

74	0,72	-36,81	-36,09				
75	0,72	-36,77	-36,06				
80	2,11	-126,13	-124,02				
81	2,11	-123,59	-121,49				
82	4,75	-139,41	-134,67				
83	4,75	-133,72	-128,97				
84	2,87	-43,51	-40,63				
85	2,87	-40,06	-37,19				
86	17,45	-57,56	-40,11				
87	17,45	-36,62	-19,18				
88	34,36	-0	34,36	1.702,8	34,36	0*	
85	4,75	-133,04	-128,3	67,5	-5,2	0*	123,1
86	3,3	-130,33	-127,03				
83	3,3	-129,27	-125,98	67,5	-5,2	0	120,78
84	2,11	-127,1	-124,99				
81	2,11	-123,21	-121,1	135	-4	0	117,1
82	0,53	-121	-120,47				
80	0,53	-120,79	-120,26	135	-4	0	116,26
78	0,72	-36,56	-35,84	157,5	-4,63	0	31,21
64	17,45	-35,93	-18,48	327,6	-5,24	0	13,24
65	12,42	-23,92	-11,5				
66	12,42	-21,95	-9,52	327,6	-5,24	0	4,29
67	3,11	-8,9	-5,8				
68	3,11	-8,34	-5,24	327,6	-5,24	0	
65	2,87	-39,86	-36,99	157,5	-4,63	0	32,36
66	0,72	-36,85	-36,13				

13.2.3. Resultados Ramas

Tabla 13.5 Resultados Ramas UTA Retorno Sistema Despachos-Taller

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			1.702,8				-177,773
3	3	4		Transición		Asp./0,06	-1.702,8				2,062
2	1	3	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0189	-1.702,8	250x250	273	7,57(*)	0,595

5	5	6		Codo		Asp./0,2386	-1.702,8					8,199
4	4	5	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0189	-1.702,8	250x250	273	7,57		0,595
7	7	8		Bifurcación Y		Asp./-2,9137	-405					-13,829
8	7	9		Bifurcación Y		Asp./1,6789	-1.297,8					51,082
6	6	7	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0189	-1.702,8	250x250	273	7,57		0,597
10	10	11		Codo		Asp./0,2004	-405					0,951
9	8	10	0,7	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81		0,434
12	12	13		Codo		Asp./0,1459	-405					0,693
11	11	12	3,52	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81		2,183
14	14	15		Codo		Asp./0,1946	-405					0,923
13	13	14	0,34	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81		0,213
16	16	17		Codo		Asp./0,3243	-405					1,539
15	15	16	0,54	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81		0,332
18	18	19		Codo		Asp./0,3243	405					1,539
19	20	21		Codo		Asp./0,0754	-405					0,358
29	30	31		Codo		Asp./0,1565	-270					0,33
39	40	41		Codo		Asp./0,1575	-1.297,8					4,791
38	9	40	0,62	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	-1.297,8	225x225	246	7,12		1,855
40	19	17	0,82	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	405	200x200	219	2,81		0,508
41	41	42		Codo		Asp./0,2548	-1.297,8					7,753
40	41	41	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	-1.297,8	225x225	246	7,12		0,601
43	43	44		Codo		Asp./0,2548	-1.297,8					7,753
42	42	43	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	-1.297,8	225x225	246	7,12		0,601
44	45	46		Codo		Asp./0,2548	1.297,8					7,753
44	18	20	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81		0,124
45	46	44	0,82	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	1.297,8	225x225	246	7,12		2,463
47	49	47		Bifurcación T		Asp./0,1221	-982,8					2,13
48	49	48		Bifurcación T		Asp./1,4535	-315					4,173
46	45	49	0,37	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	-1.297,8	225x225	246	7,12		1,111
50	50	51		Codo		Asp./0,1059	-982,8					1,848

49	47	50	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0202	-982,8	225x225	246	5,39	0,554
55	55	56		Transición		Asp./0,05	-655,2				0,621
60	60	61		Transición		Asp./0,05	-327,6				0,155
74	74	75		Transición		Asp./0,05	-157,5				0,036
79	80	81		Obstáculo		Asp./1,2	-270				2,531
78	31	80	0,59	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0249	-270	200x200	219	1,88	0,176
81	82	83		Obstáculo		Asp./1,2	-405				5,695
80	21	82	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81	0,126
83	84	85		Obstáculo		Asp./1,2	-315				3,445
82	48	84	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0242	-315	200x200	219	2,19	0,196
85	86	87		Obstáculo		Asp./1,2	-982,8				20,938
84	51	86	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0202	-982,8	225x225	246	5,39	0,358
87	2	88	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0189	1.702,8	250x250	273	7,57	0,595
84	85	86		Rejilla		Asp./0,384	-337,5				1,266
83	83	85	1,09	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-405	200x200	219	2,81	0,676
82	83	84		Rejilla		Asp./0,4688	-270				0,989
81	86	83	2,37	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0239	-337,5	200x200	219	2,34	1,055
83	84	30	1,56	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0249	-270	200x200	219	1,88	0,465
80	81	82		Rejilla		Asp./1,2	-135				0,633
79	81	81	1,29	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0249	-270	200x200	219	1,88	0,383
79	82	80	2,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,029	-135	200x200	219	0,94	0,208
77	75	78	1,93	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,028	-157,5	200x200	219	1,09	0,219
62	64	65		Rejilla		Asp./0,5619	-655,2				6,979
61	87	64	0,39	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0202	-982,8	225x225	246	5,39	0,694
63	65	55	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0213	-655,2	200x200	219	4,55	0,471
65	66	67		Rejilla		Asp./1,2	-327,6				3,726
64	56	66	0,59	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0213	-655,2	200x200	219	4,55	0,888
66	67	60	0,34	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,024	-327,6	200x200	219	2,28	0,145

67	61	68	0,61	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,024	-327,6	200x200	219	2,28	0,258
64	65	66		Rejilla		Asp./1,2	-157,5				0,861
63	85	65	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0242	-315	200x200	219	2,19	0,198
65	66	74	0,32	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,028	-157,5	200x200	219	1,09	0,036

13.2.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.6 Resultados Unidades Terminales UTA Retorno Sistema Despachos-Taller

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
86	OFICINA_2	Simple Deflex.H	67,5	5,2	2,3			200x100				
84	OFICINA_2	Simple Deflex.H	67,5	5,2	2,3			200x100				
82	OFICINA_3	Simple Deflex.H	135	4	2,2			200x150				
80	OFICINA_3	Simple Deflex.H	135	4	2,2			200x150				
78	OFICINA_1	Simple Deflex.H	157,5	4,63	2,31			200x150				
65	TALLER	Simple Deflex.H	327,6	5,24	2,29			300x200				
67	TALLER	Simple Deflex.H	327,6	5,24	2,29			400x150				
68	TALLER	Simple Deflex.H	327,6	5,24	2,29			400x150				
66	OFICINA_1	Simple Deflex.H	157,5	4,63	2,31			200x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.2.5. Ventilador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 217,773

Caudal "Q" (m³/h) = 1.702,8

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (217,773 x 1.702,8) / (3600 x 0,762) = 135

Wesp = 285 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.3. UTA. Retorno del Sistema Cocina

13.3.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.3.2. Resultados Nudos

Tabla 13.7 Resultados nudos UTA Retorno Sistema Cocina

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m ³ /h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
5	16,16	-34,76	-18,59				
6	16,16	-39,44	-23,28				
26	16,16	-45,7	-29,54				

27	16,16	-41,01	-24,85				
23	16,16	-32,81	-16,65				
24	9,09	-21,62	-12,53				
25	1,01	-20,89	-19,88				
24	9,09	-21,4	-12,3				
25	9,09	-20,94	-11,85				
23	9,09	-20,63	-11,54				
24	4,04	-13,15	-9,11				
25	1,01	-13,27	-12,26				
24	4,04	-13,05	-9				
25	4,04	-12,84	-8,8				
22	4,04	-12,68	-8,64				
23	1,01	-8,72	-7,71				
24	1,01	-9,13	-8,12				
23	1,01	-8,69	-7,68				
24	1,01	-8,64	-7,63				
22	1,01	-8,6	-7,59				
23	1,01	-8,23	-7,22				
24	1,01	-20,77	-19,76	186,84	-7,09	0	12,67
25	1,01	-13,15	-12,14	186,84	-7,09	0*	5,05
26	1,01	-9	-7,99	186,84	-7,09	0	0,9
27	1,01	-8,1	-7,09	186,84	-7,09	0	
26	16,16	-46,08	-29,92				
27	16,16	-50,77	-34,61				
29	16,16	-51,96	-35,8				
28	16,16	-51,15	-34,99				
30	16,16	-52,34	-36,18				
31	16,16	0,38	16,54				
32	16,16	-0	16,16	747,35	16,16	0*	

13.3.3. Resultados Ramas

Tabla 13.8 Resultados Ramas UTA Retorno Sistema Cocina

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
5	5	6		Codo		Asp./0,2901	747,35				4,689

25	26	27		Codo		Asp./0,2901	-747,35					4,689
26	6	27	0,82	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19(*)		1,567
22	23	24		Derivación T		Asp./0,4533	-560,51					4,121
23	23	25		Derivación T		Asp./-3,2	-186,84					-3,232
21	5	23	1,02	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	-747,35	200x200	219	5,19		1,943
23	24	25		Transición		Asp./0,05	-560,51					0,455
22	24	24	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0218	-560,51	200x200	219	3,89		0,225
22	23	24		Derivación T		Asp./0,6	-373,68					2,424
23	23	25		Derivación T		Asp./-0,72	-186,84					-0,727
21	25	23	0,28	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0218	-560,51	200x200	219	3,89		0,314
23	24	25		Transición		Asp./0,05	-373,68					0,202
22	24	24	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0234	-373,68	200x200	219	2,59		0,107
21	22	23		Derivación T		Asp./0,92	-186,84					0,929
22	22	24		Derivación T		Asp./0,52	-186,84					0,525
20	25	22	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0234	-373,68	200x200	219	2,59		0,162
22	23	24		Transición		Asp./0,05	-186,84					0,051
21	23	23	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,031
22	22	23		Codo		Asp./0,3722	-186,84					0,376
21	24	22	0,24	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,037
23	25	24	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,123
24	25	25	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,123
25	24	26	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,123
26	23	27	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0269	-186,84	200x200	219	1,3		0,123
26	26	27		Codo		Asp./0,2901	747,35					4,689
25	26	26	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19		0,382
28	28	29		Transición		Asp./0,05	747,35					0,808
27	27	28	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19		0,382
30	30	31		Ventilador			747,35					-52,725
29	29	30	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19		0,382

31	31	32	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	0,382
----	----	----	-----	----------	-----------------	-------------	--------	---------	-----	------	-------

13.3.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.9 Resultados Unidades Terminales UTA Retorno Sistema Cocina

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
24	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
25	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
26	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
27	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.3.5. Ventilador

Nudo Origen: 30

Nudo Destino: 31

Presión "P" (Pa) = 92,725

Caudal "Q" (m³/h) = 747,35

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (92,725 x 747,35) / (3600 x 0,762) = 25

Wesp = 120 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.4. UTA. Impulsión del Sistema Cocina

13.4.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 130

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.4.2. Resultados Nudos

Tabla 13.10 Resultados Nudos UTA Retorno Impulsión Cocina

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	16,16	-44,19	-28,03				
2	16,16	32,64	48,8				
3	16,16	32,44	48,61				
4	16,16	31,64	47,8				
5	16,16	31,45	47,61				
6	16,16	26,76	42,92				
7	16,16	25,04	41,2				
8	16,16	20,35	36,51				

13	16,16	0,75	16,91				
14	16,16	5,44	21,6				
11	16,16	13,74	29,9				
12	16,16	12,29	28,45				
13	16,16	11,89	28,05				
14	16,16	7,2	23,36				
15	16,16	-0,78	15,38				
16	9,09	6,93	16,03				
17	1,01	6,21	7,22				
18	9,09	6,71	15,8				
19	9,09	6,26	15,35				
20	9,09	5,92	15,01				
21	4,04	11,24	15,28				
22	1,01	10,09	11,1				
23	4,04	11,14	15,18				
24	4,04	10,93	14,97				
25	4,04	10,77	14,81				
26	1,01	13,55	14,56				
27	1,01	12,5	13,51				
28	1,01	13,52	14,53				
29	1,01	13,47	14,48				
30	1,01	13,43	14,44				
31	1,01	13,06	14,07				
32	1,01	6,08	7,09	186,84	7,09	0*	
33	1,01	9,97	10,98	186,84	7,09	0	3,88
34	1,01	12,38	13,39	186,84	7,09	0	6,3
35	1,01	12,93	13,94	186,84	7,09	0	6,85
36	16,16	-24,24	-8,08	747,35	-8,08	0*	
37	16,16	-24,62	-8,46				
38	16,16	-44,02	-27,86				

13.4.3. Resultados Ramas

Tabla 13.11 Resultados Ramas UTA Impulsión Sistema Cocina

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long	Función	Mat./Rug.	Circ./f/Co	Caudal	W x H	D/De	V	Pérd.Pt
-------	---------	---------	------	---------	-----------	------------	--------	-------	------	---	---------

			(m)		(mm)		(m³/h)	(mm)	(mm)	(m/s)	(Pa)
2	1	2		Acondicionador			747,35				-76,825
3	3	4		Transición		Imp./0,05	747,35				0,808
5	5	6		Codo		Imp./0,2901	747,35				4,689
7	7	8		Codo		Imp./0,2901	747,35				4,689
6	6	7	0,9	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19(*)	1,72
13	13	14		Codo		Imp./0,2901	-747,35				4,689
10	11	12		Codo		Imp./0,0899	747,35				1,453
9	8	11	3,46	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	6,604
12	13	14		Codo		Imp./0,2901	747,35				4,689
11	12	13	0,21	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	0,404
13	14	14	0,92	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	-747,35	200x200	219	5,19	1,758
15	15	16		Derivación T		Imp./-0,0711	560,51				-0,646
16	15	17		Derivación T		Imp./8,08	186,84				8,161
14	13	15	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	1,533
18	18	19		Transición		Imp./0,05	560,51				0,455
17	16	18	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0218	560,51	200x200	219	3,89	0,225
20	20	21		Derivación T		Imp./-0,0675	373,68				-0,273
21	20	22		Derivación T		Imp./3,87	186,84				3,909
19	19	20	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0218	560,51	200x200	219	3,89	0,336
23	23	24		Transición		Imp./0,05	373,68				0,202
22	21	23	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0234	373,68	200x200	219	2,59	0,107
25	25	26		Derivación T		Imp./0,24	186,84				0,242
26	25	27		Derivación T		Imp./1,28	186,84				1,293
24	24	25	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0234	373,68	200x200	219	2,59	0,167
28	28	29		Transición		Imp./0,05	186,84				0,051
27	26	28	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,031
30	30	31		Codo		Imp./0,3722	186,84				0,376
29	29	30	0,27	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,042
31	17	32	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,123

32	22	33	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,123
33	27	34	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,123
34	31	35	0,8	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0269	186,84	200x200	219	1,3	0,123
33	5	4	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	-747,35	200x200	219	5,19	0,191
34	3	2	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0209	-747,35	200x200	219	5,19	0,191
36	37	38		Obstáculo		Asp./1,2	747,35				19,393
35	36	37	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	0,382
37	38	1	0,09	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0209	747,35	200x200	219	5,19	0,172

13.4.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.12 Resultados Unidades Terminales UTA Impulsión Sistema Cocina

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
32	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
33	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
34	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				
35	COCINA	Simple Deflex.H	186,84	7,09	2,72			200x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.4.5. Acondicionador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 206,825

Caudal "Q" (m³/h) = 747,35

$$\text{Potencia (W)} = (P \times Q) / (3600 \times \text{Rend.}) = (206,825 \times 747,35) / (3600 \times 0,762) = 56$$

$$\text{Wesp} = 270 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{s}) \text{ Categoría SFP 1}$$

13.5. UTA. Impulsión de Aire del Sistema Cafetería-Comedor.

13.5.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 114

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.5.2. Resultados Nudos

Tabla 13.13 Resultados Nudos UTA Impulsión Sistema Cafetería-Comedor

Nudo	P.Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	38,4	-104,54	-66,14				
2	38,4	56,81	95,21				
3	38,4	55,95	94,35				
4	38,4	54,03	92,43				
5	38,4	48,39	86,79				
6	38,4	38,59	76,99				
7	38,4	37,53	75,93				
8	38,4	27,73	66,13				
51	38,4	-58,03	-19,63				
52	38,4	-104,11	-65,71				
9	38,4	13,99	52,39				
10	38,4	23,79	62,19				
11	38,4	6,77	45,17				
12	9,6	33,26	42,86				
13	9,6	23,28	32,88				
14	9,6	10,3	19,9				
15	2,4	16,93	19,33				
16	2,4	14,43	16,83				
17	2,4	16,86	19,26				
18	2,4	16,74	19,14				
19	2,4	16,07	18,47				
20	2,4	15,25	17,65				
21	9,6	20,55	30,15				
22	2,4	27,18	29,58				
23	2,4	24,68	27,08				
24	2,4	26,53	28,93				
25	2,4	25,7	28,1				
26	2,4	14,36	16,76				
27	12,3	2,1	14,39				
28	12,3	1,67	13,97				
29	12,3	-1,03	11,26				
31	2,4	15,18	17,58				
32	12,3	2,91	15,21				
33	12,3	2,49	14,78				
34	12,3	-0,22	12,08				

36	2,4	24,61	27,01				
37	9,5	15,64	25,14				
38	2,4	25,64	28,04				
39	12,3	13,37	25,67				
47	9,6	22,6	32,2				
48	9,6	11,08	20,68				
49	9,6	32,7	42,3				
50	9,6	21,18	30,78				
30	12,3	-2,1	10,2	288	10,2	0*	
35	12,3	-1,28	11,02	288	10,2	0	0,82
42	9,5	12,47	21,97	288	10,2	0	11,77
45	12,3	9,18	21,47	288	10,2	0	11,27
40	9,5	15,33	24,83				
41	9,5	13,24	22,74				
43	12,3	12,94	25,24				
44	12,3	10,24	22,54				
46	38,4	-57,6	-19,2	1.152	-19,2	0*	

13.5.3. Resultados Ramas

Tabla 13.14 Resultados Ramas UTA Impulsión Sistema Cafetería-Comedor

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Acondicionador			1.152				-161,347
3	3	4		Transición		Imp./0,05	1.152				1,92
2	2	3	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	1.152	200x200	219	8(*)	0,857
5	5	6		Codo		Imp./0,2551	1.152				9,796
4	4	5	1,32	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	1.152	200x200	219	8	5,642
7	7	8		Codo		Imp./0,2551	1.152				9,796
6	6	7	0,25	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	1.152	200x200	219	8	1,068
9	10	8	0,92	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	-1.152	200x200	219	8	3,943
10	9	11	1,69	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	1.152	200x200	219	8	7,226
16	15	17	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,067

18	18	19	2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,669
23	22	24	1,94	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,647
25	16	26	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,067
27	27	28	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	0,425
29	29	30	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	1,063
30	20	31	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,067
32	32	33	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	0,425
34	34	35	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	1,063
35	23	36	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,067
37	25	38	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0246	288	200x200	219	2	0,067
39	37	40	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0237	288		160	3,98	0,31
41	41	42	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0237	288		160	3,98	0,774
42	39	43	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	0,425
44	44	45	0,5	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0236	288		150	4,53	1,063
45	13	47	0,57	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0217	576	200x200	219	4	0,675
47	48	14	0,66	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0217	576	200x200	219	4	0,78
47	12	49	0,47	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0217	576	200x200	219	4	0,561
49	50	21	0,53	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0217	576	200x200	219	4	0,63
50	51	52		Obstáculo		Asp./1,2	1.152				46,08
49	46	51	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	1.152	200x200	219	8	0,429
51	52	1	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	1.152	200x200	219	8	0,429
9	9	10		Codo		Imp./0,2551	-1.152				9,796
11	11	12		Derivación T		Imp./0,24	576				2,304
12	11	13		Derivación T		Imp./1,28	576				12,288
14	14	15		Derivación T		Imp./0,24	288				0,576
15	14	16		Derivación T		Imp./1,28	288				3,072
17	17	18		Transición		Imp./0,05	288				0,12

19	19	20		Codo		Imp./0,3433	288					0,824
21	21	22		Derivación T		Imp./0,24	288					0,576
22	21	23		Derivación T		Imp./1,28	288					3,072
24	24	25		Codo		Imp./0,3433	288					0,824
26	26	27		Transición		Imp./0,1928	288					2,371
28	28	29		Codo		Imp./0,22	288					2,705
31	31	32		Transición		Imp./0,1928	288					2,371
33	33	34		Codo		Imp./0,22	288					2,705
36	36	37		Transición		Imp./0,197	288					1,871
38	38	39		Transición		Imp./0,1928	288					2,371
46	47	48		Obstáculo		Imp./1,2	576					11,52
48	49	50		Obstáculo		Imp./1,2	576					11,52
40	40	41		Codo		Imp./0,22	288					2,09
43	43	44		Codo		Imp./0,22	288					2,705

13.5.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.15 Resultados Unidades Terminales UTA Impulsión Sistema Cafetería-Comedor

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
30	CAFETERIA-COMEDOR	Circular regulables conos	288	10,2	3,6	1,7	26		200			
35	CAFETERIA-COMEDOR	Circular regulables conos	288	10,2	3,6	1,7	26		200			
42	CAFETERIA-COMEDOR	Circular regulables conos	288	10,2	3,6	1,7	26		200			
45	CAFETERIA-COMEDOR	Circular regulables conos	288	10,2	3,6	1,7	26		200			

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.5.5. Acondicionador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 275,347

Caudal "Q" (m³/h) = 1.152

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (275,347 x 1.152) / (3600 x 0,762) = 116

Wesp = 363 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.6. UTA. Retorno de Aire del Sistema Cafetería-Comedor

13.6.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 114

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.6.2. Resultados Nudos

Tabla 13.16 Resultados Nudos UTA Retorno Sistema Cafetería-Comedor

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	38,4	-132,4	-94				
2	38,4	0,86	39,26				
3	38,4	-131,55	-93,15				
4	38,4	-129,63	-91,23				
5	38,4	-121,86	-83,46				
6	38,4	-112,06	-73,66				
7	38,4	-111,14	-72,74				
8	38,4	-101,34	-62,94				
38	38,4	0	38,4	1.152	38,4	0*	
9	38,4	-85,46	-47,06				
10	38,4	-95,25	-56,85				
17	13,82	-33,2	-19,38				
18	13,82	-32,51	-18,69				
19	13,82	-31,8	-17,98				
20	13,82	-29,35	-15,53				
24	6,14	-13,67	-7,53				
25	6,14	-13,36	-7,22				
29	1,54	-6,2	-4,66				
30	1,54	-6,12	-4,59				
35	38,4	-81,14	-42,74	230,4	-4,39	0	38,35
36	24,58	-55,79	-31,22				
33	24,58	-53,06	-28,49	230,4	-4,39	0	24,1
34	13,82	-33,71	-19,89				
31	13,82	-27,12	-13,3	230,4	-4,39	0*	8,91
32	6,14	-13,91	-7,77				
29	6,14	-12,71	-6,56	230,4	-4,39	0	2,18
30	1,54	-6,26	-4,72				
28	1,54	-5,92	-4,39	230,4	-4,39	0	-0

13.6.3. Resultados Ramas

Tabla 13.17 Resultados Ramas UTA Retorno Sistema Cafetería-Comedor

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			1.152				-133,26
3	3	4		Transición		Asp./0,05	-1.152				1,92
2	1	3	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	-1.152	200x200	219	8(*)	0,857
5	5	6		Codo		Asp./0,2551	-1.152				9,796
4	4	5	1,81	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	-1.152	200x200	219	8	7,768
7	7	8		Codo		Asp./0,2551	-1.152				9,796
6	6	7	0,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	-1.152	200x200	219	8	0,924
9	10	8	1,42	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	1.152	200x200	219	8	6,086
18	18	19	0,43	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0211	-691,2	200x200	219	4,8	0,713
37	2	38	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0197	1.152	200x200	219	8	0,857
33	9	35	1,01	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0197	-1.152	200x200	219	8	4,32
31	36	33	0,97	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0203	-921,6	200x200	219	6,4	2,732
33	34	17	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0211	-691,2	200x200	219	4,8	0,506
29	20	31	1,35	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0211	-691,2	200x200	219	4,8	2,23
31	32	24	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0225	-460,8	200x200	219	3,2	0,242
27	25	29	0,83	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0225	-460,8	200x200	219	3,2	0,654
29	30	29	0,26	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0258	-230,4	200x200	219	1,6	0,057
27	30	28	0,9	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0258	-230,4	200x200	219	1,6	0,202
8	9	10		Codo		Asp./0,2551	1.152				9,796
17	17	18		Transición		Asp./0,05	-691,2				0,691
19	19	20		Codo		Asp./0,1771	-691,2				2,448
24	24	25		Transición		Asp./0,05	-460,8				0,307

29	29	30		Transición		Asp./0,05	-230,4					0,077
34	35	36		Rejilla		Asp./0,4688	-921,6					11,52
32	33	34		Rejilla		Asp./0,6222	-691,2					8,602
30	31	32		Rejilla		Asp./0,9	-460,8					5,53
28	29	30		Rejilla		Asp./1,2	-230,4					1,843

13.6.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.18 Resultados Unidades Terminales UTA Retorno Sistema Cafetería-Comedor

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
36	CAFETERIA-COMEDOR	Doble Deflex.V-H	230,4	4,39	2,07			300x150				
34	CAFETERIA-COMEDOR	Doble Deflex.V-H	230,4	4,39	2,07			300x150				
32	CAFETERIA-COMEDOR	Doble Deflex.V-H	230,4	4,39	2,07			300x150				
30	CAFETERIA-COMEDOR	Doble Deflex.V-H	230,4	4,39	2,07			300x150				
28	CAFETERIA-COMEDOR	Doble Deflex.V-H	230,4	4,39	2,07			300x150				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.6.5. Ventilador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 247,26

Caudal "Q" (m³/h) = 1.152

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (247,26 x 1.152) / (3600 x 0,762) = 104

Wesp = 325 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.7. UTA. Impulsión de Aire del Sistema Salón de Actos

13.7.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 15 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 15 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 100

Batería fría: 70

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.7.2. Resultados Nudos

Tabla 13.19 Resultados Nudos UTA Impulsión Sistema Salón de Actos

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m ³ /h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
10	126,15	6,63	132,77				

11	126,15	-249,65	-123,5				
10	126,15	5,1	131,25				
11	126,15	-1,21	124,94				
70	126,15	-248,73	-122,58				
71	111,76	-193,83	-82,07				
72	48,17	-145,79	-97,62				
73	111,76	-192,89	-81,13	6.970	-55,88	-25,25 (!)	
75	48,17	-72,9	-24,73				
76	48,17	-145,15	-96,98				
76	48,17	-72,25	-24,08	2.280	-24,08	0*	
74	126,15	-2,12	124,02				
75	81,18	6,33	87,51				
76	81,18	6,33	87,51				
77	81,18	5,52	86,7				
78	81,18	-5,19	75,99				
79	81,18	-12,64	68,55				
80	81,18	-30,5	50,69				
79	81,18	5,52	86,7				
80	81,18	-5,19	75,99				
81	81,18	-12,63	68,56				
82	81,18	-30,49	50,7				
83	81,18	-53,25	27,93				
84	81,18	-35,39	45,79				
71	81,18	-52,86	28,32				
72	81,18	-35	46,18				
44	63,3	-28,85	34,45				
45	63,3	-37,21	26,1				
27	38,91	-12,48	26,43				
28	38,91	-19,7	19,21				
92	69,17	-38,98	30,2	355,77	15,88	0*	14,31
93	76,6	-44,32	32,27				
94	76,6	-45,15	31,45	355,77	28,92	0	2,52
95	63,3	-28,52	34,79				
94	63,3	-29,1	34,2				
95	63,3	-37,46	25,85				
89	63,3	-42	21,3	355,77	15,88	0	5,41
90	68,97	-45,77	23,2				

91	68,97	-46,59	22,38	355,77	15,88	0	6,49
92	61,75	-36,75	25				
93	61,75	-37,51	24,24	355,77	15,88	0	8,35
94	57,47	-31,05	26,42				
95	57,47	-31,81	25,65				
96	57,47	-34,69	22,78				
97	57,47	-35,45	22,02	355,77	15,88	0	6,14
98	59,8	-36,05	23,74				
99	59,8	-36,93	22,87	355,77	15,88	0	6,98
100	41,53	-15,37	26,15				
97	38,91	-23,03	15,88	355,77	15,88	0	-0
98	33,36	-15,87	17,48				
99	33,36	-16,52	16,83	355,77	15,88	0	0,95
100	14,83	3,34	18,17				
99	81,18	-53,67	27,52	355,77	15,88	0	11,63
100	69,17	-38,28	30,89				
95	81,18	-53,66	27,53	355,77	15,88	0	11,64
96	69,17	-38,28	30,9				
97	69,17	-38,97	30,21	355,77	15,88	0	14,32
98	76,6	-44,32	32,28				
99	76,6	-45,14	31,45	355,77	15,88	0	15,57
100	63,3	-28,51	34,8				
99	63,3	-38,15	25,16				
100	63,3	-41,31	21,99				
101	63,3	-37,73	25,58				
102	63,3	-40,89	22,41				
95	63,3	-41,58	21,72	355,77	15,88	0	5,84
96	51,28	-26,71	24,57				
97	51,28	-27,13	24,14	355,77	15,88	0	8,26
98	54,49	-28,81	25,68				
99	54,49	-29,47	25,03	355,77	15,88	0	9,14
100	47,28	-20,06	27,22				
99	41,53	-15,99	25,53	355,77	15,88	0	9,65
100	38,91	-11,93	26,98				
99	38,91	-20,36	18,55				
100	38,91	-22,31	16,6				
95	47,28	-20,65	26,63				

96	47,28	-23,02	24,26										
97	47,28	-23,46	23,81	355,77	15,88	0	7,93						
98	42,22	-16,6	25,62										
99	42,22	-17,02	25,2	355,77	15,88	0	9,31						
100	29,32	-1,8	27,52										
101	29,32	-2,21	27,11	355,77	15,88	0	11,23						
102	26,58	1,63	28,2										
101	26,58	1,32	27,9										
102	26,58	-3,61	22,96										
90	26,58	-3,96	22,61	355,77	15,88	0	6,73						
91	21,89	1,89	23,78										
92	21,89	1,51	23,39	355,77	15,88	0	7,51						
93	14,83	9,8	24,63										
92	14,83	3,04	17,86	355,77	15,88	0	1,98						
93	18,76	-0,46	18,31										
94	18,76	-1,42	17,34	355,77	15,88	0	1,46						
95	14,83	9,5	24,33	355,77	15,88	0	8,44						
96	3,71	20,47	24,18										
97	3,71	20,34	24,05	355,77	15,88	0	8,16						

13.7.3. Resultados Ramas

Tabla 13.20 Resultados Ramas UTA Impulsión Sistema Salón de Actos

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
9	11	10		Acondicionador			9.250				-256,273
8	10	11		Transición		Imp./0,05	9.250				6,307
7	10	10	0,33	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0157	9.250	475	14,5(*)	1,524	
70	70	71		Derivación T		Asp./0,3625	-6.970				40,51
71	70	72		Derivación T		Asp./0,5182	-2.280				24,958
69	11	70	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0157	-9.250	475	14,5	0,92	
72	71	73	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0162	-6.970	425	13,65	0,937	
74	75	76		Obstáculo		Asp./1,5	2.280				72,251
73	76	75	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0182	2.280	300	8,96	0,644	

75	76	72	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0182	2.280		300	8,96	0,644
71	74	75		Bifurcación Y		Imp./0,4498	4.625				36,512
72	74	76		Bifurcación Y		Imp./0,4498	4.625				36,512
70	11	74	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0157	9.250		475	14,5	0,92
74	77	78		Codo		Imp./0,132	4.625				10,716
73	75	77	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63	0,804
76	79	80		Codo		Imp./0,22	4.625				17,86
75	78	79	1,85	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63	7,441
76	79	80		Codo		Imp./0,132	4.625				10,716
75	76	79	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63	0,804
78	81	82		Codo		Imp./0,22	4.625				17,86
77	80	81	1,85	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63	7,433
83	84	82	1,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	-4.625		375	11,63	4,907
79	72	80	1,12	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	-4.625		375	11,63	4,505
82	83	84		Codo		Imp./0,22	-4.625				17,86
69	71	72		Codo		Imp./0,22	-4.625				17,86
44	44	45		Codo		Imp./0,132	3.557,69				8,356
27	27	28		Codo		Imp./0,1857	1.423,08				7,225
91	92	93		Tobera		Imp./-0,0271	3.913,46				-2,075
93	94	95		Tobera		Imp./-0,0528	3.557,69				-3,342
92	93	94	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0172	3.913,46		350	11,3	0,828
93	94	95		Codo		Imp./0,132	3.557,69				8,356
92	95	94	0,17	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27	0,585
88	89	90		Tobera		Imp./-0,0275	3.201,92				-1,899
90	91	92		Tobera		Imp./-0,0425	2.846,15				-2,625
89	90	91	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0176	3.201,92		325	10,72	0,82
92	93	94		Tobera		Imp./-0,0379	2.490,38				-2,18
91	92	93	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0178	2.846,15		315	10,14	0,767
94	95	96		Transición		Imp./0,05	2.490,38				2,873
93	94	95	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0181	2.490,38		300	9,79	0,761

96	97	98		Tobera		Imp./-0,0288	2.134,62					-1,724
95	96	97	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0181	2.490,38		300	9,79		0,761
98	99	100		Tobera		Imp./-0,0792	1.778,85					-3,289
97	98	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0184	2.134,62		275	9,98		0,879
95	97	98		Tobera		Imp./-0,048	1.067,31					-1,6
97	99	100		Tobera		Imp./-0,09	711,54					-1,334
96	98	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0199	1.067,31		225	7,46		0,649
97	99	100		Tobera		Imp./-0,0488	4.269,23					-3,372
96	71	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63		0,804
98	100	92	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,017	4.269,23		375	10,74		0,691
93	95	96		Tobera		Imp./-0,0487	4.269,23					-3,372
92	83	95	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0169	4.625		375	11,63		0,402
95	97	98		Tobera		Imp./-0,0271	3.913,46					-2,075
94	96	97	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,017	4.269,23		375	10,74		0,691
97	99	100		Tobera		Imp./-0,0528	3.557,69					-3,342
96	98	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0172	3.913,46		350	11,3		0,828
96	99	100		Transición		Imp./0,05	3.557,69					3,165
95	95	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27		0,691
97	100	89	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27		0,691
98	100	44	0,1	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27		0,346
99	101	102		Transición		Imp./0,05	3.557,69					3,165
98	45	101	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27		0,518
93	95	96		Tobera		Imp./-0,0556	3.201,92					-2,849
92	102	95	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0174	3.557,69		350	10,27		0,691
95	97	98		Tobera		Imp./-0,0282	2.846,15					-1,538
94	96	97	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0176	3.201,92		350	9,24		0,425
97	99	100		Tobera		Imp./-0,0464	2.490,38					-2,195
96	98	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0178	2.846,15		325	9,53		0,656
96	99	100		Tobera		Imp./-0,0371	1.423,08					-1,445

95	100	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0188	1.778,85		275	8,32	0,623
97	100	27	0,16	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0192	1.423,08		250	8,05	0,543
96	99	100		Transición		Imp./0,05	1.423,08				1,946
95	28	99	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0192	1.423,08		250	8,05	0,659
97	100	97	0,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0192	1.423,08		250	8,05	0,719
93	95	96		Transición		Imp./0,05	2.490,38				2,364
92	100	95	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0181	2.490,38		315	8,88	0,596
95	97	98		Tobera		Imp./-0,0428	2.134,62				-1,808
94	96	97	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0181	2.490,38		315	8,88	0,447
97	99	100		Tobera		Imp./-0,0792	1.778,85				-2,322
96	98	99	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0184	2.134,62		300	8,39	0,427
99	101	102		Tobera		Imp./-0,041	1.423,08				-1,09
98	100	101	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0188	1.778,85		300	6,99	0,404
99	101	102		Codo		Imp./0,1857	1.423,08				4,935
98	102	101	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0193	1.423,08		275	6,66	0,308
89	90	91		Tobera		Imp./-0,0533	1.067,31				-1,166
88	102	90	0,17	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0193	1.423,08		275	6,66	0,35
91	92	93		Tobera		Imp./-0,0835	711,54				-1,238
90	91	92	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,02	1.067,31		250	6,04	0,385
91	92	93		Tobera		Imp./-0,0237	355,77				-0,445
90	100	92	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0211	711,54		225	4,97	0,305
92	93	94	0,31	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0228	355,77		150	5,59	0,967
94	95	96		Tobera		Imp./0,04	355,77				0,148
93	93	95	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0211	711,54		225	4,97	0,305
95	96	97	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0237	355,77		225	2,49	0,129

13.7.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.21 Resultados Unidades Terminales UTA Impulsión Sistema Salón de Actos

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
92	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
94	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	28,92	7,57	6,05	14,46		250			
89	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
91	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
93	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
95	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
95	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
99	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
101	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
90	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
92	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
92	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
94	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
95	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			
97	SALON_DE_ACTOS	Tobera esférica	355,77	15,88	5,37	5,55	15,85		314			

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.7.5. Acondicionador

Nudo Origen: 11

Nudo Destino: 10

Presión "P" (Pa) = 426,273

Caudal "Q" (m³/h) = 9.250

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (426,273 x 9.250) / (3600 x 0,762) = 1.437

Wesp = 559 W/(m³/s) Categoría SFP 2

13.8. UTA. Retorno de Aire del Sistema Salón de actos

Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 15 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 15 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 70

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.8.1. Resultados Nudos*Tabla 13.22 Resultados Nudos UTA Retorno Sistema Salón de Actos*

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	126,15	-463,74	-337,6				
2	126,15	157,24	283,39				
3	126,15	-462,37	-336,22				
4	126,15	-456,06	-329,91				
76	126,15	155,86	282,01				
77	111,76	169,51	281,27				
78	48,17	82,8	130,97				
79	111,76	0	111,76	6.970	111,76	0*	
78	111,76	168,57	280,33				
79	111,76	0,94	112,69				
80	48,17	82,16	130,33				
81	48,17	9,91	58,08				
81	126,15	-455,14	-328,99				
82	81,18	-339,53	-258,35				
83	81,18	-339,53	-258,35				
84	81,18	-338,73	-257,55				
85	81,18	-328,01	-246,83				
86	81,18	-338,73	-257,55				
87	81,18	-328,01	-246,83				
88	81,18	-327,21	-246,02				
89	81,18	-309,35	-228,16				
90	81,18	-327,21	-246,02				
91	81,18	-309,35	-228,16				
87	81,18	-286,58	-205,4				
88	81,18	-304,44	-223,26				
81	81,18	-285,78	-204,59	355,77	-6,2	0*	198,4
82	69,17	-257,53	-188,36				

83	69,17	-256,84	-187,66	355,77	-6,2	0	181,47
84	76,6	-250,43	-173,83				
85	76,6	-249,6	-173	355,77	-6,2	0	166,81
86	63,3	-220,99	-157,68				
87	63,3	-220,3	-156,99	355,77	-6,2	0	150,8
88	68,97	-213,3	-144,33				
87	68,97	-212,39	-143,42				
88	68,97	-202,38	-133,41				
89	68,97	-201,56	-132,59				
90	68,97	-198,11	-129,14				
83	68,97	-195,65	-126,68	355,77	-6,2	0	120,48
84	61,75	-173,87	-112,12				
85	61,75	-172,33	-110,58	355,77	-6,2	0	104,39
86	57,47	-154,15	-96,69				
87	57,47	-152,63	-95,17	355,77	-6,2	0	88,97
88	59,8	-141,01	-81,21				
91	59,8	-139,25	-79,45				
92	59,8	-136,26	-76,46				
80	59,8	-134,5	-74,71	355,77	-6,2	0	68,51
81	41,53	-100,28	-58,76				
82	41,53	-99,04	-57,51	355,77	-6,2	0	51,32
83	38,91	-83,97	-45,06				
84	38,91	-82,65	-43,74	355,77	-6,2	0	37,54
85	33,36	-63,48	-30,12				
79	81,18	-286,58	-205,4				
80	81,18	-304,44	-223,26				
81	81,18	-285,88	-204,69	355,77	-6,2	0	198,5
82	69,17	-257,63	-188,46				
83	69,17	-256,94	-187,77	355,77	-6,2	0	181,57
84	76,6	-250,53	-173,93				
85	76,6	-249,7	-173,1	355,77	-6,2	0	166,91
86	63,3	-221,09	-157,79				
87	63,3	-220,4	-157,09	355,77	-6,2	0	150,9
88	68,97	-213,4	-144,43				
87	68,97	-212,66	-143,69				
88	68,97	-202,65	-133,68				
68	68,97	-195,92	-126,95	355,77	-6,2	0	120,75

69	61,75	-174,14	-112,39							
70	61,75	-172,6	-110,85	355,77	-6,2	0				104,66
71	57,47	-154,43	-96,96							
72	57,47	-152,9	-95,44	355,77	-6,2	0				89,24
73	59,8	-141,28	-81,48							
74	59,8	-139,52	-79,72							
75	59,8	-136,53	-76,73							
76	59,8	-134,77	-74,98	355,77	-6,2	0				68,78
77	41,53	-100,56	-59,03							
78	41,53	-99,31	-57,78	355,77	-6,2	0				51,59
79	38,91	-84,24	-45,33							
80	38,91	-82,92	-44,01	355,77	-6,2	0				37,81
81	33,36	-63,75	-30,39							
82	33,36	-62,18	-28,82							
83	33,36	-60,51	-27,15							
84	33,36	-59,21	-25,85	355,77	-6,2	0				19,66
85	14,83	-27,34	-12,51							
86	14,83	-26,73	-11,9	355,77	-6,2	0				5,7
87	18,76	-26,22	-7,45							
91	68,97	-201,83	-132,86							
92	68,97	-198,38	-129,41							
88	33,36	-62,44	-29,08							
89	33,36	-60,77	-27,41							
90	33,36	-59,47	-26,12	355,77	-6,2	0				19,92
91	14,83	-27,6	-12,77							
92	14,83	-26,99	-12,16	355,77	-6,2	0				5,97
93	18,76	-26,48	-7,72							
88	18,76	-24,96	-6,2	355,77	-6,2	0				
94	18,76	-25,22	-6,46	355,77	-6,2	0				0,26
82	48,17	9,26	57,43	2.280	48,17	9,26 (!)				

13.8.2. Resultados Ramas

Tabla 13.23 Resultados Ramas UTA Retorno Sistema Salón de Actos

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./#Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
-------	---------	---------	-------------	---------	-------------------	-----------	------------------	---------------	--------------	------------	-----------------

2	1	2		Ventilador			9.250					-620,986
3	3	4		Transición		Asp./0,05	-9.250					6,307
73	3	1	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0157	9.250		475	14,5(*)		1,379
76	76	77		Derivación T		Imp./0,0066	6.970					0,741
77	76	78		Derivación T		Imp./3,1357	2.280					151,039
76	2	76	0,3	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0157	9.250		475	14,5		1,379
77	78	79		Obstáculo		Imp./1,5	6.970					167,636
76	77	78	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0162	6.970		425	13,65		0,937
78	79	79	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0162	6.970		425	13,65		0,937
80	80	81		Obstáculo		Imp./1,5	2.280					72,251
79	78	80	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0182	2.280		300	8,96		0,644
81	81	82	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0182	2.280		300	8,96		0,644
80	81	82		Bifurcación Y		Asp./0,8702	-4.625					70,642
81	81	83		Bifurcación Y		Asp./0,8702	-4.625					70,642
79	4	81	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0157	-9.250		475	14,5		0,92
83	84	85		Codo		Asp./0,132	-4.625					10,716
82	83	84	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625		375	11,63		0,804
85	86	87		Codo		Asp./0,132	-4.625					10,716
84	82	86	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625		375	11,63		0,804
87	88	89		Codo		Asp./0,22	-4.625					17,86
86	85	88	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625		375	11,63		0,804
89	90	91		Codo		Asp./0,22	-4.625					17,86
88	87	90	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625		375	11,63		0,804
77	87	81	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625		375	11,63		0,804
79	82	83	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,017	-	4.269,23	375	10,74		0,691
81	84	85	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0172	-	3.913,46	350	11,3		0,828
83	86	87	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0174	-	3.557,69	350	10,27		0,691
83	88	87	0,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	-	3.201,92	325	10,72		0,91

85	88	89	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	3.201,92	-	325	10,72	0,82
79	90	83	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	3.201,92	-	325	10,72	2,461
81	84	85	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0178	2.846,15	-	315	10,14	1,535
83	86	87	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0181	2.490,38	-	300	9,79	1,522
77	92	80	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0184	2.134,62	-	275	9,98	1,758
79	81	82	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0188	1.778,85	-	275	8,32	1,246
81	83	84	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0192	1.423,08	-	250	8,05	1,318
77	79	81	0,17	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	-4.625	-	375	11,63	0,702
79	82	83	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,017	4.269,23	-	375	10,74	0,691
81	84	85	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0172	3.913,46	-	350	11,3	0,828
83	86	87	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0174	3.557,69	-	350	10,27	0,691
83	88	87	0,18	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	3.201,92	-	325	10,72	0,74
67	69	70	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0178	2.846,15	-	315	10,14	1,535
69	71	72	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0181	2.490,38	-	300	9,79	1,522
71	73	74	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0184	2.134,62	-	275	9,98	1,758
73	75	76	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0184	2.134,62	-	275	9,98	1,758
75	77	78	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0188	1.778,85	-	275	8,32	1,246
77	79	80	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0192	1.423,08	-	250	8,05	1,318
79	85	82	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0199	1.067,31	-	225	7,46	1,299
81	83	84	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0199	1.067,31	-	225	7,46	1,299
83	85	86	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0211	-711,54	-	225	4,97	0,611
87	88	91	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	3.201,92	-	325	10,72	0,82
89	92	68	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0176	3.201,92	-	325	10,72	2,461
87	88	91	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0184	2.134,62	-	275	9,98	1,758

85	87	88	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0228	-355,77		150	5,59	1,256
85	81	88	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0199	1.067,31	-	225	7,46	1,309
87	89	90	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0199	1.067,31	-	225	7,46	1,298
89	91	92	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0211	-711,54		225	4,97	0,608
91	93	94	0,4	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0228	-355,77		150	5,59	1,259
85	87	88		Codo		Asp./0,22	4.625				17,86
78	81	82		Rejilla		Asp./0,2347	4.269,23	-			16,237
80	83	84		Rejilla		Asp./0,1806	3.913,46	-			13,835
82	85	86		Rejilla		Asp./0,242	3.557,69	-			15,32
84	87	88		Rejilla		Asp./0,1836	3.201,92	-			12,661
84	87	88		Codo		Asp./0,1452	3.201,92	-			10,014
86	89	90		Transición		Asp./0,05	3.201,92	-			3,448
80	83	84		Rejilla		Asp./0,2358	2.846,15	-			14,56
82	85	86		Rejilla		Asp./0,2418	2.490,38	-			13,894
84	87	88		Rejilla		Asp./0,2334	2.134,62	-			13,956
88	91	92		Transición		Asp./0,05	2.134,62	-			2,99
78	80	81		Rejilla		Asp./0,384	1.778,85	-			15,946
80	82	83		Rejilla		Asp./0,3202	1.423,08	-			12,458
82	84	85		Rejilla		Asp./0,4082	1.067,31	-			13,619
77	79	80		Codo		Asp./0,22	4.625				17,86
78	81	82		Rejilla		Asp./0,2347	4.269,23	-			16,237
80	83	84		Rejilla		Asp./0,1806	3.913,46	-			13,835
82	85	86		Rejilla		Asp./0,242	3.557,69	-			15,32
84	87	88		Rejilla		Asp./0,1836	3.201,92	-			12,661
84	87	88		Codo		Asp./0,1452	3.201,92	-			10,014

66	68	69		Rejilla		Asp./0,2358	2.846,15	-				14,56
68	70	71		Rejilla		Asp./0,2418	2.490,38	-				13,894
70	72	73		Rejilla		Asp./0,2334	2.134,62	-				13,956
72	74	75		Transición		Asp./0,05	2.134,62	-				2,99
74	76	77		Rejilla		Asp./0,384	1.778,85	-				15,946
76	78	79		Rejilla		Asp./0,3202	1.423,08	-				12,458
78	80	81		Rejilla		Asp./0,4082	1.067,31	-				13,619
80	82	83		Transición		Asp./0,05	1.067,31	-				1,668
82	84	85		Rejilla		Asp./0,9	-711,54	-				13,344
84	86	87		Rejilla		Asp./0,237	-355,77	-				4,448
88	91	92		Transición		Asp./0,05	3.201,92	-				3,448
86	88	89		Transición		Asp./0,05	1.067,31	-				1,668
88	90	91		Rejilla		Asp./0,9	-711,54	-				13,344
90	92	93		Rejilla		Asp./0,237	-355,77	-				4,448
92	88	89	1,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	4.625		375	11,63		4,907
93	80	91	1,22	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0169	4.625		375	11,63		4,907

13.8.3. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.24 Resultados Unidades Terminales UTA Retorno Sistema Salón de Actos

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.filea x nº filas
82	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
84	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
86	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
88	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				

84	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
86	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
88	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
81	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
83	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
85	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
82	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
84	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
86	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
88	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
69	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
71	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
73	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
77	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
79	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
81	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
85	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
87	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
91	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
93	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			300x200				
88	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			600x100				
94	SALON_DE_ACTOS	Doble Deflex.V-H	355,77	6,2	2,49			600x100				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima

- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.8.4. Ventilador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 690,986

Caudal "Q" (m³/h) = 9.250

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (690,986 x 9.250) / (3600 x 0,762) = 2.330

Wesp = 907 W/(m³/s) Categoría SFP 3

13.9. UTA. Impulsión Aire del Sistema Aseos

13.9.1. Datos Generales

Impulsión

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Aspiración

Densidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Batería fría: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.9.2. Resultados Nudos*Tabla 13.25 Resultados Nudos UTA Impulsión Sistema Aseos*

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
3	37,06	104,49	141,56				
4	37,06	96,34	133,4				
5	37,06	93,32	130,38				
6	37,06	85,16	122,23				
2	37,06	105	142,06				
1	32,38	-88,42	-56,04				
39	32,38	-49,07	-16,69				
40	32,38	-87,92	-55,54				
7	37,06	75,45	112,51				
8	37,06	83,6	120,67				
9	37,06	19,21	56,27				
10	36,45	19,79	56,24				
11	12,72	-6,94	5,78				
12	36,45	18,59	55,05				
13	34,16	20,77	54,93				
14	8,89	6,24	15,13				
15	34,16	18,47	52,63				
16	29,28	23,09	52,38				
17	8,89	7,36	16,25				
18	29,28	22,52	51,8				
19	13,02	37,42	50,43				
20	16,47	-1,66	14,82				
21	13,02	37,15	50,16				
22	13,02	34,29	47,3				

23	13,02	32,06	45,08				
24	13,02	29,2	42,21				
25	13,02	28,93	41,94				
26	34,16	7,78	41,94				
27	12,72	11,22	23,94				
28	34,16	6,41	40,57				
29	34,16	-1,11	33,05				
30	12,72	-8,16	4,57	333,33	4,57	0*	-0
31	8,89	5,46	14,35	333,33	4,57	0	9,78
32	8,89	6,58	15,47	333,33	4,57	0	10,9
33	16,47	-3,33	13,15	333,33	4,57	0	8,58
34	12,72	10	22,73	333,33	4,57	0	18,16
35	34,16	-5,23	28,93	333,33	4,57	0	24,36
39	37,06	75,07	112,14				
40	37,06	19,48	56,54				
38	32,38	-48,57	-16,19	2.000	-16,19	0*	

13.9.3. Resultados Ramas

Tabla 13.26 Resultados Ramas UTA Impulsión Sistema Aseos

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ.f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
3	3	4		Codo		Imp./0,22	2.000				8,154
5	5	6		Codo		Imp./0,22	2.000				8,154
10	10	12	0,43	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0189	1.666,67		275	7,79	1,191
13	13	15	0,79	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0194	1.333,33		250	7,55	2,302
16	16	18	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0201	1.000		225	6,99	0,575
19	19	21	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0213	666,67		225	4,66	0,271
21	22	23	1,64	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0213	666,67		225	4,66	2,225
23	24	25	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0213	666,67		225	4,66	0,271
26	26	28	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0229	333,33		125	7,55	1,375

28	11	30	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	333,33		160	4,61	1,214
29	14	31	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0233	333,33		175	3,85	0,782
30	17	32	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0233	333,33		175	3,85	0,782
31	20	33	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,023	333,33		150	5,24	1,67
32	27	34	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0231	333,33		160	4,61	1,214
33	29	35	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0229	333,33		125	7,55	4,126
34	8	6	0,62	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	-2.000		300	7,86(*)	1,561
35	5	4	1,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	-2.000		300	7,86	3,021
34	1	2		Acondicionador			2.000				-198,096
33	3	2	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	-2.000		300	7,86	0,504
36	39	40		Obstáculo		Asp./1,2	2.000				38,856
35	38	39	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	2.000	275x275	301	7,35	0,495
37	40	1	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	2.000	275x275	301	7,35	0,495
7	7	8		Codo		Imp./0,22	-2.000				8,154
8	9	10		Derivación T		Imp./0,0008	1.666,67				0,031
9	9	11		Derivación T		Imp./3,9678	333,33				50,488
11	12	13		Derivación T		Imp./0,0034	1.333,33				0,117
12	12	14		Derivación T		Imp./4,4894	333,33				39,918
14	15	16		Derivación T		Imp./0,0086	1.000				0,253
15	15	17		Derivación T		Imp./4,0913	333,33				36,378
17	18	19		Derivación T		Imp./0,105	666,67				1,367
18	18	20		Derivación T		Imp./2,2453	333,33				36,985
20	21	22		Codo		Imp./0,22	666,67				2,863
22	23	24		Codo		Imp./0,22	666,67				2,863
24	25	26		Derivación T		Imp./0	333,33				0
25	25	27		Derivación T		Imp./1,4146	333,33				18
27	28	29		Codo		Imp./0,22	333,33				7,515
38	39	40		Obstáculo		Imp./1,5	2.000				55,595
37	7	39	0,15	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	2.000		300	7,86	0,378
39	40	9	0,11	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	2.000		300	7,86	0,271

13.9.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.27 Resultados Unidades Terminales UTA Impulsión Sistema Aseos

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m ³ /h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
30	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			
31	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			
32	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			
33	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			
34	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			
35	ASEOS	Circular regulables conos	333,33	4,57	2,77	1,13	8,33		250			

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.9.5. Acondicionador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 278,096

Caudal "Q" (m³/h) = 2.000

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (278,096 x 2.000) / (3600 x 0,762) = 203

Wesp = 365 W/(m³/s) Categoría SFP 1

13.10. UTA. Retorno Aire del Sistema Aseos

13.10.1. Datos GeneralesImpulsiónDensidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

AspiraciónDensidad: 1,2 Kg/m³

Viscosidad absoluta: 0,00001819 Kg/m·s

Velocidad máxima: 8 m/s

Pérdidas Pt (Pa) en Acondicionador/Ventilador:

Filtro: 40

Otros: 0

Equilibrado (%): 15

Pérdidas secundarias (%): 10

Relación Alto/Ancho (máximo): 1/5

13.10.2. Resultados Nudos*Tabla 13.28 Resultados Nudos UTA Retorno Sistema Aseos*

Nudo	P. Dinámica (Pa)	P. estática (Pa)	P. Total (Pa)	Caudal (m3/h)	P. necesaria (Pa)	Dif. (Pt-Pn) (Pa)	Pérd. Pt Compuerta (Pa)
1	37,06	-138,71	-101,64				
2	37,06	56,38	93,45				
3	37,06	-138,2	-101,14				
4	37,06	-130,05	-92,99				

36	37,06	-128,48	-91,42				
37	37,06	-120,32	-83,26				
38	37,06	0	37,06	2.000	37,06	0*	
39	37,06	0,5	37,57				
40	37,06	56,1	93,16				
7	37,06	-110,61	-73,55				
8	37,06	-118,76	-81,7				
9	37,06	-108,62	-71,55				
10	25,74	-88,64	-62,9				
11	34,16	-69,9	-35,74				
12	25,74	-87,95	-62,21				
13	23,33	-78,59	-55,26				
14	34,16	-56,92	-22,76				
15	23,33	-78,26	-54,93				
16	23,33	-73,13	-49,8				
17	23,33	-71,39	-48,06				
18	23,33	-66,26	-42,93				
19	23,33	-64,38	-41,05				
20	19,21	-52,68	-33,47				
21	16,47	-43,34	-26,87				
22	19,21	-52,29	-33,08				
23	19,21	-48,07	-28,85				
24	19,21	-46,49	-27,27				
25	13,02	-32,48	-19,46				
26	16,47	-26,25	-9,78				
27	13,02	-31,25	-18,24				
28	12,72	-24,07	-11,34				
29	12,72	-19,67	-6,95				
30	12,72	-22,17	-9,45				
31	12,72	-19,37	-6,65				
32	12,72	-18,16	-5,43	333,33	-5,43	0*	
33	12,72	-18,46	-5,73	333,33	-5,43	0	0,3
34	16,47	-24,58	-8,11	333,33	-5,43	0	2,67
35	16,47	-41,67	-25,2	333,33	-5,43	0	19,76
40	34,16	-65,77	-31,61	333,33	-5,43	0	26,18
36	34,16	-52,79	-18,63	333,33	-5,43	0	13,2

13.10.3. Resultados Ramas

Tabla 13.29 Resultados Ramas UTA Retorno Sistema Aseos

Línea	N.Orig.	N.Dest.	Long (m)	Función	Mat./Rug. (mm)	Circ./f/Co	Caudal (m³/h)	W x H (mm)	D/De (mm)	V (m/s)	Pérd.Pt (Pa)
2	1	2		Ventilador			2.000				-195,091
3	3	4		Codo		Asp./0,22	-2.000				8,154
2	1	3	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	-2.000		300	7,86(*)	0,504
10	10	12	0,39	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,019	1.666,67		300	6,55	0,694
13	13	15	0,18	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	1.333,33		275	6,24	0,333
15	16	17	0,95	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	1.333,33		275	6,24	1,734
17	18	19	1,03	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0195	1.333,33		275	6,24	1,88
20	20	22	0,23	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0202	-1.000		250	5,66	0,387
22	23	24	0,93	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0202	-1.000		250	5,66	1,579
25	25	27	0,9	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0213	-666,67		225	4,66	1,222
28	28	30	0,94	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-333,33		160	4,61	1,894
30	31	32	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-333,33		160	4,61	1,214
31	29	33	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0231	-333,33		160	4,61	1,214
32	26	34	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,023	-333,33		150	5,24	1,67
33	21	35	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,023	-333,33		150	5,24	1,67
34	14	36	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0229	-333,33		125	7,55	4,126
35	36	37		Codo		Asp./0,22	-2.000				8,154
34	4	36	0,62	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	-2.000		300	7,86	1,571
36	8	37	0,62	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	2.000		300	7,86	1,561
38	39	40		Obstáculo		Imp./1,5	-2.000				55,595
37	38	39	0,2	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	-2.000		300	7,86	0,504
39	40	2	0,11	Conducto	Acero Galv./0,1	Imp./0,0185	-2.000		300	7,86	0,286

39	11	40	0,6	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0229	-333,33		125	7,55	4,126
39	9	7	0,79	Conducto	Acero Galv./0,1	Asp./0,0185	2.000		300	7,86	1,994
7	7	8		Codo		Asp./0,22	2.000				8,154
8	9	10		Derivación T		Asp./0,336	1.666,67				8,648
9	9	11		Derivación T		Asp./1,0484	-333,33				35,812
11	12	13		Derivación T		Asp./0,2979	1.333,33				6,949
12	12	14		Derivación T		Asp./1,155	-333,33				39,451
14	15	16		Codo		Asp./0,22	1.333,33				5,133
16	17	18		Codo		Asp./0,22	1.333,33				5,133
18	19	20		Derivación T		Asp./0,3946	-1.000				7,582
19	19	21		Derivación T		Asp./0,861	-333,33				14,183
21	22	23		Codo		Asp./0,22	-1.000				4,227
23	24	25		Derivación T		Asp./0,6003	-666,67				7,813
24	24	26		Derivación T		Asp./1,0622	-333,33				17,497
26	27	28		Derivación T		Asp./0,5421	-333,33				6,898
27	27	29		Derivación T		Asp./0,8873	-333,33				11,291
29	30	31		Codo		Asp./0,22	-333,33				2,799

13.10.4. Resultados Unidades Terminales

Tabla 13.30 Resultados Unidades Terminales UTA Retorno Sistema Aseos

Nudo	Local	Tipo	Caudal (m³/h)	Pt (Pa)	V.ef. (m/s)	Alc (m)	NR (dB)	L x H (mm)	Diám. (mm)	Nº ran.	Lxnº vías (mm)	Nº tob.fila x nº filas
32	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				
33	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				
34	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				
35	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				
40	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				
36	ASEOS	Doble Deflex.V-H	333,33	5,43	2,33			300x200				

NOTA:

- (!) Nudos que no cumplen con el equilibrado o superan la velocidad máxima
- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor diferencia de presión.

13.10.5. Ventilador

Nudo Origen: 1

Nudo Destino: 2

Presión "P" (Pa) = 235,091

Caudal "Q" (m³/h) = 2.000

Potencia (W) = (P x Q) / (3600xRend.) = (235,091 x 2.000) / (3600 x 0,762) = 171

Wesp = 308 W/(m³/s) Categoría SFP 1

14. ANEXO. CALCULO DE VENTILADORES. EXTRACTO DE MATLAB

Iniciamos con todas las variables a cero

```
clc;close all;clear;
```

14.1. Objeto del presente apartado

En el presente apartado, realizaremos los cálculos de fluidos correspondientes a la instalación de ventilación/aclimatamiento de climatización.Datos

Datos de las curvas de carga:

```
dat_c=[1702.8 308.508;
        1702    217.773
        .8      ;
        747.    206.825
        35      ;
        747.    92.725
        35      ;
        1152    275.347
        ;
        1152    247.26;
        9250    426.273
        ;
        9250    690.98
        6;
        2000    278.096;
        2000    235.091]
        ;
```

Según se recoge en DATOS Q(m3/h) P(Pa) Ventilador 1 x x Ventilador 2 x x Ventilador 3 x x

```
%...
```

14.2. Datos de los ventiladores:

Datos de ventiladores comerciales

CMP – 922 – 4T

Caudales:

```
Q_v1=[0 500 1000 1500 2000 2400];
```

Presiones

```
H_v1=[475 375 380 275 150 0];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int1=linspace(min(Q_v1),max(Q_v1),n);
curva_v1=interp1(Q_v1,H_v1,v_int1,
,'spline');
```

CMP – 718 – 4M

Caudales

```
Q_v2=[200 400 800 1000 1200];
```

Alturas

```
H_v2=[250 250 205 150 60];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int2=linspace(min(Q_v2),max(Q_v2),n);

curva_v2=interp1(Q_v2,H_v2,v_int2,'spline');
```

CMP – 620 – 4M

Caudales

```
Q_v3=[100 400 600 800];
```

Alturas

```
H_v3=[300          225 135 0];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int3=linspace(min(Q_v3),max(Q_v3),n);
curva_v3=interp1(Q_v3,H_v3,v_int3,'spline');
```

CMP – 820 – 4M

Caudales

```
Q_v4=[200 400 600 1000 1400 1600];
```

Alturas

```
H_v4=[380          310 310 260 150 60];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int4=linspace(min(Q_v4),max(Q_v4),n);
curva_v4=interp1(Q_v4,H_v4,v_int4,'spline');
```

CMP – 2050 – 6T

Caudales

```
Q_v5=[2000 6000 8000 10000 11900];
```

Alturas

```
H_v5=[900 800 700 580 450];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int5=linspace(min(Q_v5),max(Q_v5),n);
curva_v5=interp1(Q_v5,H_v5,v_int5,'spline');
```

$$CMP - 2050 - 6T$$

Caudales

```
Q_v6=[2000 6000 8000 10000];
```

Alturas

```
H_v6=[900 800 700 580];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int6=linspace(min(Q_v6),max(Q_v6),n);
curva_v6=interp1(Q_v6,H_v6,v_int6,'spline');
```

$$CMP - 1128 - 6T$$

Caudales

```
Q_v7=[0 750 2000 3000 4000 5000];
```

Alturas

```
H_v7=[400 350 375 300 200 50];
```

Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int7=linspace(min(Q_v7),max(Q_v7),n);
curva_v7=interp1(Q_v7,H_v7,v_int7,'spline');
```

$$CMP - 922 - 6T$$

Caudales

```
Q_v8=[0 750 1000 1500 2000 2600];
```

Alturas

```
H_v8=[450 375 375 350 200 0];
```


Construyo su curva mediante interpolacion spline

```
n=100;
v_int8=linspace(min(Q_v8),max(Q_v8),n);
curva_v8=interp1(Q_v8,H_v8,v_int8,'spline');
```

14.3. Curvas de carga de los distintos sistemas

Calculo las curvas de carga para los 3 sistemas:

$$P = a * Q^2$$

Predispongo un array de 0s para los coeficientes de las curvas de carga

```
dim=size(dat_c);
```

```
a=zeros(1,dim(1));
```

Creamos las ecuaciones exponenciales de segundo orden para cada una de las curvas de carga

```
for ii=1:dim(1)
    a(ii)=dat_c(ii,2)./(dat_c(ii,1).^2);
end
```

14.4. Calculo de sistemas

14.4.1. Impulsión sistema taller-despachos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c1=[0,0.5*dat_c(1,1),0.7*dat_c(1,1),0.85*dat_c(1,1),dat_c(1,1),1.2*dat_c(1,1)];
H_c1= a(1)* Q_c1.^2;
```

14.4.1.1 Curva de carga

```
figure(1);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c1,H_c1,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(1,1),dat_c(1,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva = fit(Q_c1,H_c1,'poly2
```

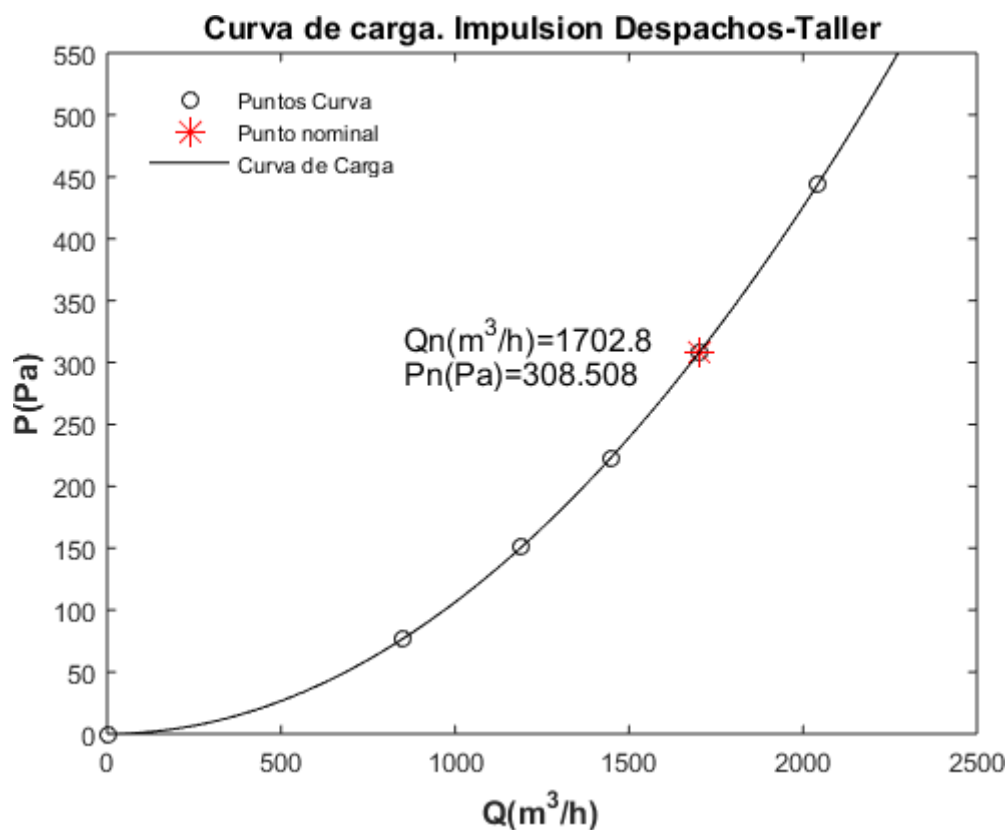
```

'); plot(curva,'k');

% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Impulsion
Despachos-Taller'};
title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 550]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva
de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(1,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(1,2));
text(dat_c(1,1)*0.5,dat_c(1,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(1,1)*0.5,dat_c(1,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica

print -f1 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Impulsion_Despachos-Taller;
saveas (figure(1), 'Curva_de_Carga_Impulsion_Despachos-
Taller');

```



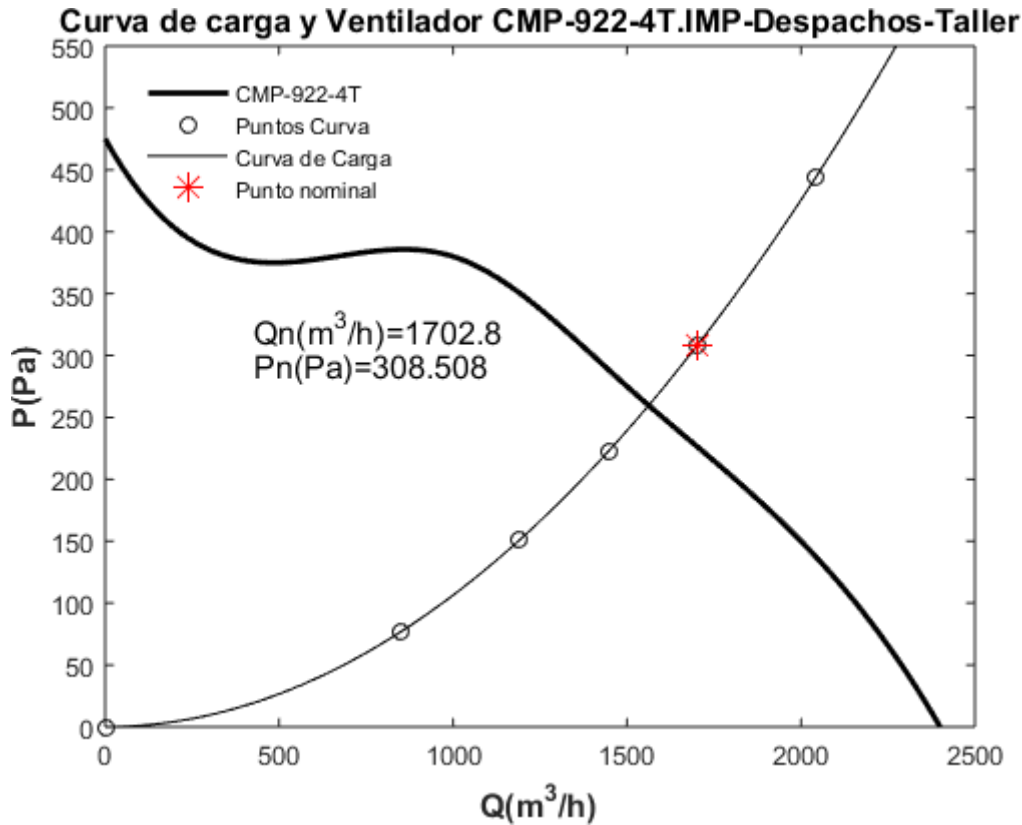
14.4.1.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure(2);
set(gcf, 'color', 'white'); axis off;
axes('fontsize', 22);
gr1=plot(v_int1, curva_v1);
set(gr1, 'linestyle', '-
', 'linewidth', 2, 'color', 'k'); hold on;
gr1=plot(Q_c1, H_c1, '.');
set(gr1, 'Marker', 'o', 'MarkerSize', 6, 'MarkerEdgeC
olor', 'k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c1, H_c1, 'poly2
'); hold on;
plot(
curva
, 'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(1,1), dat_c(1,2), '.');
set(gr1, 'Marker', '*', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
% Titulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-922-
4T.IMP-Despachos- Taller'};
title(titulo, 'fon
tsize', 12);
x_axis='Q(m^3/h) '
;

xlabel(x_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); ylim([0 550]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-922-4T', 'Puntos Curva', 'Curva de
Carga', 'Punto nominal');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(1,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(1,2));
text(dat_c(1,1)*0.25, dat_c(1,2)*1.05, tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(1,1)*0.25, dat_c(1,2)*0.95, tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -f2 -r400 -djpeg Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-
Despachos-Taller;
saveas (figure(2), 'Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-Despachos-
Taller');

```



14.4.2. Retorno sistema taller-despachos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c2=[0,0.5*dat_c(2,1),0.7*dat_c(2,1),0.85*dat_c(2,1),dat_c(2,1),1.2*dat_c(2,1)]; H_c2= a(2)* Q_c2.^2;
```

14.4.2.1 Curva de carga

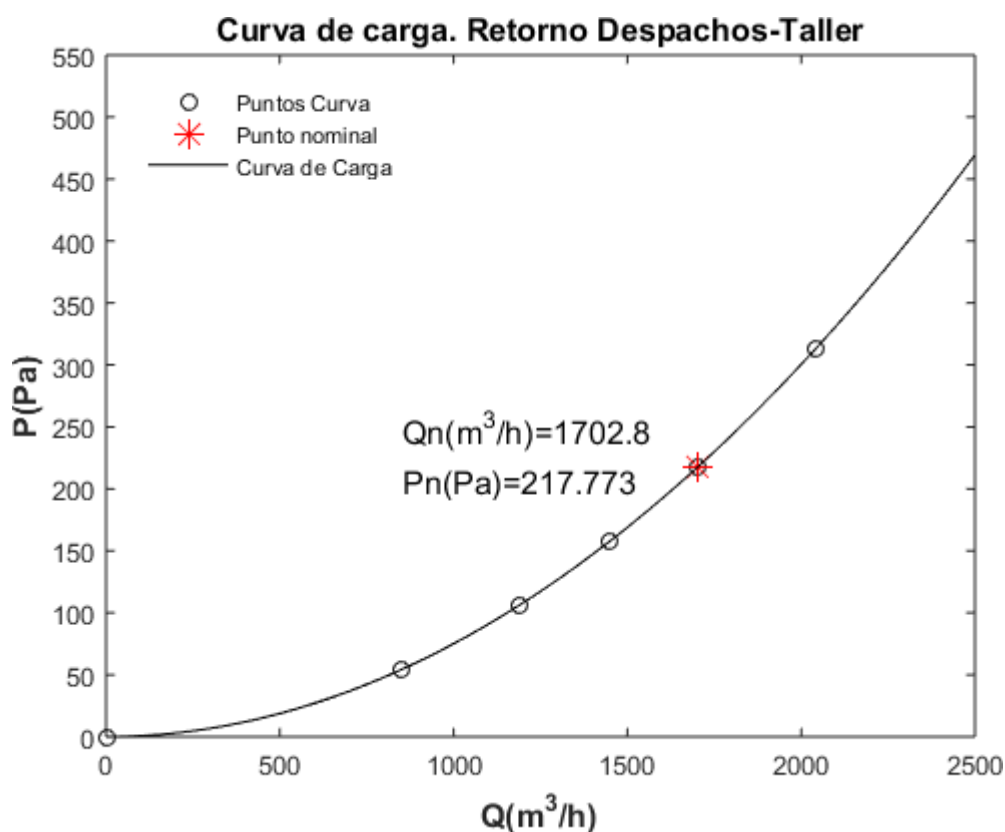
```
figure(3);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c2,H_c2,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(2,1),dat_c(2,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c2',H_c2','poly2'); plot(curva,'k');
```

```
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Retorno
Despachos-Taller'};
title(titulo,'fontsize',12);
```

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 550]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(2,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(2,2));
text(dat_c(2,1)*0.5,dat_c(2,2)*1.15,tx1,'fontsize',12);
text(dat_c(2,1)*0.5,dat_c(2,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f3 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Returno_Despachos-Taller;
saveas (figure (3), 'Curva_de_Carga_Returno_Despachos-Taller');

```



14.4.2.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure (4);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int1,curva_v1);

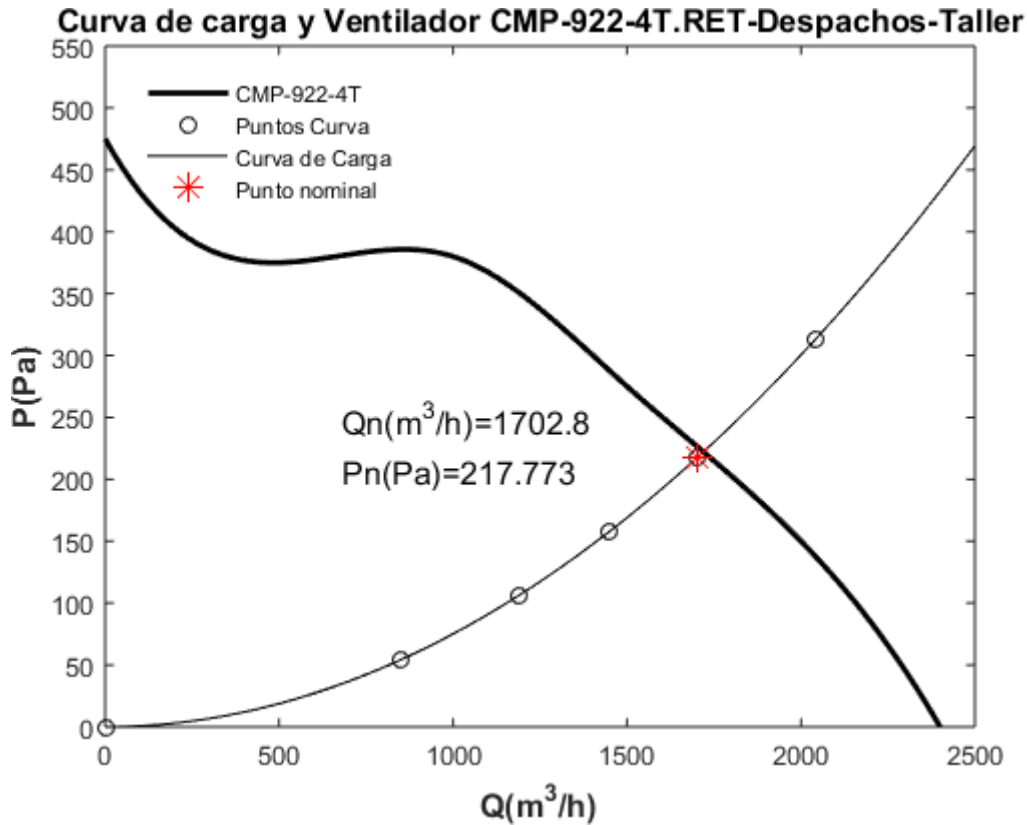
```

```

set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c2,H_c2, '.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c2',H_c2','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(2,1),dat_c(2,2), '.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-922-
4T.RET-Despachos- Taller'};
title(titulo,'fon
tsize',12);
x_axis='Q(m^3/h) '
;
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa) '

ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 550]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-922-4T','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(2,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(2,2));
text(dat_c(2,1)*0.4,dat_c(2,2)*1.15,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(2,1)*0.4,dat_c(2,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f4 -r400 -djpeg Curva_de_Carga_Ventilador_RET-
Despachos-Taller;
saveas (figure(4),'Curva_de_Carga_Ventilador_RET-Despachos-
Taller');

```



14.4.3. Impulsión sistema cocina

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c3=[0,0.5*dat_c(3,1),0.7*dat_c(3,1),0.85*dat_c(3,1),dat_c(3,1),1.2*dat_c(3,1)]; H_c3= a(3)* Q_c3.^2;
```

14.4.3.1 Curva de carga

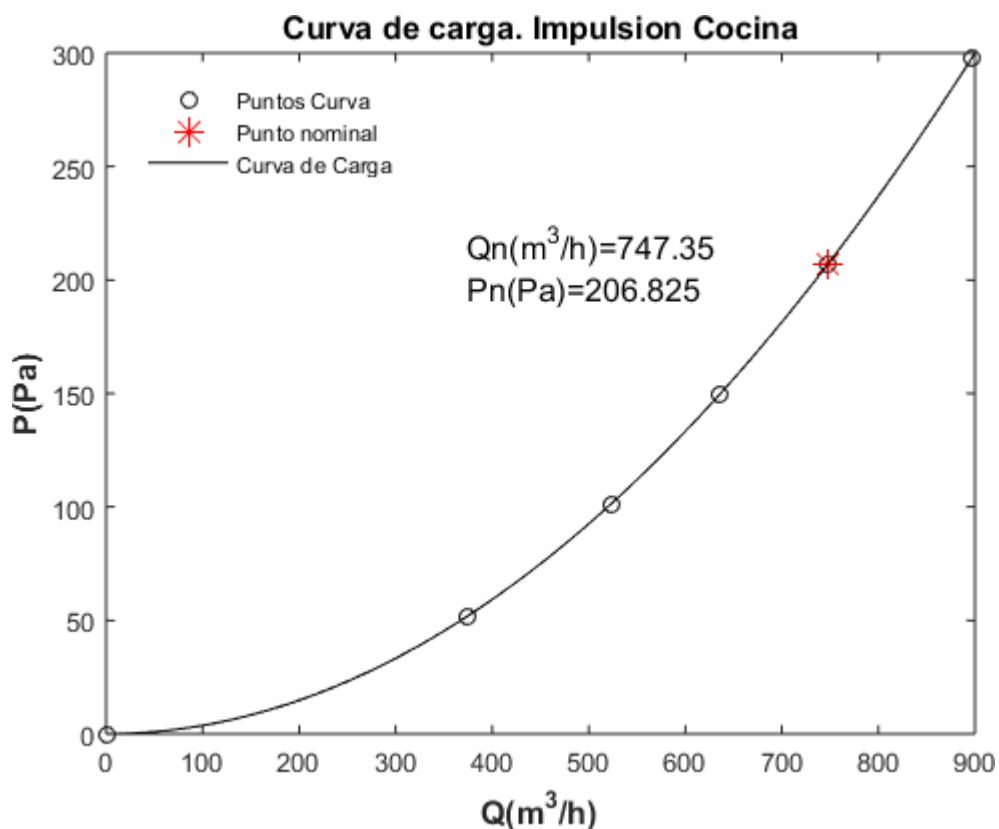
```
figure(5);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c3,H_c3,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(3,1),dat_c(3,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c3,H_c3,'poly2'); plot(curva,'k');
```

```
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga.
Impulsion Cocina'};
```

```

title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 300]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(3,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(3,2));
text(dat_c(3,1)*0.5,dat_c(3,2)*1.05,tx1,'fontSize',12);
text(dat_c(3,1)*0.5,dat_c(3,2)*0.95,tx2,'fontSize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f5 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Impulsion_Cocina;
saveas (figure(5), 'Curva_de_Carga_Impulsion_Cocina');

```



14.4.3.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure(6);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int2,curva_v2);
set(gr1,'linestyle','-');

```

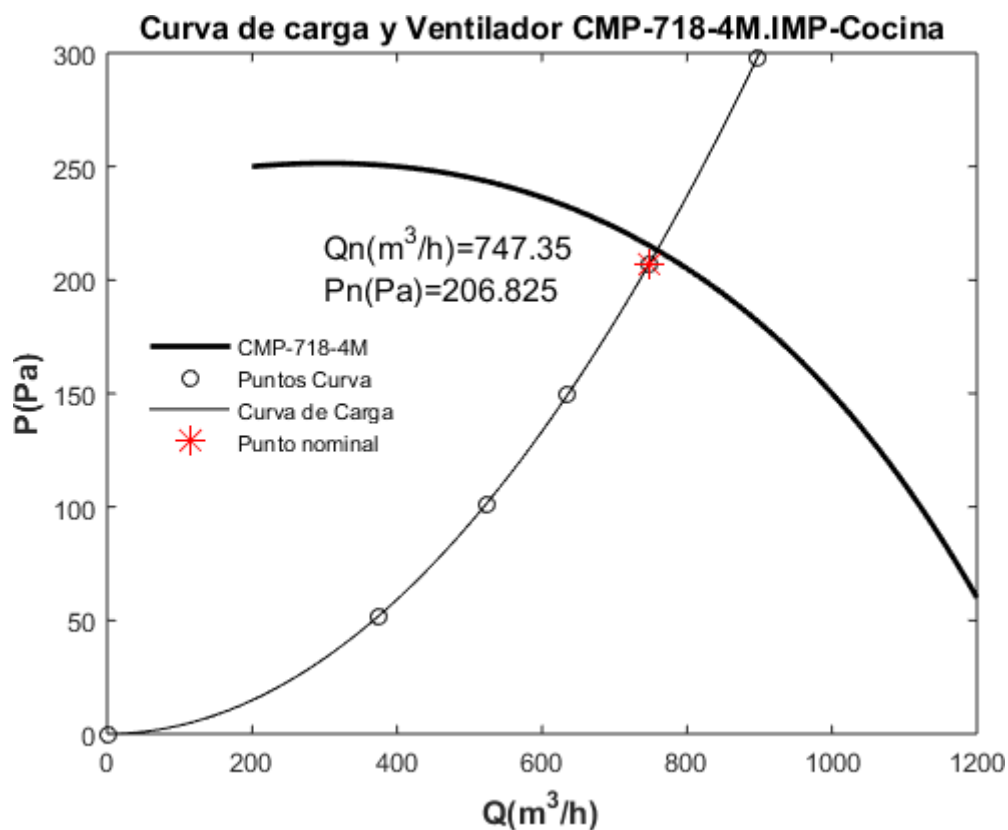


```

', 'linewidth', 2, 'color', 'k'); hold on;
gr1=plot(Q_c3,H_c3, '.');
set(gr1, 'Marker', 'o', 'MarkerSize', 6, 'MarkerEdgeC
olor', 'k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c3',H_c3', 'poly2
'); hold on;
plot(
curva
, 'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(3,1),dat_c(3,2), '.');
set(gr1, 'Marker', '*', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-718-
4M.IMP-Cocina'}; title(titulo, 'fontsize', 12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold');

ylim([0 300]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-718-4M', 'Puntos Curva', 'Curva de
Carga', 'Punto nominal');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'West');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(3,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(3,2));
text(dat_c(3,1)*0.4, dat_c(3,2)*1.05, tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(3,1)*0.4, dat_c(3,2)*0.95, tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -f6 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-COCINA;
saveas(figure(6), 'Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-
COCINA');

```



14.4.4. Retorno sistema cocina

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c4=[0,0.5*dat_c(4,1),0.7*dat_c(4,1),0.85*dat_c(4,1),dat_c(4,1),1.2*dat_c(4,1)]; H_c4= a(4)* Q_c4.^2;
```

14.4.4.1 Curva de carga

figure(7);

```
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c4,H_c4,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(4,1),dat_c(4,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c4',H_c4','poly2'); plot(curva,'k');
```

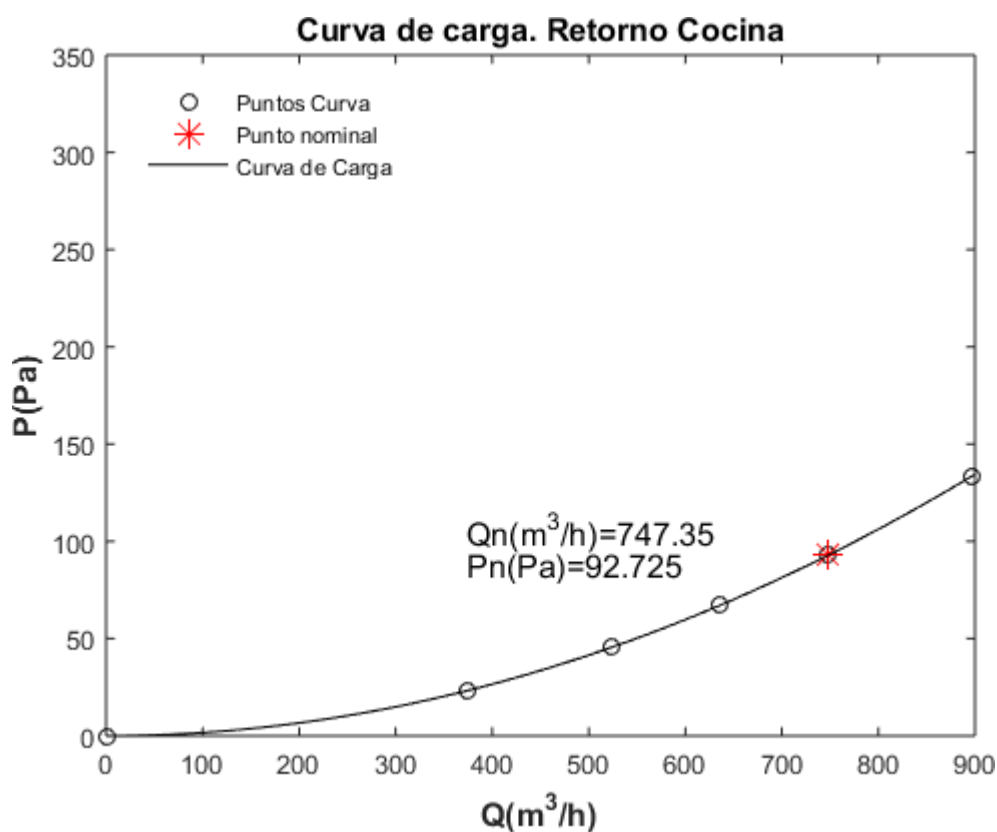
% Y edito los parámetros de la gráfica:

```
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga.
Retorno Cocina'};
title(titulo,'fontsize',12);
```

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 350]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(4,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(4,2));
text(dat_c(4,1)*0.5,dat_c(4,2)*1.15,tx1,'fontSize',12);
text(dat_c(4,1)*0.5,dat_c(4,2)*0.95,tx2,'fontSize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f7 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Retorno_Cocina;
saveas (figure (7), 'Curva_de_Carga_Retorno_Cocina');

```



14.4.4.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure (8);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int3,curva_v3);

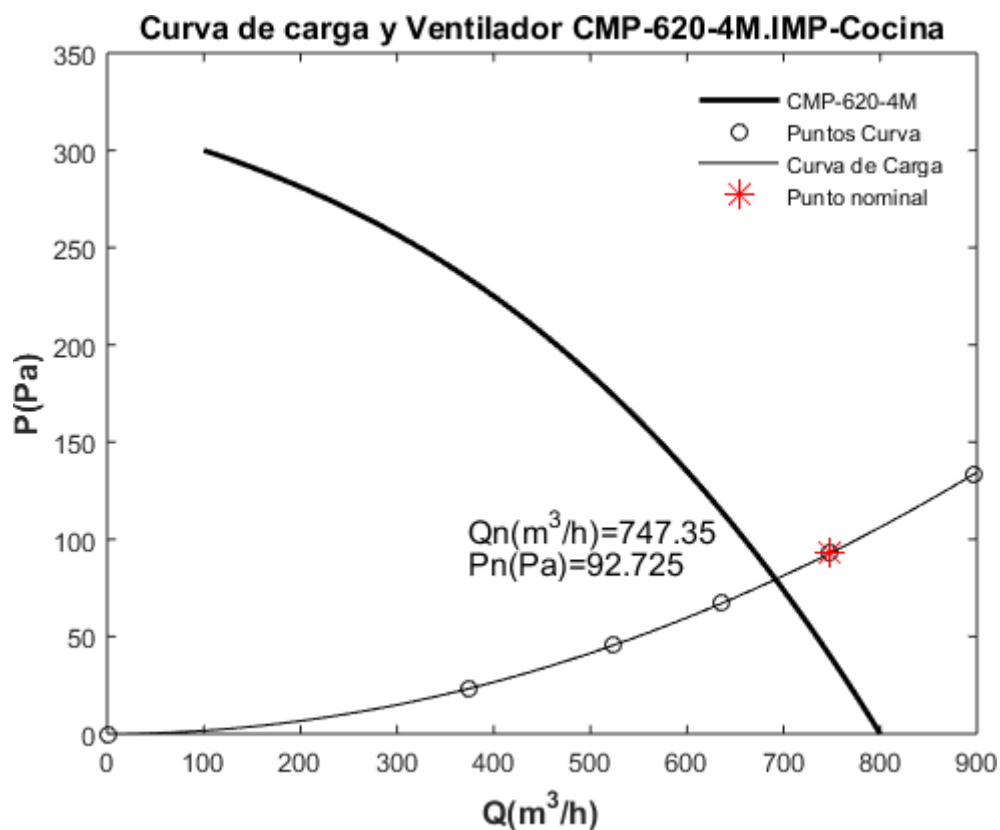
```

```

set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c4,H_c4,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c4',H_c4','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(4,1),dat_c(4,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-620-
4M.IMP-Cocina'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold');

ylim([0 350]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-620-4M','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(4,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(4,2));
text(dat_c(4,1)*0.5,dat_c(4,2)*1.15,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(4,1)*0.5,dat_c(4,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f8 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_RET-COCINA;
saveas(figure(8),'Curva_de_Carga_Ventilador_RET-
COCINA');

```



14.4.5. Impulsión sistema cafetería-comedor

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c5=[0,0.5*dat_c(5,1),0.7*dat_c(5,1),0.85*dat_c(5,1),dat_c(5,1),1.2*dat_c(5,1)]; H_c5= a(5)* Q_c5.^2;
```

14.4.5.1 Curva de carga

figure(9);

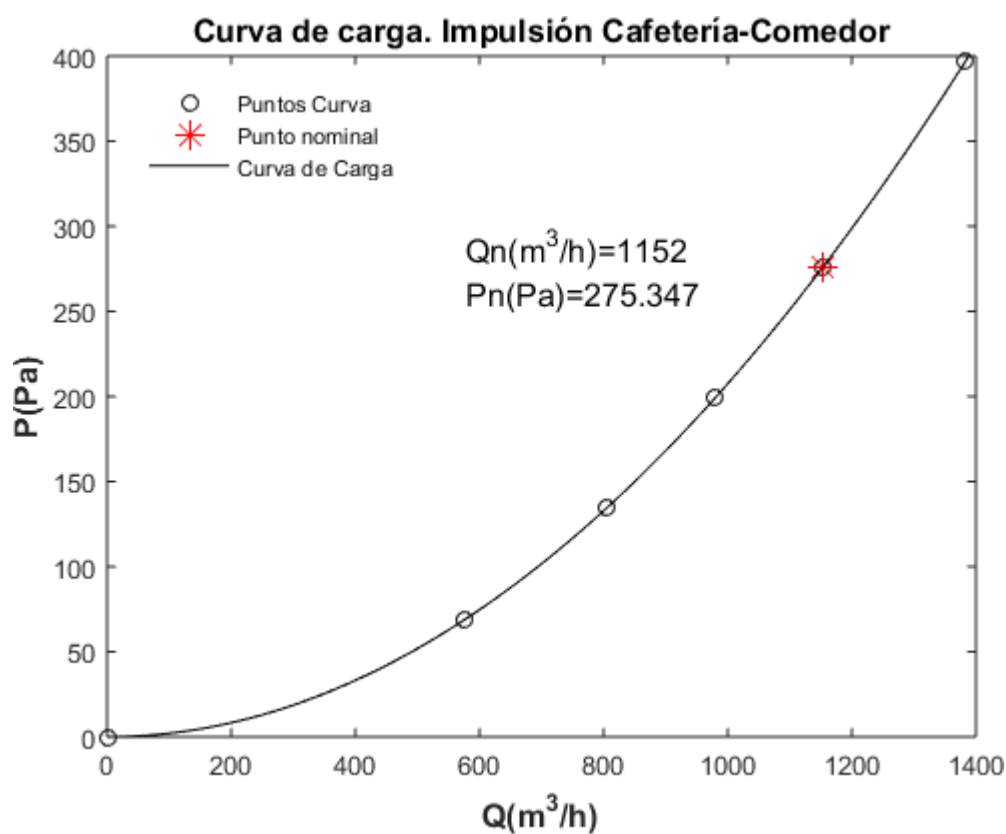
```
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c5,H_c5,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(5,1),dat_c(5,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c5,H_c5,'poly2'); plot(curva,'k');
```

```
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Impulsión Cafetería-Comedor'};
title(titulo,'fontsize',12);
```

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 400]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(5,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(5,2));
text(dat_c(5,1)*0.5,dat_c(5,2)*1.05,tx1,'fontsize',12);
text(dat_c(5,1)*0.5,dat_c(5,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f9 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Impulsion_Cafeteria_Comedor;
saveas (figure (9), 'Curva_de_Carga_Impulsion_Cafeteria_Comedor');

```



14.4.5.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure (10);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int4,curva_v4);
set(gr1,'linestyle','-');

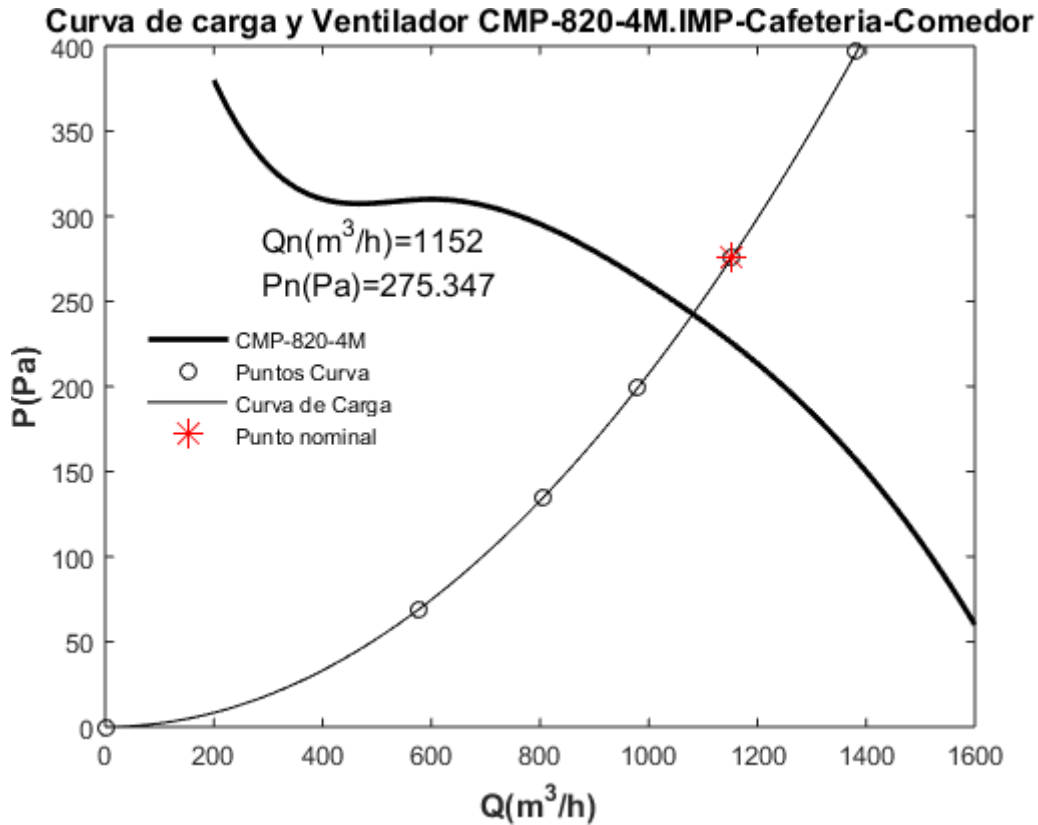
```

```

', 'linewidth', 2, 'color', 'k'); hold on;
gr1=plot(Q_c5,H_c5, '.');
set(gr1, 'Marker', 'o', 'MarkerSize', 6, 'MarkerEdgeC
olor', 'k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c5',H_c5', 'poly2
'); hold on;
plot(
curva
, 'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(5,1),dat_c(5,2), '.');
set(gr1, 'Marker', '*', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-820-
4M.IMP-Cafeteria- Comedor'};
title(titulo, 'fon
tsize', 12);
x_axis='Q(m^3/h) '
;
xlabel(x_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); y_axis='P(Pa) '

ylabel(y_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); ylim([0 400]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-820-4M', 'Puntos Curva', 'Curva de
Carga', 'Punto nominal');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'West');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(5,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(5,2));
text(dat_c(5,1)*0.25,dat_c(5,2)*1.05,tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(5,1)*0.25,dat_c(5,2)*0.95,tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -f10 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_IMP_Cafeteria- Comedor;
saveas (figure(10), 'Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-Cafeteria-Comedor');

```



14.4.6. Retorno cafetería comedor

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c6=[0,0.5*dat_c(6,1),0.7*dat_c(6,1),0.85*dat_c(6,1),dat_c(6,1),1.2*dat_c(6,1)]; H_c6= a(6)* Q_c6.^2;
```

14.4.6.1 Curva de carga

```
figure(11);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c6,H_c6,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(6,1),dat_c(6,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c6',H_c6','poly2
'); plot(curva,'k');

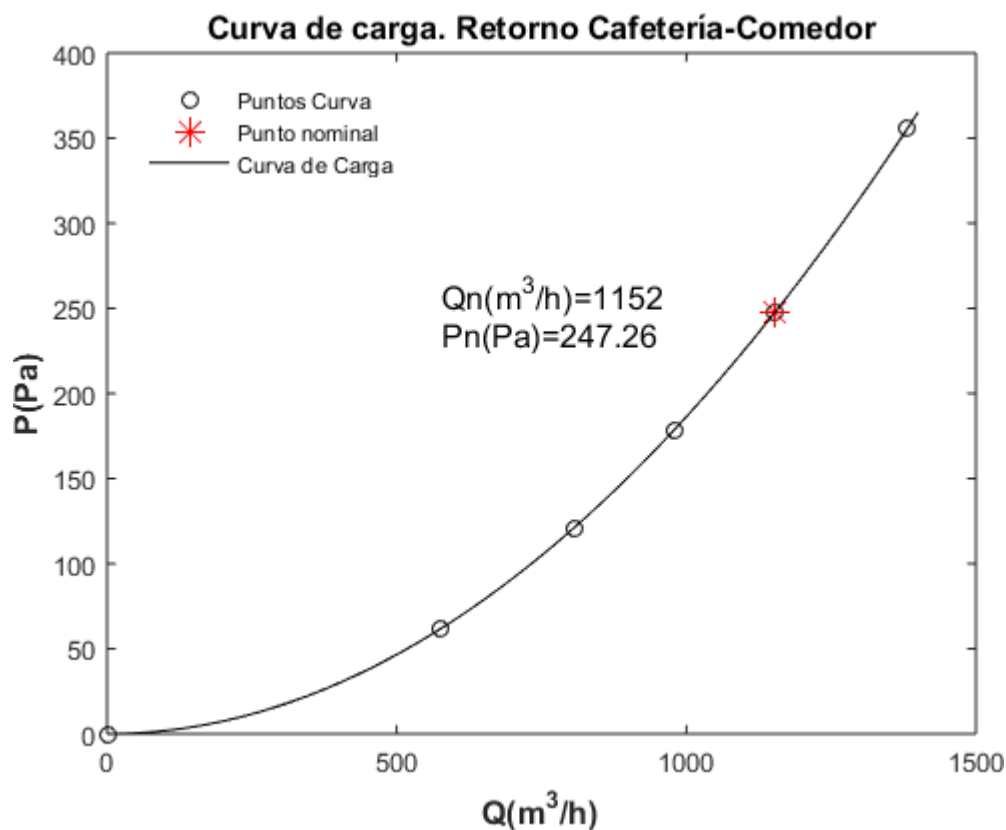
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Retorno
Cafetería-Comedor'};
```



```

title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 400]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(6,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(6,2));
text(dat_c(6,1)*0.5,dat_c(6,2)*1.05,tx1,'fontSize',12);
text(dat_c(6,1)*0.5,dat_c(6,2)*0.95,tx2,'fontSize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f11 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Returno_Cafeteria_Comedor;
saveas (figure(11), 'Curva_de_Carga_Returno_Cafeteria_Co
medor');

```



14.4.6.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure(12);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);

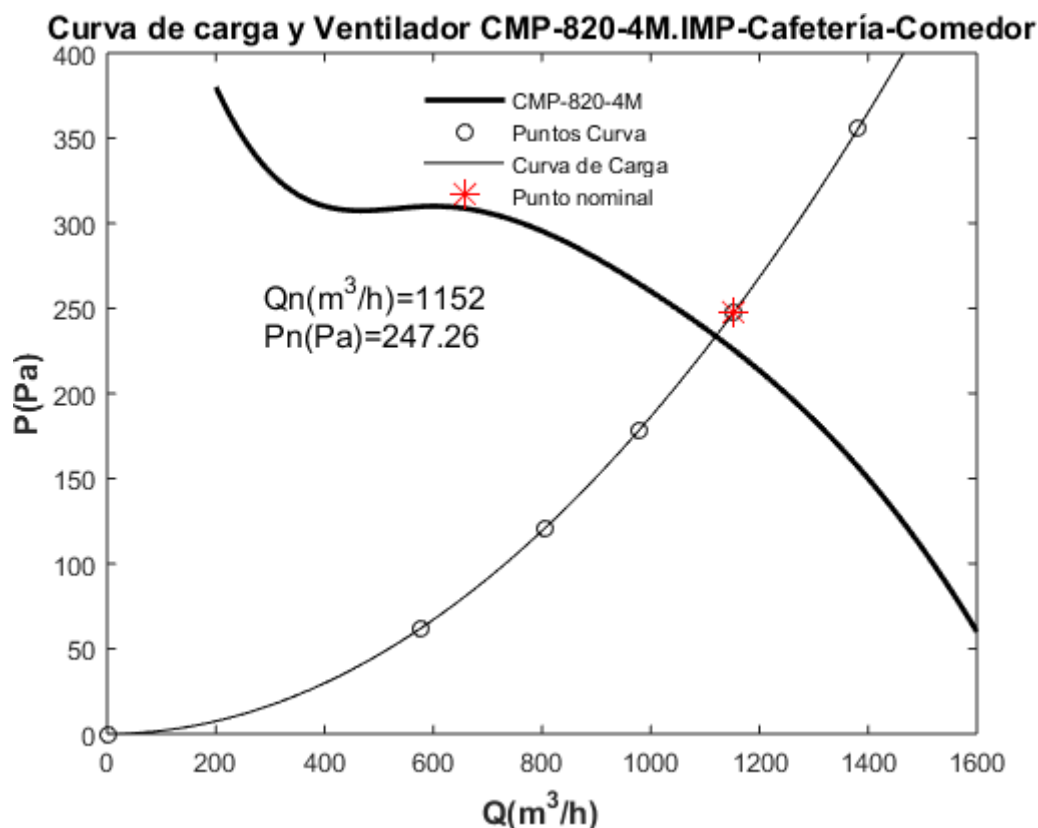
```

```

gr1=plot(v_int4,curva_v4);
set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c6,H_c6,'. ');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c6',H_c6','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(6,1),dat_c(6,2),'. ');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-820-
4M.IMP-Cafetería- Comedor'};
title(titulo,'fon
tsize',12);
x_axis='Q(m^3/h) '
;
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa) '

ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 400]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-820-4M','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','North');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(6,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(6,2));
text(dat_c(6,1)*0.25,dat_c(6,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(6,1)*0.25,dat_c(6,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f12 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_RET_Cafeteria- Comedor;
saveas(figure(12),'Curva_de_Carga_Ventilador_RET-Cafeteria-Comedor');

```



14.4.7. Impulsión sistema salón de actos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c7=[0,0.5*dat_c(7,1),0.7*dat_c(7,1),0.85*dat_c(7,1),dat_c(7,1),1.2*dat_c(7,1)]; H_c7= a(7)* Q_c7.^2;
```

14.4.7.1 Curva de carga

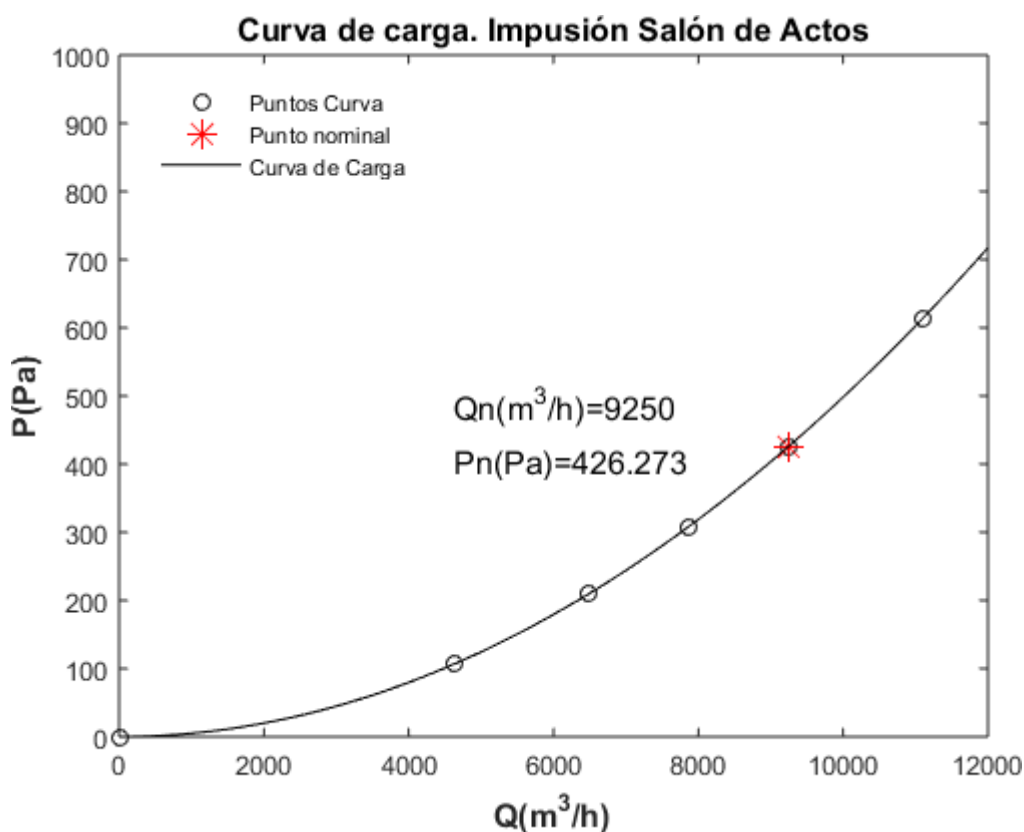
```
figure(13);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c7,H_c7,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(7,1),dat_c(7,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c7',H_c7','poly2'); plot(curva,'k');

% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Impulsión Salón de Actos'}; title(titulo,'fontsize',12);
```

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 1000]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(7,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(7,2));
text(dat_c(7,1)*0.5,dat_c(7,2)*1.15,tx1,'fontsize',12);
text(dat_c(7,1)*0.5,dat_c(7,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f13 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Impulsion_Salon-de-Actos;
saveas (figure (13), 'Curva_de_Carga_Impulsion_Salon-de-Actos');

```



14.4.7.2 CURVA DE CARGA-VENTILADOR COMERCIAL

```

figure (14);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int5,curva_v5);

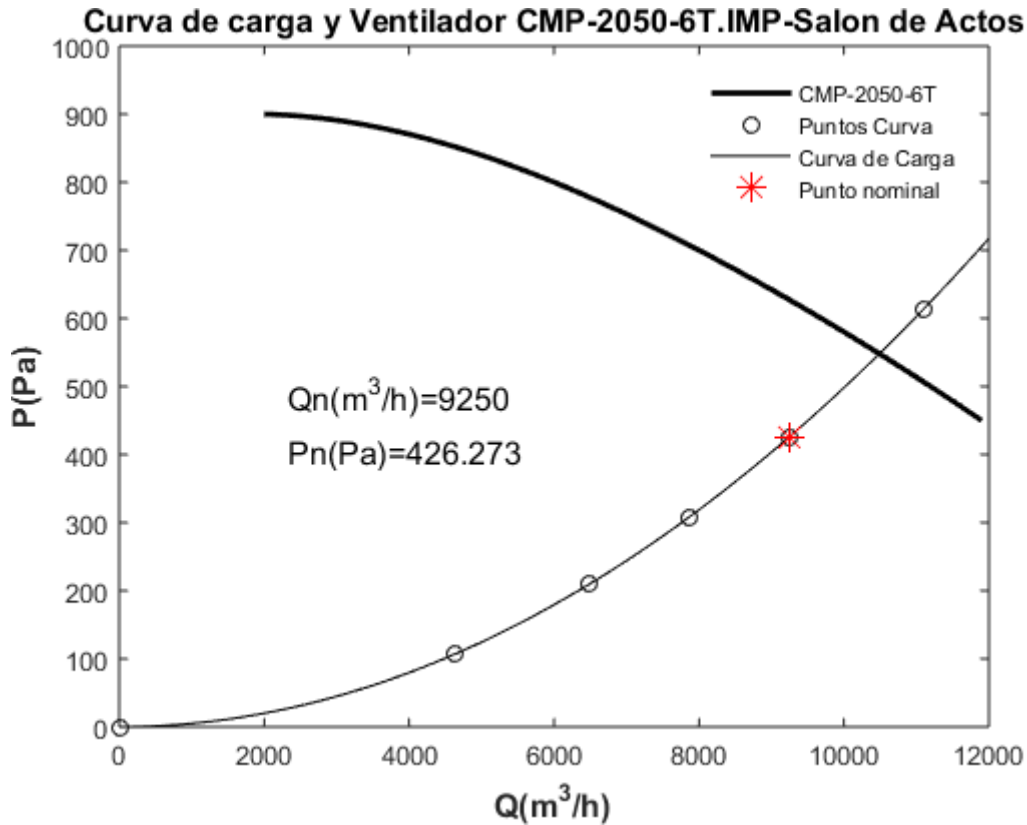
```

```

set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c7,H_c7,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c7',H_c7','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(7,1),dat_c(7,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-2050-6T.IMP-Salon
de Actos'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold');

ylim([0 1000]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-2050-6T','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(7,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(7,2));
text(dat_c(7,1)*0.25,dat_c(7,2)*1.15,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(7,1)*0.25,dat_c(7,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f14 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_IMP_Salon-de-Actos;
saveas(figure(14),'Curva_de_Carga_Ventilador_IMP-
Salon_de_Actos');

```



14.4.8. Retorno sistema salón de actos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c8=[0,0.5*dat_c(8,1),0.7*dat_c(8,1),0.85*dat_c(8,1),dat_c(8,1),1.2*dat_c(8,1)]; H_c8= a(8)* Q_c8.^2;
```

14.4.9. Curva de carga

```
figure(15);
```

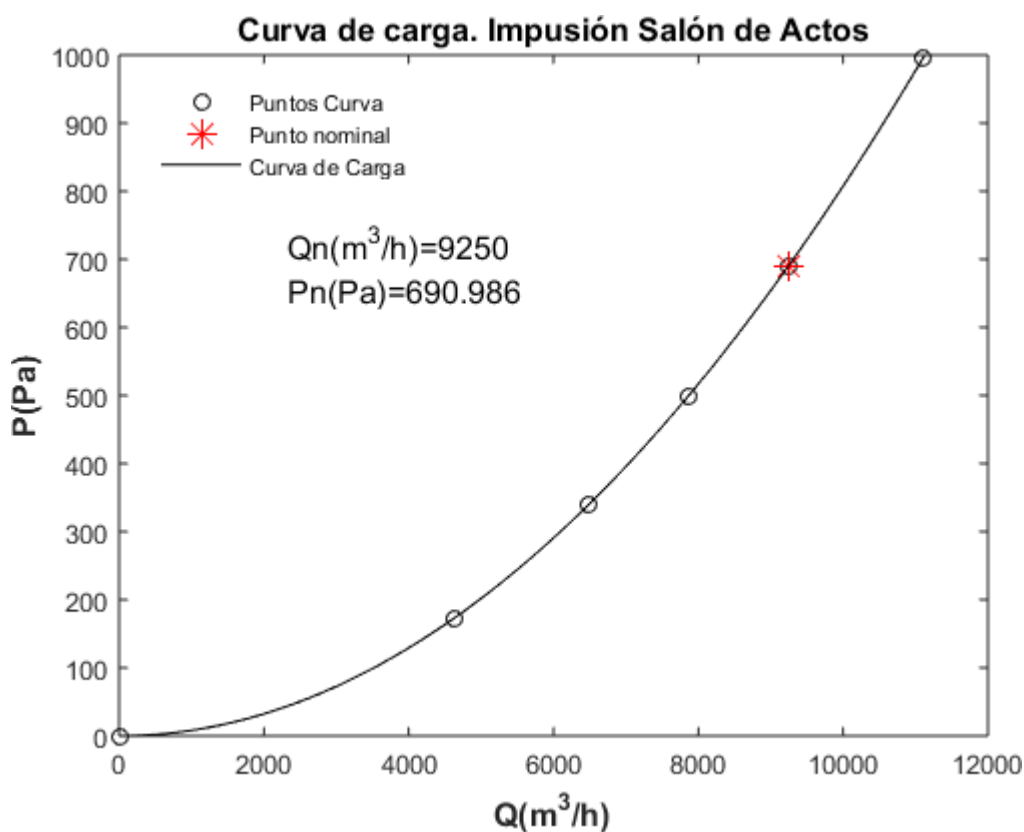
```
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c8,H_c8,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(8,1),dat_c(8,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c8',H_c8','poly2'); plot(curva,'k');
```

```
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Impusión Salón de Actos'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
```

```

xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold'); ylim([0 1000]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(8,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(8,2));
text(dat_c(8,1)*0.25,dat_c(8,2)*1.05,tx1,'fontSize',12);
text(dat_c(8,1)*0.25,dat_c(8,2)*0.95,tx2,'fontSize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f15 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Returno_Salon-de-Actos;
saveas (figure(15), 'Curva_de_Carga_Returno_Salon-de-Actos');

```



14.4.9.1 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure(16);
set(gcf,'color','white'); axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int5,curva_v5);
set(gr1,'linestyle','-

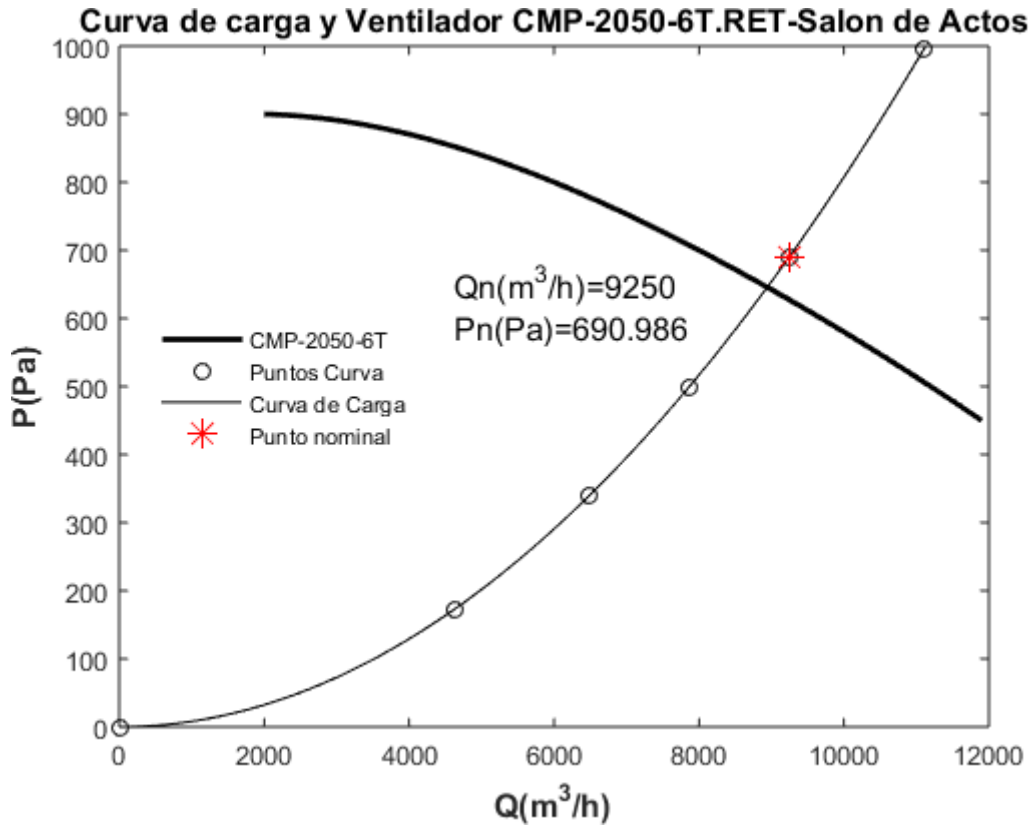
```

```

', 'linewidth', 2, 'color', 'k'); hold on;
gr1=plot(Q_c8,H_c8, '.');
set(gr1, 'Marker', 'o', 'MarkerSize', 6, 'MarkerEdgeC
olor', 'k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c8',H_c8', 'poly2
'); hold on;
plot(
curva
, 'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(8,1),dat_c(8,2), '.');
set(gr1, 'Marker', '*', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeColor', 'r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-2050-6T.RET-Salon
de Actos'}; title(titulo, 'fontsize', 12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold');

ylim([0 1000]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-2050-6T', 'Puntos Curva', 'Curva de
Carga', 'Punto nominal');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'West');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(8,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(8,2));
text(dat_c(8,1)*0.5,dat_c(8,2)*0.95,tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(8,1)*0.5,dat_c(8,2)*0.85,tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -fl6 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_RET_Salon-de-Actos;
saveas (figure(16), 'Curva_de_Carga_Ventilador_RET-
Salon_de_Actos');

```

14.4.10. Impulsión sistema aseos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c9=[0,0.5*dat_c(9,1),0.7*dat_c(9,1),0.85*dat_c(9,1),dat_c(9,1),1.2*dat_c(9,1)]; H_c9= a(9)* Q_c9.^2;
```

14.4.10.1 Curva de carga

figure(17);

```
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c9,H_c9,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(9,1),dat_c(9,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c9',H_c9','poly2'); plot(curva,'k');
```

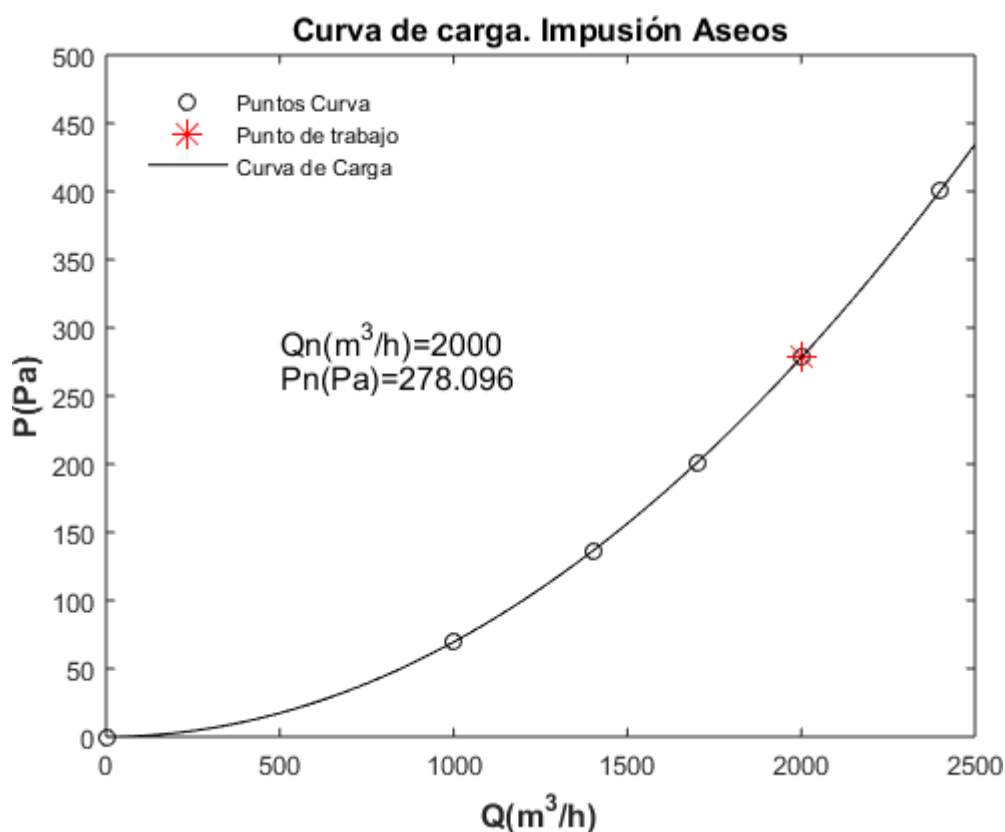
% Y edito los parámetros de la gráfica:

```
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga.
Impulsión Aseos'};
title(titulo,'fontsize',12);
```

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight',
'bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight',
'bold'); ylim([0 500]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto de trabajo','Curva
de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(9,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(9,2));
text(dat_c(9,1)*0.25,dat_c(9,2)*1.05,tx1,'font
size',12);
text(dat_c(9,1)*0.25,dat_c(9,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f17 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Impulsion_Aseos;
saveas (figure (17), 'Curva_de_Carga_Impulsion_
Aseos');

```



14.4.10.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure (18);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);
gr1=plot(v_int8,curva_v8);

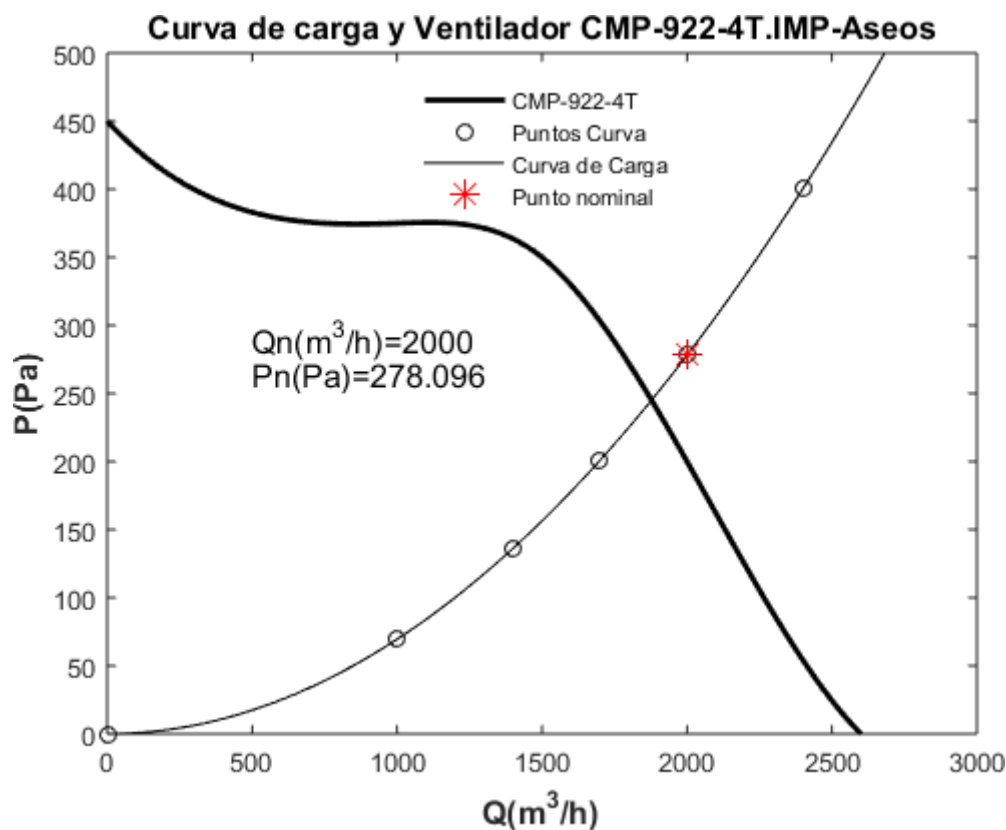
```

```

set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c9,H_c9,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c9',H_c9','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(9,1),dat_c(9,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-922-
4T.IMP-Aseos'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold');

ylim([0 500]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-922-4T','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','North');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(9,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(9,2));
text(dat_c(9,1)*0.25,dat_c(9,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(9,1)*0.25,dat_c(9,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f18 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_IMP_Aseos;
saveas(figure(18),'Curva_de_Carga_Ventilador_IMP
-Aseos');

```



14.4.11. Retorno aseos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c10=[0,0.5*dat_c(10,1),0.7*dat_c(10,1),0.85*dat_c(10,1),dat_c(10,1),
1.2*dat_c(10,1)];
H_c10= a(10)* Q_c10.^2;
```

14.4.11.1 Curva de carga

figure(19);

```
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c10,H_c10,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(10,1),dat_c(10,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeC
olor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c10,H_c10,'poly2
'); plot(curva,'k');
```

% Y edito los parámetros de la gráfica:

%

%Títulos y ejes de la grafica

titulo={'Curva de carga.

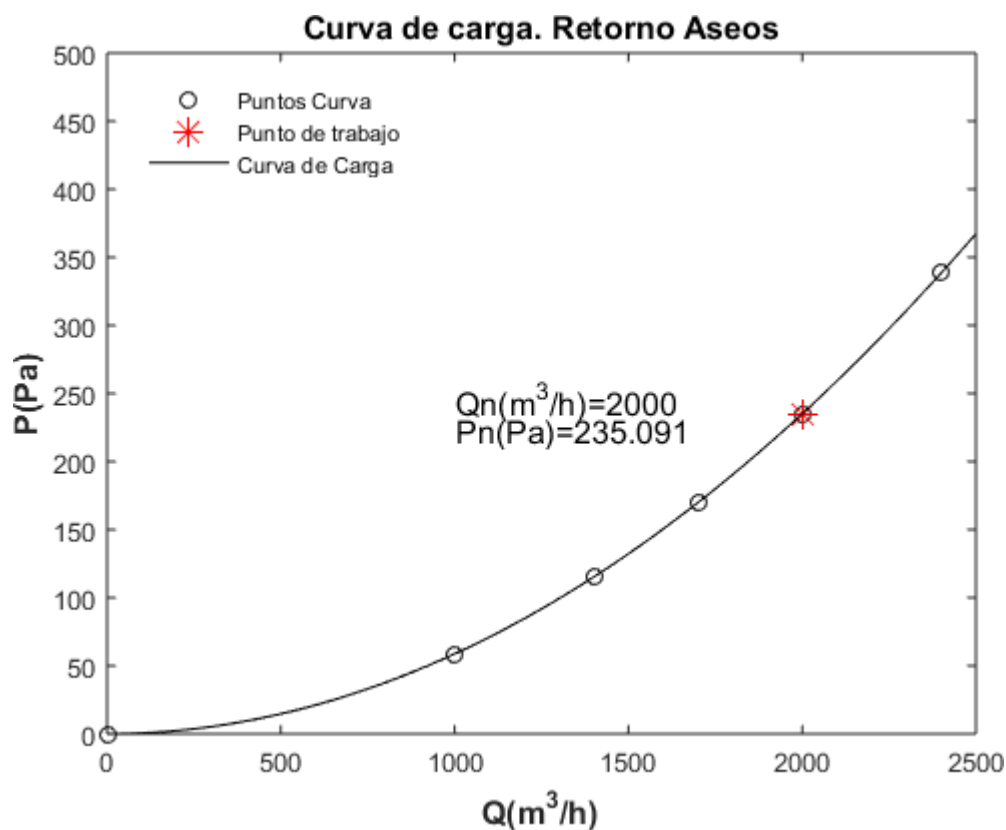
Retorno Aseos'};

title(titulo,'fontsize',12);

```

x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold');
ylim([0 500]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto de trabajo','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(10,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(10,2));
text(dat_c(10,1)*0.5,dat_c(10,2)*1.05,tx1,'fontsize',12);
text(dat_c(10,1)*0.5,dat_c(10,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f19 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Returno_Aseos;
saveas (figure (19), 'Curva_de_Carga_Returno_Aseos');

```



14.4.11.2 Curva de carga-ventilador comercial

```

figure (20);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22);

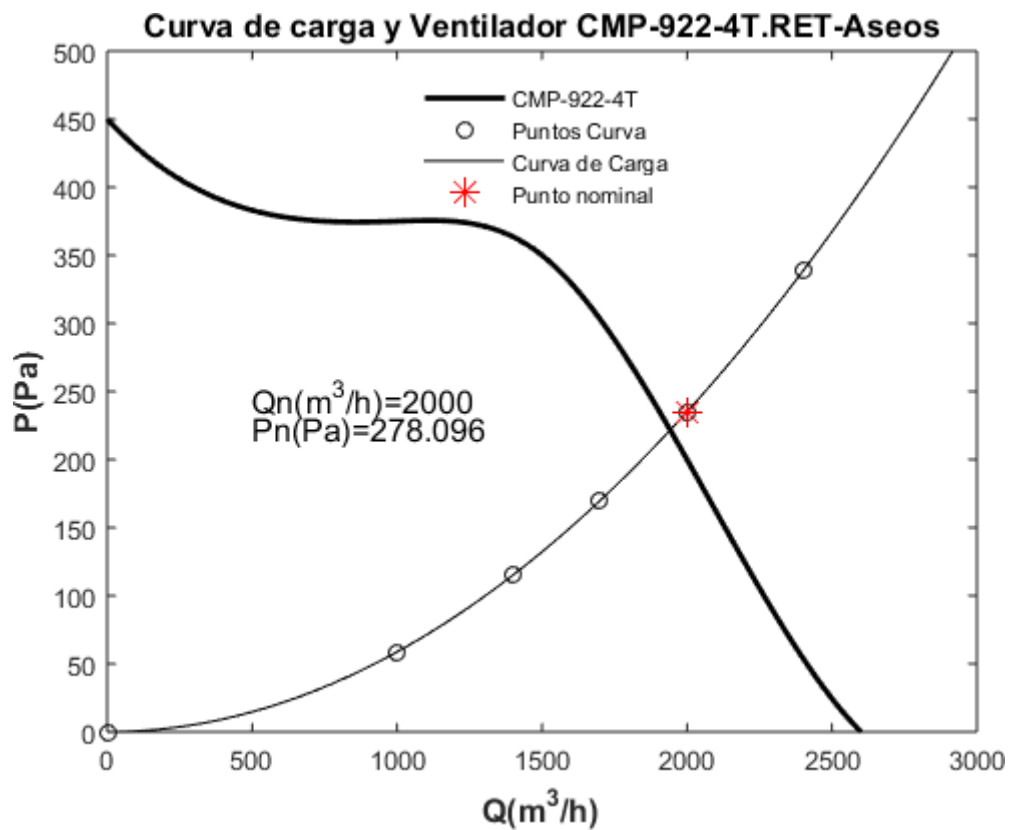
```

```

gr1=plot(v_int8,curva_v8);
set(gr1,'linestyle','-
','linewidth',2,'color','k'); hold on;
gr1=plot(Q_c10,H_c10,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c10',H_c10','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(10,1),dat_c(10,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Ventilador CMP-922-
4T.RET-Aseos'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(m^3/h)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='P(Pa)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold');

ylim([0 500]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('CMP-922-4T','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','North');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(m^3/h)=%g', dat_c(10,1));
tx2=sprintf('Pn(Pa)=%g', dat_c(9,2));
text(dat_c(10,1)*0.25,dat_c(10,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(10,1)*0.25,dat_c(10,2)*0.95,tx2,'fon
tsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f20 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Ventilador_RET_Aseos;
saveas(figure(20),'Curva_de_Carga_Ventilador_RET
-Aseos');

```



15. ANEXO. CÁLCULOS DE AGUA Y FAN COILS

15.1. Bomba de Calor. Sistema Despachos-Taller

15.1.1. Datos Generales Instalación

Cálculo por: Hazen - Williams

Pérdidas secundarias: 10 %

Velocidad máxima: 2 m/s

Tª entrada Unidad Terminal (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 75
- Radiadores (sistema monotubo, primer radiador): 75
- Fancoils (frío): 7
- Fancoils (calor): 45

Salto térmico (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 10
- Radiadores (sistema monotubo, salto térmico total en serie): 10
- Fancoils (frío): 5
- Fancoils (calor): 5
- Suelo radiante: 5

Coefficiente convección $h(W/m^2°C)$: 11

15.1.2. Resultados Ramas y Nudos

Tabla 15.1 Resultados Ramas Bomba de Calor del Sistema Taller-Despachos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	L.real (m)	Función tramo	Mat./Rug.(mm)/K	C	Q (l/s)	Dn (mm)	Dint (mm)	hf (mca)	hu (mmca/m)	V (m/s)
1	1	2		Gen.agua fría			-1,027			2,761		
4	4	5		Bomba circ.			1,027			-8,5		
5	5	6		VC	K=0,5	140	1,027	32	36	0,029		1,01*
8	8	10	1,68	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,033	19,9	0,66
9	11	12	0,86	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,017	19,9	0,66
10	12	13	3	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,352	32	26	0,079	26,3	0,66
11	11	10	0,72	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	-0,567	40	33	0,014	19,9	0,66

12	13	14	5,81	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,137	25	20	0,096	16,4	0,44
13	15	16	2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,46	40	33	0,027	13,5	0,54
14	15	9	0,72	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	-0,46	40	33	0,01	13,5	0,54
15	16	17	4,27	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,096	22,4	0,61
16	17	28	4,75	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,107	22,4	0,61
20	12	30	0,68	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,215	25	20	0,026	37,9	0,68
22	13	31	0,68	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,215	25	20	0,026	37,9	0,68
25	27	28		Fancoil			0,323			3,43		
25	28	27		VRG	K=5	140	0,323	20	21,7	0,197		0,87
27	28	29		VEA	K=2,5		0,323	20	21,7	1,56		0,87
27	16	30	0,15	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,137	25	20	0,002	16,4	0,44
27	29	30		Fancoil			0,137			2,61		
27	30	29		VRG	K=5	140	0,137	15	16,1	0,117		0,67
30	32	33		Fancoil			0,215			5,04		
30	31	32		VRG	K=5	140	0,215	20	21,7	0,087		0,58
31	14	34	0,1	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,137	25	20	0,002	16,4	0,44
31	33	34		Fancoil			0,137			2,61		
31	34	33		VRG	K=5	140	0,137	15	16,1	0,117		0,67
33	31	36	2,2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,46	40	33	0,03	13,5	0,54
34	29	37	0,51	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,011	22,4	0,61
35	37	38	1,58	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,035	22,4	0,61
36	38	39	1,81	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,041	22,4	0,61
37	39	31	2,04	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,323	32	26	0,046	22,4	0,61
38	36	35	0,72	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,46	40	33	0,01	13,5	0,54
39	35	40	0,25	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	1,027	50	41	0,005	20,8	0,78
40	40	41		VC	K=0,5	140	1,027	32	36	0,029		1,01
41	41	42	0,2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	1,027	50	41	0,004	20,8	0,78
42	42	43	0,2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	1,027	50	41	0,004	20,8	0,78
43	43	44		VC	K=0,5	140	1,027	32	36	0,029		1,01
44	44	2	0,41	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	1,027	50	41	0,009	20,8	0,78
43	1	4		VC	K=0,5	140	1,027	32	36	0,029		1,01
29	31	32		Fancoil			0,215			5,04		
29	30	31		VRG	K=5	140	0,215	20	21,7	0,087		0,58
45	32	45		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,275		0,58
46	45	46	0,67	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,215	25	20	0,025	37,9	0,68
47	33	47		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,056		0,58
48	47	48	2,3	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,215	25	20	0,087	37,9	0,68

49	34	49		VEA	K=2,5		0,137	15	16,1	2,385		0,67
50	49	48	5,29	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,137	25	20	0,087	16,4	0,44
51	48	46	3	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,352	32	26	0,079	26,3	0,66
52	46	50	0,88	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,018	19,9	0,66
44	50	35	2,21	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,044	19,9	0,66
53	50	50	0,72	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,014	19,9	0,66
53	30	31		VEA	K=2,5		0,137	15	16,1	2,793		0,67
52	6	9	0,2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	1,027	50	41	0,004	20,8	0,78
53	9	8	0,2	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X	140	0,567	40	33	0,004	19,9	0,66

Tabla 15.2 Resultados Nudos Bomba de Calor del Sistema Despachos-Taller

Nudo	Cota (m)	H (mca)	Presión (mca)
1	3,72	18,72	15
2	3,72	21,481	17,761
4	3,72	18,691	14,971*
5	3,72	27,191	23,471
6	3,72	27,163	23,443
8	3,72	27,155	23,435
9	3,72	27,159	23,439
10	3,72	27,121	23,401
11	3	27,107	24,107
12	3	27,09	24,09
13	3	27,011	24,011
14	3	26,916	23,916
15	3	27,149	24,149
16	3	27,122	24,122
17	3	27,026	24,026
28	0	26,92	26,92
27	3	26,723	23,723
28	3	23,293	20,293
29	3	21,733	18,733
30	3	27,12	24,12
29	3	27,003	24,003
30	3	24,393	21,393
31	3	21,6	18,6
30	3	27,064	24,064
31	3	26,985	23,985

32	3	26,898	23,898
33	3	21,858	18,858
34	3	26,914	23,914
33	3	26,797	23,797
34	3	24,187	21,187
35	3,72	21,56	17,84
36	3	21,57	18,57
37	3	21,722	18,722
38	3	21,686	18,686
39	3	21,646	18,646
40	3,72	21,555	17,835
41	4,22	21,527	17,307
42	4,22	21,523	17,303
43	4,22	21,518	17,298
44	3,72	21,49	17,77
31	3	26,977	23,977
32	3	21,937	18,937
45	3	21,662	18,662
46	3	21,636	18,636
47	0,8	21,802	21,002
48	3	21,715	18,715
49	3	21,802	18,802
50	3	21,619	18,619
50	3,72	21,604	17,884

NOTA:

- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión.

15.1.3. Resultados Unidades Terminales

Fancoils

Tabla 15.3 Resultados Unidades Terminales Bomba de Calor del Sistema Despachos-Taller

Nudo Orig.	Local	Tipo	Serie	Modelo	Pot.	Pot.	Pot.	Q	Q	Pot.	P.Det/	Q Det/
					Frig. Tot.(W)	Frig. Sen.(W)	Cal. (W)	dem. (l/s)	aire. (m3/h)	Vent. (W)	VEA (mca)	VEA (l/s)
27	TALLER	Cassette 2T	FKW	FKW32N	6.760	4.934		0,323	1.087	126	1,56	0,323
29	DESPACHO_1	Cassette 2T	FKW	FKW22N	2.870	2.009		0,137	611	126	2,793	0,137
32	DESPACHO_2	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,056	0,215
33	DESPACHO_3	Cassette 2T	FKW	FKW22N	2.870	2.009		0,137	611	126	2,385	0,137
31	DESPACHO_2	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,275	0,215

15.1.4. Resultados Generadores

Enfriadoras solo frío

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Condens.	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. (kW)	Cons.Frig. (kW)	EER
1	2	Aire-Agua	HITECSA	EWXZ (SF)	1001	25,5	10,6	2,41

15.1.5. Cálculos Complementarios

BOMBA/CIRCULADOR.

$$P = (9,81 \times Q \times h) / (\eta / 100)$$

Siendo:

P = Potencia de la bomba/circulador (W).

Q = Caudal de trasiego (l/s).

h = Energía que proporciona la bomba/circulador (mca).

η = Rendimiento de la bomba/circulador (%).

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 15.4 Bomba de circulación del Sistema Taller-Despachos

Rama	Q(l/s)	h(mca)	η (%)	P(W)
4	1,027	8,5	65	131,75

15.2. Bomba de Calor. Sistema Cafetería-Comedor

15.2.1. Datos Generales Instalación

Cálculo por: Darcy - Weisbach

Densidad fluido: 1000 kg/m³

Viscosidad cinemática del fluido: 0.0000011 m²/s

Pérdidas secundarias: 10 %

Velocidad máxima: 2 m/s

T^a entrada Unidad Terminal (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 75
- Radiadores (sistema monotubo, primer radiador): 75
- Fancoils (frío): 7
- Fancoils (calor): 45

Salto térmico (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 10
- Radiadores (sistema monotubo, salto térmico total en serie): 10
- Fancoils (frío): 5
- Fancoils (calor): 5
- Suelo radiante: 5

Coefficiente convección h(W/m²°C): 11

15.2.2. Resultados Ramas y Nudos

Tabla 15.5 Resultados Ramas Bomba de Calor del Sistema Cafetería-Comedor

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	L.real (m)	Función tramo	Mat./Rug.(mm)/K	f	Q (l/s)	Dn (mm)	Dint (mm)	hf (mca)	hu (mmca/m)	V (m/s)
-------	------------	------------	------------	---------------	-----------------	---	---------	---------	-----------	----------	-------------	---------

1	1	2		Gen.agua fría			-1,075			3,025		
7	9	10	1,58	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,042	26,5	0,81
8	10	11	1,35	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,645	40	33	0,041	30,4	0,75
9	11	12	1,25	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,43	40	33	0,018	14,3	0,5
10	12	13	2,5	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,033	13,1	0,4
11	10	14	0,76	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,43	40	33	0,011	14,3	0,5
12	14	15	3,8	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,05	13,1	0,4
14	16	17		Fancoil			0,215			5,04		
14	14	16		VRG	K=5	0,02	0,215	20	21,7	0,087		0,58
20	22	23		Fancoil			0,215			5,04		
20	12	22		VRG	K=5	0,02	0,215	20	21,7	0,087		0,58
22	24	25		Fancoil			0,215			5,04		
22	13	24		VRG	K=5	0,02	0,215	20	21,7	0,087		0,58
22	24	25		Fancoil			0,215			5,04		
22	15	24	0,45	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,006	13,1	0,4
22	11	24	3,61	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,047	13,1	0,4
23	25	26		Fancoil			0,215			5,04		
23	24	25		VRG	K=5	0,02	0,215	20	21,7	0,087		0,58
25	17	27		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,481		0,58
26	25	28		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,462		0,58
27	28	27	3,8	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,05	13,1	0,4
28	27	29	0,79	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,43	40	33	0,011	14,3	0,5
29	25	30		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,309		0,58
30	26	31		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,317		0,58
31	31	32	3,5	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,046	13,1	0,4
32	32	29	1,72	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,031	0,645	40	33	0,052	30,4	0,75
33	23	33		VEA	K=2,5		0,215	20	21,7	0,374		0,58
34	30	33	2,5	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,037	0,215	32	26	0,033	13,1	0,4
35	33	32	1,26	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,033	0,43	40	33	0,018	14,3	0,5
30	1	2		VC	K=0,5	0,02	1,075	32	36	0,031		1,06*
31	2	3		Bomba circ.			1,075			-9		
32	3	4		VC	K=0,5	0,02	1,075	32	36	0,031		1,06
1	4	5	0,69	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,018	26,5	0,81
34	9	5	1,42	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	-1,075	50	41	0,038	26,5	0,81
35	29	33	1,85	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,049	26,5	0,81
36	32	34	0,32	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,008	26,5	0,81
37	34	35		VC	K=0,5	0,02	1,075	32	36	0,031		1,06

38	35	36	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,008	26,5	0,81
39	36	37	0,3	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,008	26,5	0,81
40	37	38		VC	K=0,5	0,02	1,075	32	36	0,031		1,06
41	38	2	0,48	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,013	26,5	0,81
42	33	32	1,42	Tubería	Mult.Pol/AI/PE-X/0,1	0,029	1,075	50	41	0,038	26,5	0,81

Tabla 15.6 Resultados Nudos Bomba de Calor del Sistema Cafetería-Comedor

Nudo	Cota (m)	H (mca)	Presión (mca)
1	4,42	19,42	15
2	4,42	22,445	18,025
9	3	28,303	25,303
10	3	28,261	25,261
11	3	28,22	25,22
12	3	28,202	25,202
13	3	28,169	25,169
14	3	28,25	25,25
15	3	28,2	25,2
16	3	28,163	25,163
17	3	23,123	20,123
22	3	28,115	25,115
23	3	23,075	20,075
24	3	28,082	25,082
25	3	23,042	20,042
24	3	28,194	25,194
25	3	23,154	20,154
24	0	28,173	28,173
25	3	28,086	25,086
26	3	23,046	20,046
27	3	22,642	19,642
28	3	22,692	19,692
29	3	22,631	19,631
30	3	22,734	19,734
31	0	22,729	22,729
32	3	22,683	19,683
33	3	22,701	19,701
2	4,42	19,389	14,969*
3	4,42	28,389	23,969

4	4,42	28,359	23,939
5	4,42	28,34	23,92
32	4,42	22,544	18,124
33	3	22,582	19,582
34	4,42	22,536	18,116
35	4,92	22,505	17,585
36	4,92	22,497	17,577
37	4,92	22,489	17,569
38	4,42	22,458	18,038

NOTA:

- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión.

15.2.3. Resultados Unidades Terminales

Fancoils

Tabla 15.7 Resultados Unidades Terminales Bomba de Calor del Sistema Cafetería-Comedor

Nudo Orig.	Local	Tipo	Serie	Modelo	Pot.	Pot.	Pot.	Q dem. (l/s)	Q aire. (m3/h)	Pot. Vent. (W)	P.Det/VEA (mca)	Q Det/VEA (l/s)
					Frig. Tot.(W)	Frig. Sen.(W)	Cal. (W)					
16	CAFETERIA-COMEDOR	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,481	0,215
22	CAFETERIA-COMEDOR	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,374	0,215
24	CAFETERIA-COMEDOR	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,309	0,215
24	CAFETERIA-COMEDOR	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,462	0,215
25	CAFETERIA-COMEDOR	Cassette 2T	FKW	FKW24N	4.490	3.233		0,215	815	124	0,317	0,215

15.2.4. Resultados Generadores

Enfriadoras solo frío

Tabla 15.8 Resultados Generadores Bomba de Calor del Sistema Cafetería-Comedor

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Condens.	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. (kW)	Cons.Frig. (kW)	EER
1	2	Aire-Agua	HITECSA	EWXZ (SF)	1001	25,5	10,6	2,41

15.2.5. Cálculos Complementarios

BOMBA/CIRCULADOR.

$$P = (9,81 \times Q \times h) / (\eta / 100)$$

Siendo:

P = Potencia de la bomba/circulador (W).

Q = Caudal de trasiego (l/s).

h = Energía que proporciona la bomba/circulador (mca).

η = Rendimiento de la bomba/circulador (%).

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 15.9 Bomba de circulación del Sistema Cafetería-Comedor

Rama	Q(l/s)	h(mca)	η (%)	P(W)
31	1,075	9	65	146,02

15.3. Bomba de Calor. Sistema Cocina

15.3.1. Datos Generales Instalación

Cálculo por: Darcy - Weisbach

Densidad fluido: 1000 kg/m³

Viscosidad cinemática del fluido: 0.0000011 m²/s

Pérdidas secundarias: 10 %

Velocidad máxima: 2 m/s

Tª entrada Unidad Terminal (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 75
- Radiadores (sistema monotubo, primer radiador): 75
- Fancoils (frío): 7
- Fancoils (calor): 45

Salto térmico (°C):

- Radiadores (sistema bitubo): 10
- Radiadores (sistema monotubo, salto térmico total en serie): 10
- Fancoils (frío): 5
- Fancoils (calor): 5
- Suelo radiante: 5

Coefficiente convección h(W/m²C): 11

15.3.2. Resultados Ramas y Nudos

Tabla 15.10 Resultados Ramas Bomba de Calor del Sistema Cocina

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	L.real (m)	Función tramo	Mat./Rug.(mm)/K	f	Q (l/s)	Dn (mm)	Dint (mm)	hf (mca)	hu (mmca/m)	V (m/s)
4	4	5		Bomba circ.			1,008			-9		
5	5	6		VC	K=0,5	0,02	1,008	32	36	0,027		0,99*
9	11	12		Fancoil			0,504			5,39		
9	10	11		VRG	K=5	0,02	0,504	25	27,3	0,19		0,86
9	10	12	2,1	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,032	-0,504	40	33	0,04	19,2	0,59
10	12	8	0,8	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	-1,008	50	41	0,019	23,5	0,76
11	13	14		Fancoil			0,504			5,39		
11	12	13		VRG	K=5	0,02	0,504	25	27,3	0,19		0,86
12	6	15	0,41	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,01	23,5	0,76
13	12	15		VEA	K=2,5		0,504	25	27,3	0,413		0,86
14	14	16		VEA	K=2,5		0,504	25	27,3	0,494		0,86
15	8	15	1,42	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	-1,008	50	41	0,033	23,5	0,76
16	15	16	2,1	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,032	0,504	40	33	0,04	19,2	0,59
17	16	23	0,85	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,02	23,5	0,76
18	18	19	1,16	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,027	23,5	0,76

19	19	20		VC	K=0,5	0,02	1,008	32	36	0,027		0,99
20	20	21	0,3	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,007	23,5	0,76
21	21	22	0,3	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,007	23,5	0,76
22	22	23		VC	K=0,5	0,02	1,008	32	36	0,027		0,99
1	1	2		Gen.agua fría			-1,008			2,66		
23	23	2	0,35	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,008	23,5	0,76
24	23	18	1,12	Tubería	Mult.Pol/Al/PE-X/0,1	0,029	1,008	50	41	0,026	23,5	0,76
23	1	4		VC	K=0,5	0,02	1,008	32	36	0,027		0,99

Tabla 15.11 Resultados Nudos Bomba de Calor del Sistema Cocina

Nudo	Cota (m)	H (mca)	Presión (mca)
4	4,42	19,393	14,973*
5	4,42	28,393	23,973
6	4,42	28,366	23,946
8	3	28,323	25,323
10	3	28,264	25,264
11	3	28,074	25,074
12	3	22,684	19,684
12	3	28,304	25,304
13	3	28,114	25,114
14	3	22,724	19,724
15	4,42	28,356	23,936
15	3	22,27	19,27
16	3	22,23	19,23
18	4,42	22,184	17,764
19	4,42	22,156	17,736
20	4,82	22,129	17,309
21	4,82	22,122	17,302
22	4,82	22,115	17,295
23	4,42	22,088	17,668
1	4,42	19,42	15
2	4,42	22,08	17,66
23	3,3	22,21	18,91

NOTA:

- * Rama de mayor velocidad o nudo de menor presión.

15.3.3. Resultados Unidades Terminales

Fancoils

Tabla 15.12 Resultados Unidades Terminales Bomba de Calor del Sistema Cocina

Nudo Orig.	Local	Tipo	Serie	Modelo	Pot.	Pot.	Pot.	Q dem. (l/s)	Q aire. (m3/h)	Pot.	P.Det/	Q Det/
					Frig.	Frig.	Cal.			Vent.	VEA	
					Tot.(W)	Sen.(W)	(W)			(W)	(mca)	(l/s)
11	COCINA	Cassette 2T	FKW	FKW34N	10.540	7.588		0,504	1.274	124	0,413	0,504
13	COCINA	Cassette 2T	FKW	FKW34N	10.540	7.588		0,504	1.274	124	0,494	0,504

15.3.4. Resultados Generadores

Enfriadoras solo frío

Nudo Orig.	Nudo Dest.	Condens.	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. (kW)	Cons.Frig. (kW)	EER
1	2	Aire-Agua	HITECSA	EWXZ (SF)	1001	25,5	10,6	2,41

15.3.5. Cálculos Complementarios

BOMBA/CIRCULADOR.

$$P = (9,81 \times Q \times h) / (\eta / 100)$$

Siendo:

P = Potencia de la bomba/circulador (W).

Q = Caudal de trasiego (l/s).

h = Energía que proporciona la bomba/circulador (mca).

η = Rendimiento de la bomba/circulador (%).

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 15.13 Bomba de circulación del Sistema Cocina

Rama	Q(l/s)	h(mca)	η (%)	P(W)
4	1,008	9	65	136,92

16. ANEXO. CALCULO DE BOMBAS. EXTRACTO DE MATLAB

Iniciamos con todas las variables a cero

```
clc;close all;clear;
```

16.1. Objeto del presente apartado

En el presente apartado, realizaremos los cálculos de fluidos correspondientes a la instalación de agua de climatización

16.2. Datos

Datos de las curvas de carga:

```
dat_c=[1.0271 8.5;
        1.075          9;
        1.008          9];
```

Según se recoge en DATOS Q(l/s) h(mca) Bomba 1 x x Bomba 2 x x Bomba 3 x x

16.3. Datos de las bombas:

Colocamos los datos de las curvas de carga en formato tabla

```
Bombas = {'Bomba_Despachos-
Taller'; 'Bomba_Cafeteria-
Comedor'; 'Bomba_Cocina'}
Q = [dat_c(1,1); dat_c(2,1); dat_c(3,1)];
H =
[dat_c(1,2); dat_c(2,2); dat_c
(3,2)]; Datos =
table(Q,H, 'RowNames', Bombas)
;
```

Datos de bombas ofrecidos por DMelect

```
dat_b=[11.333 -2.68631347;
        12          -2.59599725;
        12          -2.95256925];
```

Datos de bombas comerciales

YONOSMAXO257

Caudales:

```
Q_b1=[0 3.1 7.1 6 3 0]*1000/3600;
```

Alturas

```
H_b1=[7 7 2.5 1.8 0.5 0.5];
```

YONOSMAXO2510

Caudales

```
Q_b2=[0 3.5 8.5 5.5 3 0]*1000/3600;
```

Alturas

```
H_b2=[10 10 3.5 1.8 0.5 0.5];
```

YONOSMAXO4012

Caudales

```
Q_b3=[0 6 17 14 6 0]*1000/3600;
```

Alturas

```
H_b3=[12 12 4 2 1.5 1.5];
```

16.4. Curvas de carga de los distintos sistemas

Calculo las curvas de carga para los 3 sistemas:

$$H = a * Q^2$$

Predispongo un array de 0s para los coeficientes de las curvas de carga

```
dim=size(dat_c);
```

```
a=zeros(1,dim(1));
```

Creamos las ecuaciones exponenciales de segundo orden para cada una de las curvas de carga

```
for ii=1:dim(1)
```

```
    a(ii)=dat_c(ii,2)./(dat_c(
```

```
    ii,1).^2);
```

```
end
```

16.4.1. Sistema taller-despachos

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c1=[0,0.5*dat_c(1,1),0.7*dat_c(1,1),0.85*dat_c(1,1),dat_c(1,1),1.2*dat_c(1,1)]; H_c1= a(1)* Q_c1.^2;
```

16.4.1.1 Curva de carga

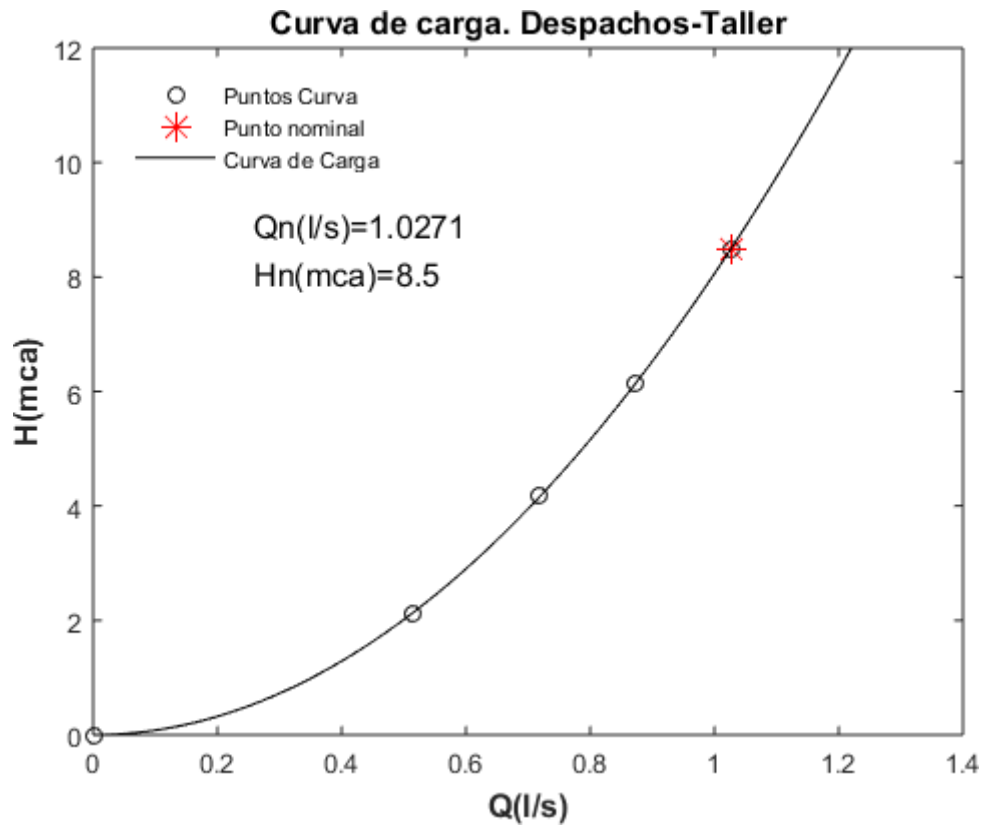
```
figure(1);
```

```

set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c1,H_c1, '.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeC
olor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(1,1),dat_c(1,2), '.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeC
olor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c1',H_c1','poly2
'); plot(curva,'k');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga.
Despachos-Taller'};
title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 12]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva
de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthWest');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(1,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(1,2));
text(dat_c(1,1)*0.25,dat_c(1,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(1,1)*0.25,dat_c(1,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f1 -r400 -djpeg Curva_de_Carga_Despachos-Taller;

saveas (figure(1), 'Curva_de_Carga_Despachos-Taller');

```

16.4.1.2 Curva de carga-bomba comercial

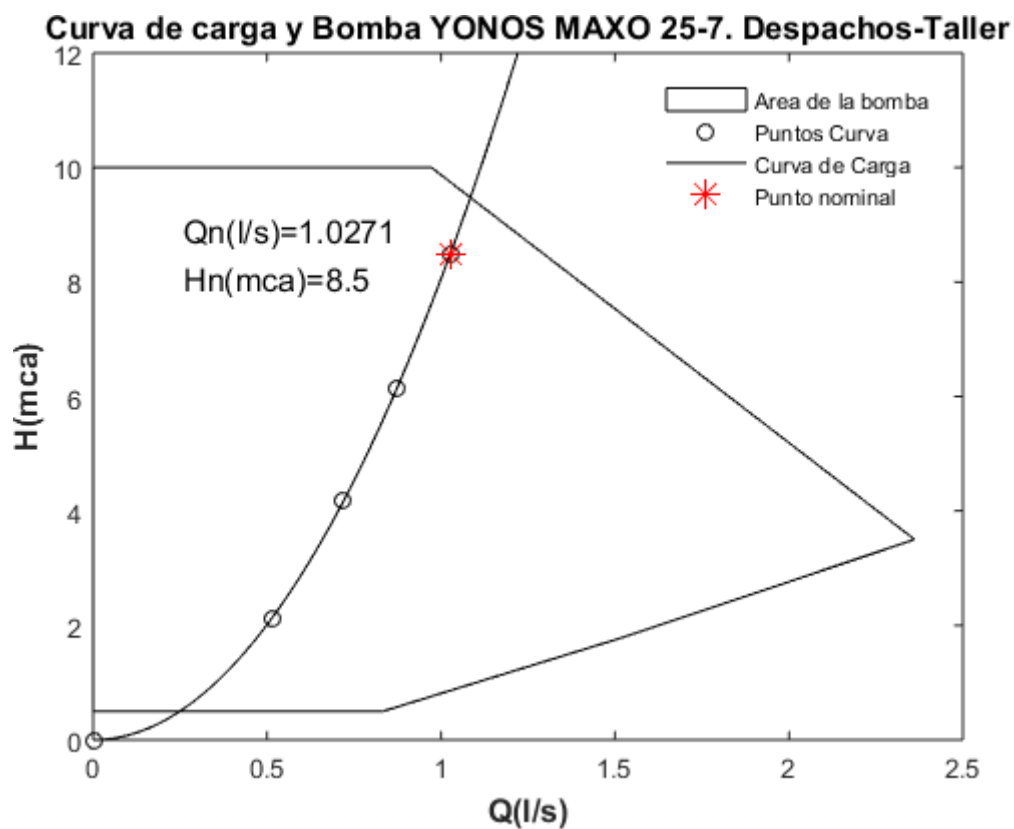
```
figure(2);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); fill(Q_b2,H_b2,'w');
hold on;
gr1=plot(Q_c1
,H_c1, '.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c1',H_c1','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(1,1),dat_c(1,2), '.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Bomba YONOS MAXO 25-7.
Despachos-Taller'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
```

```

t', 'bold');

ylim([0 12]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Area de la bomba', 'Puntos Curva', 'Curva de
Carga', 'Punto nominal');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'NorthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(1,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(1,2));
text(dat_c(1,1)*0.25, dat_c(1,2)*1.05, tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(1,1)*0.25, dat_c(1,2)*0.95, tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -f2 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Bomba_Despachos-Taller;
saveas (figure (2), 'Curva_de_Carga_Bomba_Despachos-
Taller');

```



16.4.2. Sistema cafetería-comedor

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```

Q_c2=[0,0.5*dat_c(2,1),0.7*dat_c(2,1),0.85*dat_c(2,1),dat_c(2,1),1.2*d
at_c(2,1)]; H_c2= a(2)* Q_c2.^2;

```

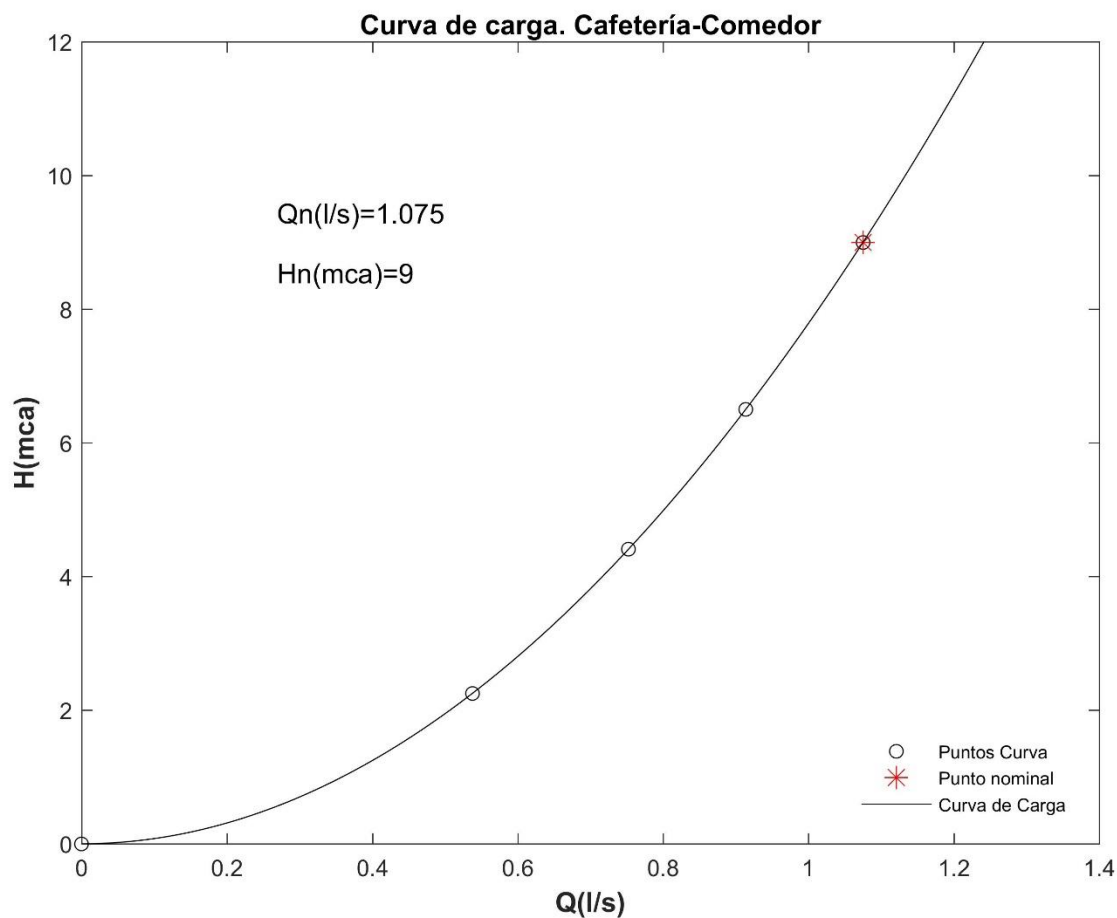
16.4.2.1 Curva de carga

```

figure(3);

set(gcf, 'color', 'white'); axis off;
axes('fontsize', 22); gr1=plot(Q_c2, H_c2, '.');
set(gr1, 'Marker', 'o', 'MarkerSize', 6, 'MarkerEdgeC
olor', 'k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(2,1), dat_c(2,2), '.');
set(gr1, 'Marker', '*', 'MarkerSize', 10, 'MarkerEdgeC
olor', 'r'); hold on;
curva =
fit(Q_c2', H_c2', 'poly2
'); plot(curva, 'k');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la
grafica titulo={'Curva
de carga. Cocina'};
title(titulo, 'fontsize'
, 12); x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis, 'fontsize', 12, 'FontWeigh
t', 'bold'); ylim([0 12]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva', 'Punto nominal', 'Curva
de Carga');
set(leg1, 'FontAngle', 'normal', 'TextColor', 'k', ...
'FontSize', 8, 'Box', 'off', 'Location', 'SouthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(2,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(2,2));
text(dat_c(2,1)*0.25, dat_c(2,2)*1.05, tx1, 'fon
tsize', 12);
text(dat_c(2,1)*0.25, dat_c(2,2)*0.95, tx2, 'fontsize', 12);
% Guardamos la gráfica
print -f3 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Cafeteria-Comedor;
saveas(figure(3), 'Curva_de_Carga_C
afeteria-Comedor');

```



16.4.2.2 Carga-bomba-comercial

```

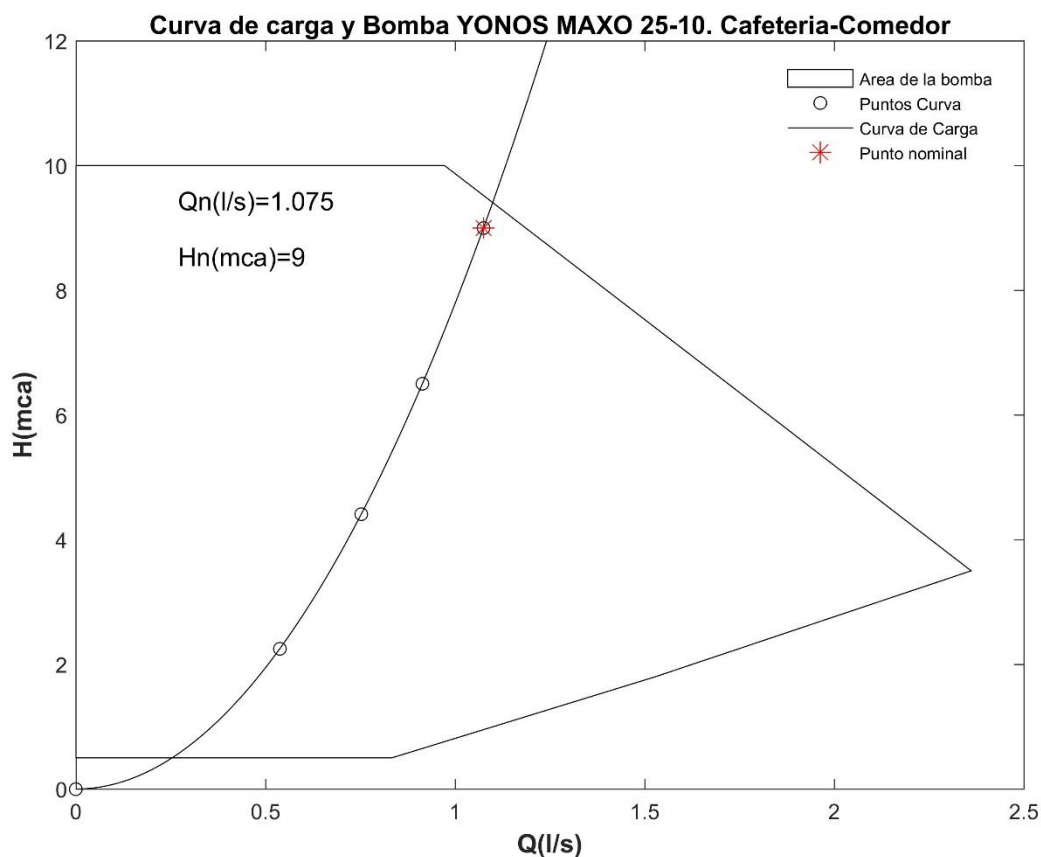
figure(4);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); fill(Q_b2,H_b2,'w');
hold on;
gr1=plot(Q_c2
,H_c2, '.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c2',H_c2','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(2,1),dat_c(2,2), '.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
% Y edito los parámetros de la gráfica:

```

```

% Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y Bomba YONOS MAXO 25-10.
Cafeteria-Comedor'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 12]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Area de la bomba','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(2,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(2,2));
text(dat_c(2,1)*0.25,dat_c(2,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(2,1)*0.25,dat_c(2,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f4 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Bomba_Cafeteria-comedor;
saveas (figure(4), 'Curva_de_Carga_Cafeteria-
comedor') ;

```



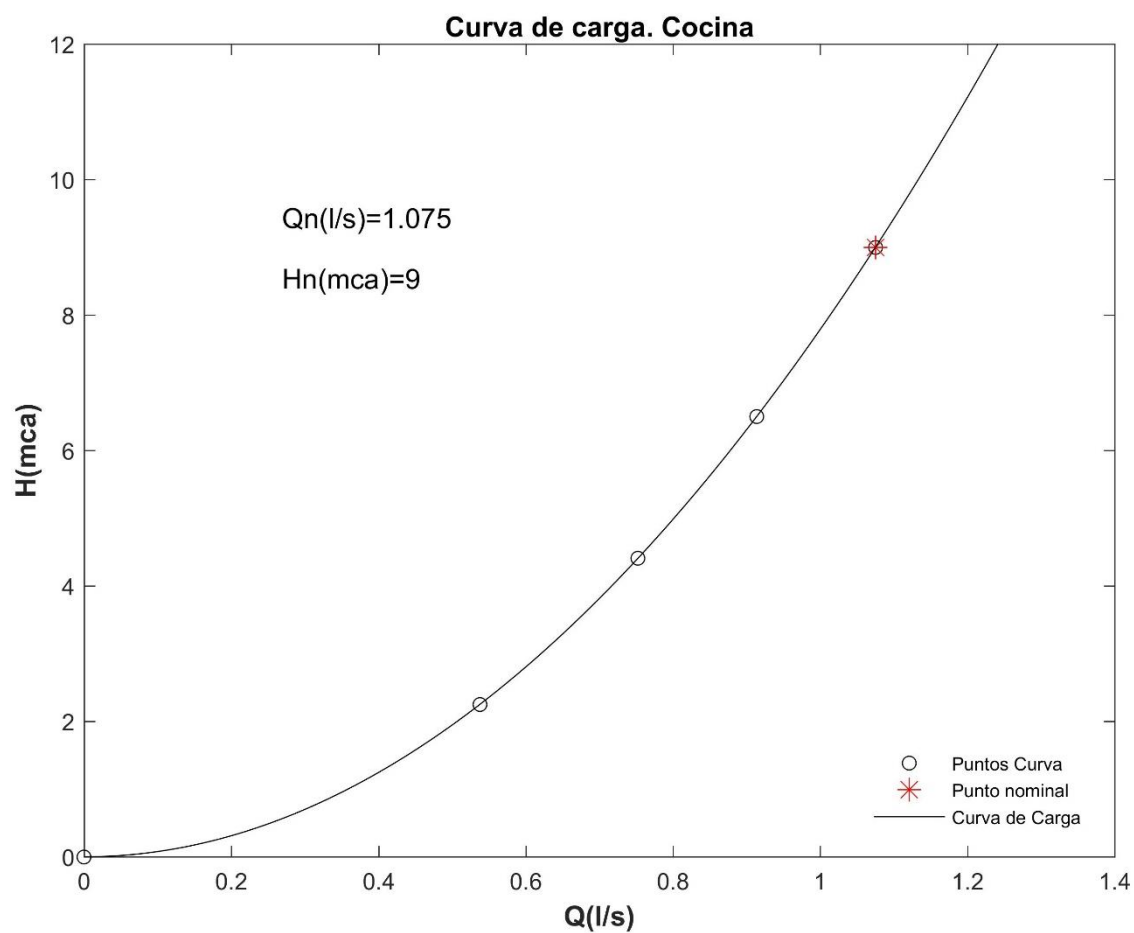
16.4.3. Sistema cocina

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

```
Q_c3=[0,0.5*dat_c(3,1),0.7*dat_c(3,1),0.85*dat_c(3,1),dat_c(3,1),1.2*dat_c(3,1)]; H_c3= a(3)* Q_c3.^2;
```

16.4.3.1 Curva de carga

```
figure(5);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); gr1=plot(Q_c3,H_c3,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k'); hold on;
gr1=plot(dat_c(3,1),dat_c(3,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r'); hold on;
curva =
fit(Q_c3',H_c3','poly2'); plot(curva,'k');
% Y edito los parámetros de la gráfica:
%
%Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga. Cafeteria-Comedor'};
title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeight','bold'); ylim([0 12]);
% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Puntos Curva','Punto nominal','Curva de Carga');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k','...','FontSize',8,'Box','off','Location','SouthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(3,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(3,2));
text(dat_c(3,1)*0.25,dat_c(3,2)*1.05,tx1,'fontsize',12);
text(dat_c(3,1)*0.25,dat_c(3,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f5 -r400 -djpeg Curva_de_Carga_Cafeteria-Comedor;
saveas (figure(5), 'Curva_de_Carga_Cafeteria-Comedor');
```



16.4.3.2 Carga-bomba-comercial

Creo la curva de carga para este sistema a partir de los datos anteriores

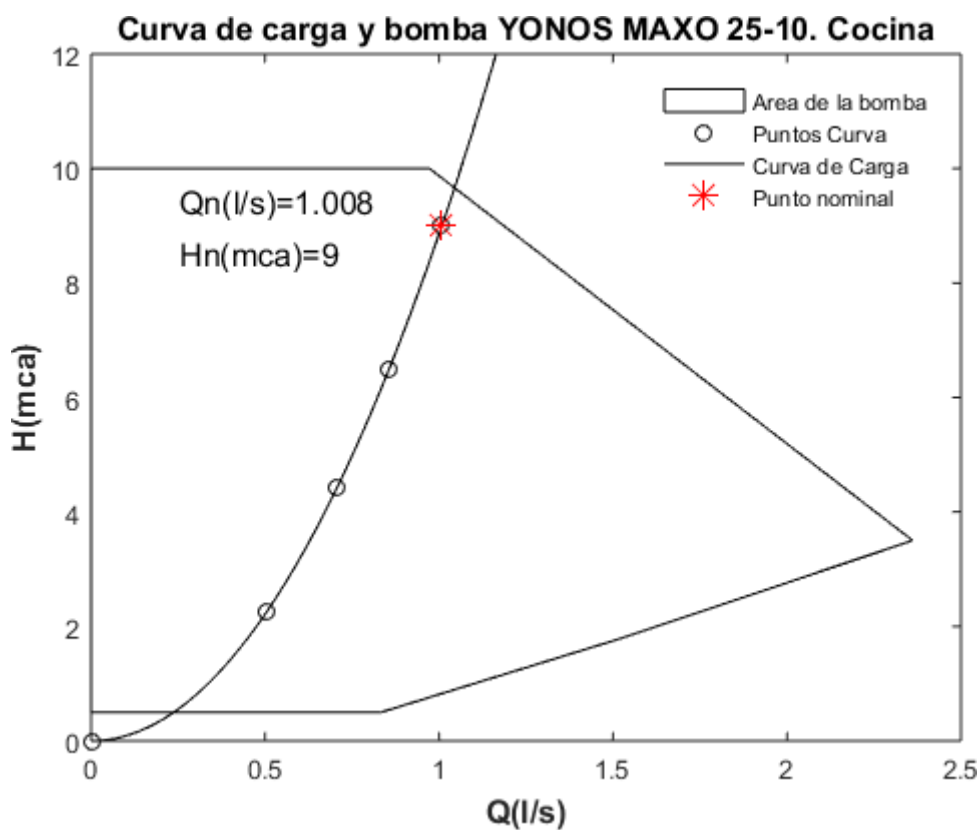
```
figure(6);
set(gcf,'color','white');axis off;
axes('fontsize',22); fill(Q_b2,H_b2,'w');
hold on;
gr1=plot(Q_c3
,H_c3,'.');
set(gr1,'Marker','o','MarkerSize',6,'MarkerEdgeColor','k');
% Ajustamos la curva
curva =
fit(Q_c3',H_c3','poly2
'); hold on;
plot(
curva
,'k')
;
hold
on;
gr1=plot(dat_c(3,1),dat_c(3,2),'.');
set(gr1,'Marker','*','MarkerSize',10,'MarkerEdgeColor','r');
```

```

% Y edito los parámetros de la gráfica:
% Títulos y ejes de la grafica
titulo={'Curva de carga y bomba YONOS MAXO 25-
10. Cocina'}; title(titulo,'fontsize',12);
x_axis='Q(l/s)';
xlabel(x_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); y_axis='H(mca)';
ylabel(y_axis,'fontsize',12,'FontWeigh
t','bold'); ylim([0 12]);

% Leyenda de la gráfica
leg1=legend('Area de la bomba','Puntos Curva','Curva de
Carga','Punto nominal');
set(leg1,'FontAngle','normal','TextColor','k',...
'FontSize',8,'Box','off','Location','NorthEast');
% Texto
tx1=sprintf('Qn(l/s)=%g', dat_c(3,1));
tx2=sprintf('Hn(mca)=%g', dat_c(3,2));
text(dat_c(3,1)*0.25,dat_c(3,2)*1.05,tx1,'fon
tsize',12);
text(dat_c(3,1)*0.25,dat_c(3,2)*0.95,tx2,'fontsize',12);
% Guardamos la gráfica
print -f6 -r400 -djpeg
Curva_de_Carga_Bomba_Cocina;
saveas (figure (3), 'Curva_de_Carga_Cocina'
);

```



17. ANEXO. CARGAS TÉRMICAS

17.1. Resumen de fórmulas.

17.1.1. Carga térmica de calefacción de un local "qct".

$$Q_{ct} = (Q_{stm} + Q_{si} - Q_{saip}) \cdot (1+F) + Q_{sv}$$

Siendo:

- Q_{stm} = Pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos (W).
- Q_{si} = Pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).
- Q_{saip} = Ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes (W).
- F = Suplementos (tanto por uno).
- Q_{sv} = Pérdida de calor sensible por aire de ventilación (W).

17.1.1.1 Pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos "Qstm".

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

- U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.
- A = Superficie del cerramiento (m²).
- T_i = Temperatura interior de diseño del local (°K).
- T_e = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°K).

17.1.1.2 Pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior "Qsi".

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

- V_{ae} = Caudal de aire exterior frío que se introduce en el local (m^3/h).
- T_i = Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}K$).
- T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$).

El caudal de aire exterior " V_{ae} " se estima como el mayor de los descritos a continuación (2 métodos).

- **Infiltraciones de aire exterior por el método de las Rendijas " V_i ".**

$$V_i = (\sum_j f_j \cdot L_j) \cdot R \cdot H$$

Siendo:

- f = Coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento ($m^3/h \cdot m$).
- L = Longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m).
- R = Coeficiente característico del local. Según RIESTSCHEL Y RAISS viene dado por:
- $R = 1 / [1 + (\sum_j f_j \cdot L_j / \sum_n f_n \cdot L_n)]$

$\sum_j f_j \cdot L_j$ = Caudal de aire infiltrado por puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento (m^3/h).

$\sum_n f_n \cdot L_n$ = Caudal de aire exfiltrado a través de huecos exteriores situados a sotavento o bien a través de huecos interiores del local (m^3/h).

- H = Coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio.

- **Caudal de aire exterior por la tasa de Renovación Horaria " V_r ".**

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

- V = Volumen del local (m^3).
- n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

17.1.1.3 Ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes "Qsaip".

$$Q_{saip} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

- Q_{sil} = Ganancia interna de calor sensible por iluminación (W).
- Q_{sp} = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).
- Q_{sad} = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc).

17.1.1.4 Suplementos.

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe}$$

Siendo:

- Z_o = Suplemento por orientación Norte.
- Z_{is} = Suplemento por interrupción del servicio.
- Z_{pe} = Suplemento por más de 2 paredes exteriores.

17.1.1.5 Pérdida de calor sensible por aire de ventilacion "Qsv"

$$Q_{sv} = Vv \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e)$$

Siendo:

V_v = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.

T_i = Temperatura interior de diseño del local ($^{\circ}K$).

T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.

17.1.2. Carga térmica de refrigeración de un local.

La carga térmica de refrigeración de un local " Q_r " se obtiene:

$$Q_r = Q_{st} + Q_{lt}$$

Siendo:

- Q_{st} = Aportación o carga térmica sensible (W).
- Q_{lt} = Aportación o carga térmica latente (W).

17.1.2.1 Carga térmica sensible " Q_{st} ".

$$Q_{st} = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{stm} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{sv}$$

Siendo:

- Q_{sr} = Calor por radiación solar a través de cristal (W).
- Q_{str} = Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W).
- Q_{stm} = Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas (W).
- Q_{si} = Calor sensible por infiltraciones de aire exterior (W).
- Q_{sai} = Calor sensible por aportaciones internas (W).
- Q_{sv} = Calor sensible por aire de ventilación (W).

- **Calor por radiación solar a través de cristal "Qsr".**

$$Q_{sr} = R \cdot A \cdot f_{cr} \cdot f_{at} \cdot f_{alm}$$

Siendo:

R = Radiación solar (W/m²).

- Con almacenamiento, R = Máxima aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la orientación, mes y latitud considerados.

- Sin almacenamiento, R = Aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la hora, orientación, mes y latitud considerados.

- A = Superficie de la ventana (m²).

- f_{cr} = Factor de corrección de la radiación solar.

- Marco metálico o ningún marco (+17%).

- Contaminación atmosférica (-15% máx.).

- Altitud (+0,7% por 300 m).

- Punto de rocío superior a 19,5 °C (-14% por 10 °C sin almac., -5% por 4 °C con almac.).

- Punto de rocío inferior a 19,5 °C (+14% por 10 °C sin almac., +5% por 4 °C con almac.).

- f_{at} = Factor de atenuación por persianas u otros elementos.

- f_{alm} = Factor de almacenamiento en las estructuras del edificio.

- **Calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores "Qstr".**

$$Q_{str} = U \cdot A \cdot DET$$

Siendo:

U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.

A = Superficie del cerramiento.

DET = Diferencia equivalente de temperaturas (°K).

$$DET = a + DET_S + b \cdot (R_S/R_M) \cdot (DET_M - DET_S)$$

Siendo:

- a = Coeficiente corrector que tiene en cuenta:
 - Un incremento distinto de 8° C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado).
 - Una OMD distinta de 11° C.
 - DET_S = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento a la sombra.
 - DET_M = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento soleado.
- b = Coeficiente corrector que considera el color de la cara exterior de la pared.
 - Color oscuro, b=1.
 - Color medio, b=0,78
 - Color claro, b=0,55.
- R_S = Máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada.
- R_M = Máxima insolación, correspondiente al mes de Julio y a 40° de latitud Norte, para la orientación considerada.

- **Calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas "Qstm".**

$$Q_{stm} = U \cdot A \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

- U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K). Obtenido según CTE DB-HE 1.
- A = Superficie del cerramiento (m²).
- T_e = Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°K).
- T_i = Temperatura interior de diseño del local (°K).

- **Calor sensible por infiltraciones de aire exterior "Q_{si}".**

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

- V_{ae} = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m³/h).
- T_e = Temperatura exterior de diseño (°K).
- T_i = Temperatura interior de diseño del local (°K).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria "V_r".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

- V = Volumen del local (m³).
- n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

- **Calor sensible por aportaciones internas "Q_{sai}".**

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sad}$$

Siendo:

- Q_{sil} = Ganancia interna de calor sensible por Iluminación (W).
- Q_{sp} = Ganancia interna de calor sensible debida a los Ocupantes (W).
- Q_{sad} = Ganancia interna de calor sensible por Aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc) (W).

- **Calor sensible por aire de ventilación "Q_{sv}".**

$$Q_{sv} = V_v \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i)$$

Siendo:

- V_v = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.
- T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}K$). Es la temperatura de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.
- T_i = Temperatura interior de diseño ($^{\circ}K$).

17.1.2.2 Carga térmica latente "Qlt".

$$Q_{lt} = Q_{li} + Q_{lai} + Q_{lv}$$

Siendo:

- Q_{li} = Calor latente por infiltraciones de aire exterior (W).
- Q_{lai} = Calor latente por aportaciones internas (W).
- Q_{lv} = Calor latente por aire de ventilación (W).

• Calor latente por infiltraciones de aire exterior "Qli".

$$Q_{li} = V_{ae} \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

- V_{ae} = Caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local (m^3/h).
- W_e = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kg).
- W_i = Humedad absoluta del aire interior (gw/kg).

El caudal de aire exterior se estima por la tasa de Renovación Horaria " V_r ".

$$V_r = V \cdot n$$

Siendo:

- V = Volumen del local (m^3).
- n = Número de renovaciones por hora (ren/h).

- **Calor latente por aportaciones internas "Q_{lai}".**

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lad}$$

Siendo:

- Q_{lp} = Ganancia interna de calor latente debida a los Ocupantes (W).
- Q_{lad} = Ganancia interna de calor latente por Aparatos diversos (cafetera, freidora, etc) (W).

- **Calor latente por aire de ventilación "Q_{lv}".**

$$Q_{lv} = Vv \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i)$$

Siendo:

- Vv = Caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local (m^3/h). Estimado según RITE (Real Decreto 1027/2007) y CTE DB-HS 3.
- W_e = Humedad absoluta del aire exterior (gw/kg). Es la humedad de la localidad del proyecto o la proporcionada por el recuperador de energía.
- W_i = Humedad absoluta del aire interior (gw/kg).

17.1.3. Recuperación de energía.

17.1.3.1 Temperatura del aire a la salida del recuperador "t_{1rec}".

$$t_{1rec} \text{ (invierno)} = t_1 + [(Rs/100) \cdot (t_2 - t_1)] \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t_{1rec} \text{ (verano)} = t_1 - [(Rs/100) \cdot (t_1 - t_2)] \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Siendo:

- t_1 = Temperatura aire exterior (°C).
- t_2 = Temperatura aire interior (°C).
- R_s = Rendimiento sensible recuperador (%).

17.1.3.2 Humedad absoluta del aire a la salida del recuperador "W1rec".

$$W1rec = [h1rec - (1,004 \cdot t1rec)] / [2500,6 + (1,86 \cdot t1rec)] \text{ (kgw/kga)}$$

Siendo:

- $h1rec$ (invierno) = Entalpía aire salida recuperador (kJ/kga) = $h_1 + [(Rec/100) \cdot (h_2 - h_1)]$
- $h1rec$ (verano) = Entalpía aire salida recuperador (kJ/kga) = $h_1 - [(Ref/100) \cdot (h_1 - h_2)]$
- Rec = Rendimiento entálpico calefacción (%). Si $Rec = 0$, $W1rec = W1$.
- Ref = Rendimiento entálpico refrigeración (%). Si $Ref = 0$, $W1rec = W1$.
- h_1 = Entalpía aire exterior (kJ/kga) = $1,004 \cdot t_1 + [W1 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_1)]$
- h_2 = Entalpía aire interior (kJ/kga) = $1,004 \cdot t_2 + [W2 \cdot (2500,6 + 1,86 \cdot t_2)]$
- $W1$ = Humedad absoluta aire exterior (kgw/kga) = $(Hr1/100) \cdot Ws1$
- $W2$ = Humedad absoluta aire interior (kgw/kga) = $(Hr2/100) \cdot Ws2$
- $Hr1$ = Humedad relativa aire exterior (%).
- $Hr2$ = Humedad relativa aire interior (%).
- $Ws1$ = Humedad absoluta de saturación aire exterior (kgw/kga) = $0,62198 \cdot [Pvs1/(P-Pvs1)]$
- $Ws2$ = Humedad absoluta de saturación aire interior (kgw/kga) = $0,62198 \cdot [Pvs2/(P-Pvs2)]$
- P = Presión atmosférica (bar) = 1,01325
- $Pvs1$ = Presión de vapor de saturación aire exterior (bar) = $e^{[A - B/T1]}$
- $T1$ = Temperatura aire exterior (°K).
- $Pvs2$ = Presión de vapor de saturación aire interior (bar) = $e^{[A - B/T2]}$
- $T2$ = Temperatura aire interior (°K).
- A, B = Coeficientes en función de la temperatura.

17.1.3.3 Energía total recuperada "htr".

$$htr \text{ (invierno)} = (Rec/100) \cdot (h_2 - h_1) \cdot 0,327 \cdot Vv \text{ (W)}$$

$$htr \text{ (verano)} = (Ref/100) \cdot (h_1 - h_2) \cdot 0,327 \cdot Vv \text{ (W)}$$

Vv = Caudal de ventilación (m³/h).

17.1.3.4 Energía sensible recuperada "hsr".

$$hsr \text{ (invierno)} = (Rs/100) \cdot (t2 - t1) \cdot 0,33 \cdot Vv \text{ (W)}$$

$$hsr \text{ (verano)} = (Rs/100) \cdot (t1 - t2) \cdot 0,33 \cdot Vv \text{ (W)}$$

Vv = Caudal de ventilación (m3/h).

17.1.4. Transmitancia térmica de los cerramientos "U".

$$U = 1 / (1/h_i + 1/h_e + \sum_j e_j/\lambda_j + r_c + r_f)$$

Siendo:

- U = Transmitancia térmica del cerramiento (W/m² K).
- 1/h_i = Resistencia térmica superficial interior (m² K / W).
- 1/h_e = Resistencia térmica superficial exterior (m² K / W).
- e = Espesor de las láminas del cerramiento (m).
- λ = Conductividad térmica de las láminas del cerramiento (W/m K).
- r_c = Resistencia térmica de la cámara de aire (m² K / W).
- r_f = Resistencia térmica del forjado (m² K / W).

17.1.5. Condensaciones**17.1.5.1 Temperatura superficial interior y temperatura en la caras interiores del cerramiento.**

$$T_x = T_{x-1} - [(T_i - T_e) \cdot R_{(x,x-1)/RT}]$$

Siendo:

- T_x = Temperatura en la cara x (°C).
- T_{x-1} = Temperatura en la cara x-1 (°C).
- T_i = Temperatura interior (°C).
- T_e = Temperatura exterior (°C).
- $R_{(x,x-1)}$ = Resistencia térmica de la lámina comprendida entre las superficies x y x-1 ($m^2 K / W$).
- R_T = Resistencia térmica total del cerramiento ($m^2 K / W$).

17.1.5.2 Presión de vapor de saturación en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.

$$P_{vs_x} = e [A - B/T_x]$$

Siendo:

- P_{vs_x} = Presión de vapor de saturación en la cara x (bar).
- T_x = Temperatura en la cara x (°K).
- A, B = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

17.1.5.3 Presión de vapor en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.

$$P_{v_x} = P_{v_{x-1}} - [(P_{v_i} - P_{v_e}) \cdot R_{v(x, x-1)} / R_{v_T}]$$

Siendo:

- P_{v_x} = Presión de vapor en la cara x (mbar).
- $P_{v_{x-1}}$ = Presión de vapor en la cara x-1 (mbar).
- P_{v_i} = Presión de vapor interior (mbar).
- P_{v_e} = Presión de vapor exterior (mbar).
- $R_{v(x, x-1)}$ = Resistencia al vapor de la lámina comprendida entre las superficies x y x-1 ($MN \cdot s/g$).
- R_{v_T} = Resistencia al vapor total del cerramiento ($MN \cdot s/g$).

17.1.5.4 Temperatura de rocío en la superficie interior y en las caras interiores del cerramiento.

$$T_{RX} = B / (A - \ln P_{v_x})$$

Siendo:

- T_{RX} = Temperatura de rocío en la cara x (°K).
- P_{v_x} = Presión de vapor en la cara x (bar).
- A, B = Coeficientes en función de la temperatura en la cara x.

17.2. Datos generales.

17.2.1. Descripción arquitectónica del edificio.

Denominación	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Recinto	Carga interna
CUBIERTA	443.21		No habitable	
CAFETERIA-COMEDOR	59.68	227.48	Habitable	Alta
COCINA	20.76	79.13	Habitable	Alta
ARCHIVO	5.45	20.62	Habitable	Baja
TALLER	30.63	95.29	Habitable	Alta
OFICINA_1	29.01	90.2	Habitable	Baja
ALMACEN	10.44	32.5	No habitable	
OFICINA_2	22.35	85.06	Habitable	Baja
SALON_DE_ACTOS	127.15	548.27	Habitable	Alta
ASEOS	21.28	81.12	Habitable	Baja
OFICINA_3	21.59	82.29	Habitable	Baja
Vestibulo	77.79	377.13	Habitable	Baja

17.2.2. Descripción de los cerramientos.**17.2.2.1 Paredes.**

- Descripción de la fábrica: Muro Exterior

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Exterior		10,6	5,73	9,17	12,74
1/2 pie LM métrico o catalán 40mm<G<50mm	11,5	10,75	5,73	9,17	12,87
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	1,5	11,19	7,81	10,57	13,25
Tabique de LH sencillo [40mm<Espesor<60mm]	4	11,23	8,07	10,75	13,28
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6	11,57	8,72	11,24	13,58
Mortero de yeso	1,5	19,43	10,55	12,7	22,48
Superficial		19,51	10,68	12,81	22,58
Interior		20	10,68	12,81	23,29

U (W/m² °K): 0.4

Kg/m² : 345.35

Color: Medio

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

- Descripción de la fábrica: Tabicón lad.hueco doble (panderete)

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior					
Enlucido de yeso d<1000	1,5				
Tabicón de LH doble [60mm<E<90mm]	12				
Enlucido de yeso d<1000	1,5				
Superficial					
Interior					

U (W/m² °K): 1.63

Kg/m² : 138.6

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

- Descripción de la fábrica: Muro Exterior (Interior)

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior					
1/2 pie LM métrico o catalán 40mm<G<50mm	11,5				
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	1,5				
Tabique de LH sencillo [40mm<Espesor<60mm]	4				
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	6				
Mortero de yeso	1,5				
Superficial					
Interior					

U (W/m² °K): 0.39

Kg/m² : 345.35

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

17.2.2.2 Forjados

- Descripción de la fábrica: Azotea transitable con faldón de hormigón

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Exterior		10,6	5,73	9,17	12,74
Plaqueta o baldosa cerámica	1	10,9	5,73	9,17	12,99
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	3	10,97	5,74	9,18	13,05
Betún fieltro o lámina	0,3	11,09	5,75	9,18	13,16
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	2	11,19	9,85	12,12	13,24
Hormigón celular curado en autoclave d 600	15	11,27	9,85	12,12	13,32
Lámina polietileno baja densidad [LDPE]	0,01	17,42	9,88	12,14	19,82
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30	17,43	10,12	12,34	19,82
Enlucido de yeso d<1000	1,5	18,98	10,68	12,81	21,86
Superficial		19,26	10,68	12,81	22,24
Interior		20	10,68	12,81	23,29

U flujo ascendente ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$): 0.79

U flujo descendente ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$): 0.74

Kg/m² : 603.89

Color: Medio

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

- Descripción de la fábrica: Azotea trans. con faldón horm. y aisl. sup.

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Exterior					
Plaqueta o baldosa cerámica	1				
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	3				
Betún fieltro o lámina	0,3				
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	2				
XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.032 W/[mK]]	3				
Hormigón celular curado en autoclave d 600	10				
Lámina polietileno baja densidad [LDPE]	0,01				
FU Entrevigado de hormigón -Canto 300 mm	30				
Enlucido de yeso d<1000	1,5				
Superficial					
Interior					

U flujo ascendente (W/m² °K): 0.52

U flujo descendente (W/m² °K): 0.5

Kg/m² : 575.02

Color: Medio

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

17.2.2.3 Suelos.

- Descripción de la fábrica: Suelo con barr. gran. imperm. y aislam.

Descripción láminas	espesor (cm)	Ts (°C)	Tr (°C)	Pv (mbar)	Pvs (mbar)
Interior					
Superficial					
Plaqueta o baldosa cerámica	1				
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	3				
Arena y grava [1700<d<2200]	4				
Hormigón en masa 2000<d<2300	10				
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03 W/[mK]]	3				
Betún fieltro o lámina	0,3				
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido d>2000	3				
Arena y grava [1700<d<2200]	20				
Terreno					

U flujo ascendente (W/m² °K): 0.39 (P = 93.2 m, A = 423.28 m²)

U flujo descendente (W/m² °K): 0.39 (P = 93.2 m, A = 423.28 m²)

Kg/m² : 713.65

Higrometría espacio interior: 3 o inferior

17.2.2.4 Puertas.

- Denominación: Madera DMA Opaca.

Ancho puerta (m): 2

Alto puerta (m): 2.1

Nº de hojas: 2

Disposición: Vertical

U panel (W/m² °K): 2.2

U marco (W/m² °K): 2.2

Fracción marco (%): 100

Color marco: Marrón

Tono marco: Medio

U puerta (W/m² °K): 2.2

f(m³/h·m): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.07

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

- Denominación: Madera DMB Opaca.

Ancho puerta (m): 1

Alto puerta (m): 2.1

Nº de hojas: 1

Disposición: Vertical

U panel (W/m² °K): 2

U marco (W/m² °K): 2

Fracción marco (%): 100

Color marco: Marrón

Tono marco: Medio

U puerta (W/m² °K): 2

f(m³/h·m): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.06

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

- Denominación: Madera DMB Opaca.

Ancho puerta (m): 1.5

Alto puerta (m): 2.1

Nº de hojas: 2

Disposición: Vertical

U panel (W/m² °K): 2

U marco (W/m² °K): 2

Fracción marco (%): 100

Color marco: Marrón

Tono marco: Medio

U puerta (W/m² °K): 2

f(m³/h·m): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.06

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

17.2.2.5 Ventanas.

- Denominación: Metálica Vidrio_Aislante (4-6-6) Baja Emis.

Ancho ventana (m): 1.3

Alto ventana (m): 1.8

Nº de hojas: 2

Disposición: Vertical

U acristalamiento (W/m² °K): 2.6

U marco (W/m² °K): 5.7

Fracción marco (%): 21.03

Color marco: Blanco

Tono marco: Medio

U ventana ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 3.4

f($m^3/h \cdot m$): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.51

Factor solar vidrio: 0.63

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

- Denominación: Metálica Vidrio_Aislante (4-6-6) Baja Emis.

Ancho ventana (m): 1.3

Alto ventana (m): 1.5

Nº de hojas: 2

Disposición: Vertical

U acristalamiento ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 2.6

U marco ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 5.7

Fracción marco (%): 22.15

Color marco: Blanco

Tono marco: Medio

U ventana ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 3.45

f($m^3/h \cdot m$): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.51

Factor solar vidrio: 0.63

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

- Denominación: Metálica Vidrio_Aislante (4-6-6) Baja Emis.

Ancho ventana (m): 1

Alto ventana (m): 1.5

Nº de hojas: 2

Disposición: Vertical

U acristalamiento ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 2.6

U marco ($W/m^2 \text{ }^\circ K$): 5.7

Fracción marco (%): 26.4

Color marco: Blanco

Tono marco: Medio

U ventana ($W/m^2 \text{ } ^\circ K$): 3.61

f($m^3/h \cdot m$): 1.5

Factor atenuación radiación solar: 0.48

Factor solar vidrio: 0.63

Dispositivo sombra: Retranqueo 20 cm

17.2.3. Fichas justificativas de la opción simplificada (limitación demanda energética)

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------

MUROS (U _{Mm}) y (U _{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N/NE/NO	Pared int. ENH	28,48	0,72	20,51	ΣA = 89,12
	Pared ext.	60,64	0,4	24,26	ΣA·U = 44,77
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA = 0,5
E					ΣA =
					ΣA·U =
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA =
O					ΣA =
					ΣA·U =
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA =
S	Pared ext.	2,72	0,4	1,09	ΣA = 2,72
					ΣA·U = 1,09
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA = 0,4
SE	Pared ext.	13,76	0,4	5,5	ΣA = 13,76
					ΣA·U = 5,5
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA = 0,4
SO	Pared ext.	5,27	0,4	2,11	ΣA = 5,27
					ΣA·U = 2,11
					U _{Mm} = ΣA·U / ΣA = 0,4
C-TER	Suelo terr.	177,48	0,39	69,22	ΣA = 177,48
					ΣA·U = 69,22
					U _{Tm} = ΣA·U / ΣA = 0,39

SUELOS (U_{Sm})				
Tipos	A (m^2)	U ($W/m^2\cdot K$)	A·U (W/K)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma A \cdot U =$
				$U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U_{cm} , F_{Lm})				
Tipos	A (m^2)	U ($W/m^2\cdot K$)	A·U (W/K)	Resultados
Terraza	168,77	0,52	87,76	$\Sigma A = 168,77$
				$\Sigma A \cdot U = 87,76$
				$U_{cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,52$
Tipos	A (m^2)	F	A·F (m^2)	Resultados
				$\Sigma A =$
				$\Sigma A \cdot F =$
				$F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

HUECOS (U _{Hm} , F _{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados	
N/NE/NO	Ventana	14,04	3,4	47,74		ΣA = 14,04	
						ΣA·U = 47,74	
						U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,4	
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
E							ΣA =
							ΣA·U =
							ΣA·F =
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA =
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA =
O							ΣA =
							ΣA·U =
							ΣA·F =
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA =
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA =
S	Ventana	1,95	3,45	0,34	6,73	0,66	ΣA = 1,95
							ΣA·U = 6,73
							ΣA·F = 0,66
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,45
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA = 0,34
SE							ΣA =
							ΣA·U =
							ΣA·F =
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA =
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA =
SO	Ventana	1,5	3,61	0,36	5,41	0,54	ΣA = 5,7
	Puerta	4,2	2,2	0,06	9,24	0,25	ΣA·U = 14,65
							ΣA·F = 0,79
						U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 2,57	
						F _{Hm} = ΣA·F / ΣA = 0,14	

ZONA CLIMÁTICA B3	Zona de baja carga interna Zona de alta carga interna <input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------------	---

MUROS (UMm) y (UTm)					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N/NE/NO	Pared int. ENH	10,5	0,72	7,56	ΣA = 22,89
	Pared ext.	12,39	0,4	4,96	ΣA·U = 12,52
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,55
E	Pared ext.	45,36	0,4	18,14	ΣA = 45,36
					ΣA·U = 18,14
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,4
O	Pared ext.	58,04	0,4	23,22	ΣA = 58,04
					ΣA·U = 23,22
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,4
S	Pared ext.	30,27	0,4	12,11	ΣA = 30,27
					ΣA·U = 12,11
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,4
SE	Pared ext.	49,35	0,4	19,74	ΣA = 49,35
					ΣA·U = 19,74
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,4
SO	Pared ext.	14,36	0,4	5,74	ΣA = 14,36
					ΣA·U = 5,74
					UMm = ΣA·U / ΣA = 0,4
C-TER	Suelo terr.	238,23	0,39	92,91	ΣA = 238,23
					ΣA·U = 92,91
					UTm = ΣA·U / ΣA = 0,39

SUELOS (USm)					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
					ΣA =
					ΣA·U =
					USm = ΣA·U / ΣA =

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U _{Cm} , F _{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Terraza	236,07	0,52	122,76	$\Sigma A = 236,07$ $\Sigma A \cdot U = 122,76$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0,52$
Tipos	A (m ²)	F	A·F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$ $\Sigma A \cdot F =$ $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$

HUECOS (U _{Hm} , F _{Hm})							
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² °K)	A·U (W/°K)		Resultados	
N/NE/NO	Ventana	3,9	3,45	13,46		ΣA = 3,9	
						ΣA·U = 13,46	
						U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,45	
Tipos		A (m ²)	U	F	A·U	A·F (m ²)	Resultados
E	Ventana	4,68	3,4	0,42	15,91	1,97	ΣA = 4,68
							ΣA·U = 15,91
							ΣA·F = 1,97
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,4
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA = 0,42
O	Ventana	11,7	3,4	0,42	39,78	4,91	ΣA = 11,7
							ΣA·U = 39,78
							ΣA·F = 4,91
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,4
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA = 0,42
S	Ventana	2,34	3,4	0,34	7,96	0,8	ΣA = 2,34
							ΣA·U = 7,96
							ΣA·F = 0,8
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA = 3,4
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA = 0,34
SE							ΣA =
							ΣA·U =
							ΣA·F =
							U _{Hm} = ΣA·U / ΣA =
							F _{Hm} = ΣA·F / ΣA =
SO	Ventana	2,34	3,4	0,38	7,96	0,89	ΣA = 2,34
							ΣA·U = 7,96

							$\Sigma A \cdot F =$	0,89
							$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A$	3,4
							=	0,38
							$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A$	
							=	

FICHA 2 CONFORMIDAD-Demanda energética.

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------

Cerramientos y medianerías de la envolvente térmica	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$		$U_{\max}^{(2)}$
Muros			
Primer metro de perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno			
Suelos			
Cubiertas			
Huecos y lucernarios			
Medianerías			

Particiones interiores	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$		$U_{\max}^{(2)}$
Particiones horizontales (unidades de distinto uso y zonas comunes)			
Particiones verticales (unidades de distinto uso y zonas comunes)			
Particiones horizontales (unidades del mismo uso)			
Particiones verticales (unidades del mismo uso)			

MUROS DE FACHADA				HUECOS								
$U_{Mm}^{(4)}$		$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Hm}^{(4)}$		$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$		$F_{Hlim}^{(5)}$		
N/NE/NO	0.5	≤	0.82	3.4	≤	3.8	0.34	≤		0.14	≤	
E					≤	5.7			≤			
O					≤	4.9			≤			
S	0.4				3.45	≤		5.7			≤	
SE	0.4					≤		5.7			≤	
SO	0.4				2.57	≤		5.7			≤	

CERR. TERRENO		CONTACTO		SUELOS		CUBIERTAS LUCERNARIOS		Y		LUCERNARIOS					
$U_{Tm}^{(4)}$		$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Sm}^{(4)}$		$U_{Slim}^{(5)}$		$U_{Cm}^{(4)}$		$U_{Clim}^{(5)}$		$F_{Lm}^{(4)}$		$F_{Llim}^{(5)}$	
0.39	≤	0.82			≤	0.52		0.52 (!)	≤	0.45			≤	0.3	

NOTA:

- (!!) El cerramiento no cumple la Limitación de Demanda Energética del CTE.

ZONA CLIMÁTICA B3	Zona de baja carga interna	Zona de alta carga interna <input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------------	-----------------------------------	---

Cerramientos y medianerías de la envolvente térmica	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$		$U_{\max}^{(2)}$
Muros			
Primer metro de perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno			
Suelos			
Cubiertas			
Huecos y lucernarios			
Medianerías			

Particiones interiores	$U_{\max(\text{proyecto})}^{(1)}$		$U_{\max}^{(2)}$
Particiones horizontales (unidades de distinto uso y zonas comunes)			
Particiones verticales (unidades de distinto uso y zonas comunes)			
Particiones horizontales (unidades del mismo uso)			
Particiones verticales (unidades del mismo uso)			

MUROS DE FACHADA				HUECOS							
$U_{Mm}^{(4)}$		$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Hm}^{(4)}$		$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$		$F_{Hlim}^{(5)}$	
N/NE/NO	0.55	≤	0.82	3.45	≤	3.8		0.42	≤		
E	0.4			3.4	≤	5.7					
O	0.4			3.4	≤	4.9					
S	0.4			3.4	≤	5.7					
SE	0.4				≤	5.7					
SO	0.4			3.4	≤	5.7					
								0.38	≤		

CERR. CONTACTO TERRENO		SUELOS		CUBIERTAS LUCERNARIOS		LUCERNARIOS					
$U_{Tm}^{(4)}$		$U_{Mlim}^{(5)}$		$U_{Cm}^{(4)}$		$U_{Clim}^{(5)}$		$F_{Lm}^{(4)}$		$F_{Llim}^{(5)}$	
0.39	≤	0.82		≤	0.52		≤	0.45		≤	0.3

NOTA:

- (!!) El cerramiento no cumple la Limitación de Demanda Energética del CTE.

FICHA 3 CONFORMIDAD-Condensaciones.

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS													
Tipos	C.superficiales	C. intersticiales											
	fRsi >= fRmin	Pn <= Psat,n	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	Capa 8	Capa 9	Capa 10	Capa 11

Muro Exterior	fRsi	0.9	Psat,n	1287	1325	1328	1358	2248						
	fRmin	0.52	Pn	917	1057	1075	1124	1270						

17.2.4. Condiciones exteriores.

Localidad Base: Murcia

Localidad Real: Los Alcázares

Altitud s.n.m. (m): 2

Longitud : 0° 51' Oeste

Latitud : 37° 44' Norte

Zona Climática : B3

Situación edificio: Edificios separados, o casas de ciudad que sobresalen sensiblemente de sus vecinos

Tipo edificio: Edificios de una sola planta sin edificios adosados

17.2.4.1 Invierno.

Nivel percentil (%): 99

Tª seca (°C): 4

Tª seca corregida (°C): 4,33

Grados día anuales base 15°C: 601

Intensidad viento dominante (m/s): 3,3

Dirección viento dominante: Oeste

Tª seca recuperador en sistema S_SALON DE ACTOS (°C): 17,94

Tª seca recuperador en sistema S_ASEOS (°C): 17,58

Tª seca recuperador en sistema UTA-DESPACHOS_TALLER (°C): 16,7

Tª seca recuperador en sistema UTA-CAFETERIA_COMEDOR (°C): 17,41

Tª seca recuperador en sistema UTA-COCINA (°C): 17,41

17.2.4.2 Verano.

- SISTEMA: S_DESPACHOS_TALLER

Mes proyecto: Julio

Hora solar proyecto: 17

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31,07

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,4

Humedad relativa (%): 52,59

Humedad absoluta (gw/kg): 14,95

- SISTEMA: S_COCINA

Mes proyecto: Julio

Hora solar proyecto: 17

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31,07

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,4

Humedad relativa (%): 52,59

Humedad absoluta (gw/kga): 14,95

- SISTEMA: S_CAFETERÍA_COMEDOR

Mes proyecto: Julio

Hora solar proyecto: 17

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31,07

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,4

Humedad relativa (%): 52,59

Humedad absoluta (gw/kga): 14,95

- SISTEMA: S_SALON DE ACTOS

Mes proyecto: Junio

Hora solar proyecto: 16

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,7

Humedad relativa (%): 54,49

Humedad absoluta (gw/kga): 15,44

Tª seca recuperador (°C): 26

Humedad absoluta recuperador(gw/kga): 15,44

- SISTEMA: S_ASEOS

Mes proyecto: Julio

Hora solar proyecto: 15

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 32,2

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,7

Humedad relativa (%): 49,35

Humedad absoluta (gw/kga): 14,94

Tª seca recuperador (°C): 26,42

Humedad absoluta recuperador(gw/kga): 14,94

- SISTEMA: UTA-DESPACHOS_TALLER

Mes proyecto: Junio

Hora solar proyecto: 14

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,7

Humedad relativa (%): 54,49

Humedad absoluta (gw/kga): 15,44

Tª seca recuperador (°C): 25,92

Humedad absoluta recuperador(gw/kga): 15,44

- SISTEMA: UTA-CAFETERIA_COMEDOR

Mes proyecto: Junio

Hora solar proyecto: 14

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,7

Humedad relativa (%): 54,49

Humedad absoluta (gw/kga): 15,44

Tª seca recuperador (°C): 24,71

Humedad absoluta recuperador(gw/kga): 15,44

- SISTEMA: UTA-COCINA

Mes proyecto: Junio

Hora solar proyecto: 14

Nivel percentil (%): 2.5

Oscilación media diaria OMD (°C): 11,8

Oscilación media anual OMA (°C): 28,9

Tª seca (°C): 32,2

Tª seca corregida (°C): 31

Tª húmeda (°C): 23,7

Tª húmeda corregida (°C): 23,7

Humedad relativa (%): 54,49

Humedad absoluta (gw/kga): 15,44

Tª seca recuperador (°C): 23,97

Humedad absoluta recuperador(gw/kg): 15,44

17.2.5. Condiciones interiores.

17.2.5.1 Invierno.

T^a locales no calefactados (°C): 12

Interrupción servicio instalación calefacción: Más de 10 horas parada

17.2.5.2 Verano.

T^a locales no refrigerados (°C)

- Zona: S_DESPACHOS_TALLER (Julio, 17 horas) = 28,07
- Zona: S_COCINA (Julio, 17 horas) = 28,07
- Zona: S_CAFETERÍA_COMEDOR (Julio, 17 horas) = 28,07
- Zona: S_SALON DE ACTOS (Junio, 16 horas) = 28
- Zona: S_ASEOS (Julio, 15 horas) = 29,2
- Zona: UTA-DESPACHOS_TALLER (Junio, 14 horas) = 28
- Zona: UTA-CAFETERIA_COMEDOR (Junio, 14 horas) = 28
- Zona: UTA-COCINA (Junio, 14 horas) = 28

Horas diarias funcionamiento instalación: 12

17.3. Carga térmica invierno.**17.3.1. Sistema_despachos_taller.**DENOMINACIÓN LOCAL: **TALLER**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.63	10.5	10	171
Pared ext.	NO	0.4	12.39	17.67	88
Ventana metálica	NO	3.45	1.95	17.67	119
Ventana metálica	NO	3.45	1.95	17.67	119
Pared ext.	O	0.4	0.1	17.67	1
Pared int.		1.63	9.48	10	155
Pared int.		1.63	3.03	10	49
Puerta madera		2	2.1	10	42
Suelo terreno	Horizontal	0.39	30.63	17.67	211
Terraza	Horizontal	0.52	30.63	17.67	281
TOTAL (W)					1236

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1236		0.1		0.1	124

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_1**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.63	12.4	10	202
Pared int.		1.63	2.59	10	42
Puerta madera		2	2.1	10	42
Pared ext.	N	0.4	0.15	17.67	1
Pared ext.	N	0.4	17.27	17.67	122
Ventana metálica	N	3.4	2.34	17.67	141
Ventana metálica	N	3.4	2.34	17.67	141
Suelo terreno	Horizontal	0.39	29.01	17.67	200
Terraza	Horizontal	0.52	29.01	17.67	267
TOTAL (W)					1158

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1158	0.05	0.1		0.15	174

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_2**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	N	0.4	0.22	17.67	2
Pared ext.	N	0.4	22.12	17.67	156
Ventana metálica	N	3.4	2.34	17.67	141
Ventana metálica	N	3.4	2.34	17.67	141
Pared int.		1.63	2.53	10	41
Puerta madera		2	2.1	10	42
Suelo terreno	Horizontal	0.39	22.35	17.67	154
Terraza	Horizontal	0.52	21.61	17.67	199
TOTAL (W)					876

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
876	0.05	0.1		0.15	131

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_3**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared ext.	SE	0.4	13.76	17.67	97
Pared ext.	NE	0.4	20.88	17.67	148
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	17.67	141
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	17.67	141
Pared int.		1.63	1.67	10	27
Puerta madera		2	2.1	10	42
Suelo terreno	Horizontal	0.39	21.59	17.67	149
Terraza	Horizontal	0.52	21.59	17.67	198
TOTAL (W)					943

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
943		0.1		0.1	94

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S_DESPACHOS_TALLER

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
TALLER	1236	0	0	124	10	1496		1496
OFICINA_1	1158	0	0	174	10	1465		1465
OFICINA_2	876	0	0	131	10	1108		1108
OFICINA_3	943	0	0	94	10	1141		1141
Suma	4213	0	0	523		5210		
Total Sistema (W):								5210

17.3.2. Sistema cocina.DENOMINACIÓN LOCAL: **COCINA**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.63	6.49	10	106
Puerta madera		2	2.1	10	42
Pared ext.	O	0.4	16.96	17.67	120
Ventana metálica	O	3.4	2.34	17.67	141
Suelo terreno	Horizontal	0.39	20.76	17.67	143
Terraza	Horizontal	0.52	19.87	17.67	183
TOTAL (W)					735

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
735		0.1		0.1	74

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S_COCINA

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
COCINA	735	0	0	74	10	890		890
Suma	735	0	0	74		890		
Total Sistema (W):								890

17.3.3. Sistema cafetería_comedor.DENOMINACIÓN LOCAL: **CAFETERIA-COMEDOR**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		0.39	5.43	10	21
Pared int.		1.63	8.74	10	142
Puerta madera		2	3.15	10	63
Pared int.		1.63	8.49	10	138
Pared int.		1.63	1.04	10	17
Pared ext.	O	0.4	15.15	17.67	107
Ventana metálica	O	3.4	2.34	17.67	141
Ventana metálica	O	3.4	2.34	17.67	141
Pared ext.	O	0.4	14.56	17.67	103
Ventana metálica	O	3.4	2.34	17.67	141
Ventana metálica	O	3.4	2.34	17.67	141
Pared ext.	SE	0.4	27.37	17.67	193
Suelo terreno	Horizontal	0.39	59.68	17.67	411
Terraza	Horizontal	0.52	59.68	17.67	548
TOTAL (W)					2307

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
2307		0.1	0.05	0.15	346

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S_CAFETERÍA_COMEDOR

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
CAFETERIA- COMEDOR	2307	0	0	346	10	2918		2918
Suma	2307	0	0	346		2918		
Total Sistema (W):								2918

17.3.4. Sistema salon de actos.DENOMINACIÓN LOCAL: **SALON_DE_ACTOS**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstmi (W)
Pared ext.	E	0.4	30.18	17.67	213
Ventana metálica	E	3.4	2.34	17.67	141
Pared ext.	NE	0.4	15.19	17.67	107
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	17.67	141
Pared int.		0.39	0.99	10	4
Pared int.		1.63	17.64	10	288
Pared int.		1.63	11.95	10	195
Puerta madera		2	3.15	10	63
Pared int.		1.63	11.65	10	190
Puerta madera		2	3.15	10	63
Pared int.		1.63	10.78	10	176
Puerta madera		2	3.15	10	63
Pared int.		0.39	5.43	10	21
Pared ext.	O	0.4	11.27	17.67	80
Pared ext.	SO	0.4	14.36	17.67	101
Ventana metálica	SO	3.4	2.34	17.67	141
Pared ext.	S	0.4	30.27	17.67	214
Ventana metálica	S	3.4	2.34	17.67	141
Pared ext.	SE	0.4	21.98	17.67	155
Suelo terreno	Horizontal	0.39	127.15	17.67	876
Terraza	Horizontal	0.52	125.9	17.67	1157
TOTAL (W)					4530

Aire de Ventilación "Vv"

Sup . (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·p z	Vvpz(m ³ /h)
			100	28.8	2880 *				

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
2880	0.33	4.06	3863

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
4530		0.1	0.05	0.15	680

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S SALON DE ACTOS

Local	Transm . Qstm (W)	Infiltrac . Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem . Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac . Qsv (W)	Qct (W)
SALON_DE_ACTOS	4530	0	0	680	10	5731	3863	9594
Suma	4530	0	0	680		5731	3863	
Total Sistema (W):								9594

17.3.5. Sistema aseos.DENOMINACIÓN LOCAL: **ASEOS**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Transmisión "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Ti - Te (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.63	15.55	10	254
Puerta madera		2	2.1	10	42
Puerta madera		2	2.1	10	42
Pared int.		1.63	16.63	10	271
Puerta madera		2	2.1	10	42
Pared int.		1.63	6.45	10	105
Suelo terreno	Horizontal	0.39	21.28	17.67	147
Terraza	Horizontal	0.52	21.28	17.67	196
TOTAL (W)					1099

Aire de Ventilación "Vv"

Sup (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
						90 *			

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
90	0.33	4.42	131

Carga Suplementaria "Qss"

Qstm + Qsi - Qsaip (W)	Orientación Zo	Interrupción Servicio Zis	+ 2 paredes exteriores Zpe	F	Qss (W)
1099		0.1		0.1	110

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S ASEOS

Local	Transm. Qstm (W)	Infiltrac. Qsi (W)	Ap. int. Qsaip (W)	Suplem. Qss (W)	Fs (%)	Qc (W)	Ventilac. Qsv (W)	Qct (W)
ASEOS	1099	0	0	110	10	1330	131	1461
Suma	1099	0	0	110		1330	131	
Total Sistema (W):								1461

17.3.6. Sistema UTA-despachos_taller.

DENOMINACIÓN LOCAL: **TALLER**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
982.8	0.33	5.3	1719

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_1**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
315	0.33	5.3	551

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_2**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
135	0.33	5.3	236

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_3**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
270	0.33	5.3	472

17.3.7. Sistema UTA-cafeteria_comedor.

DENOMINACIÓN LOCAL: **CAFETERIA-COMEDOR**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
1152	0.33	4.59	1747

17.3.8. Sistema UTA -cocina.

DENOMINACIÓN LOCAL: **COCINA**

Temperatura (°C): 22

Pérdidas de calor por Aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m³/h)	da-Cpa/3600	Ti - Te (°K)	Qsv (W)
747.35	0.33	4.59	1133

17.3.9. Resumen carga térmica edificio

Zona	Carga Total Qct (W)
S_DESPACHOS_TALLER	5210
S_COCINA	890
S_CAFETERÍA_COMEDOR	2918
S_SALON DE ACTOS	9594
S_ASEOS	1461
UTA-DESPACHOS_TALLER	2978
UTA-CAFETERIA_COMEDOR	1747
UTA-COCINA	1133
	Carga Total Edificio (W)
	25931

17.4. Carga térmica verano.**17.4.1. Sistema despachos_taller.**

(Julio, 17 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_2**

Ocupación: 3 pers.

Actividad: Oficinista, actividad moderada

Alumbrado Fluorescente: 15 W/m².Aparatos diversos (sensible): 200 W/m².

Temperatura (°C): 24,5

Temperatura húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 11,97

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac .	F. Atenuac .	F. Almacen .	Qsr i (W)
Ventana metálica	N (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Ventana metálica	N (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Total (W)							136

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	N	0.4	22.12	4.49	40
Terraza	Horizontal	0.5	21.61	15.37	166
Total (W)					206

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Ventana metálica	N	3.4	2.34	6.57	52
Ventana metálica	N	3.4	2.34	6.57	52
Pared int.		1.63	2.53	3.57	15
Puerta madera		2	2.1	3.57	15
Suelo terreno	Horizontal	0.39	22.35	6.57	57
Total (W)					191

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
335	207	4470	5012

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
187	0	187

DENOMINACIÓN LOCAL: **TALLER**

Ocupación: 21 pers.

Actividad: Persona que pasea

Alumbrado Fluorescente: 10.5 W/m².

Aparatos diversos (sensible): 25 W/m².

Temperatura (°C): 21,5

Temperatura húmeda (°C): 16,76

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 9,94

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Almacen.	Qsr i (W)
Ventana metálica	NO	454.63	1.59	1.162	0.51	0.44	186
Sombra		52.86	0.36	1.162	0.51	0.93	11
Ventana metálica	NO	454.63	1.59	1.162	0.51	0.44	186
Sombra		52.86	0.36	1.162	0.51	0.93	11
Total (W)							394

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	NO	0.4	12.39	11.15	55
Pared ext.	O	0.4	0.1	16.27	1
Terraza	Horizontal	0.5	30.63	18.27	280
Total (W)					336

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Pared int.		1.63	10.5	6.57	112
Pared int.		1.63	16.99	3	83
Ventana metálica	NO	3.45	1.95	9.57	64
Ventana metálica	NO	3.45	1.95	9.57	64
Pared int.		1.63	9.48	6.57	101
Pared int.		1.63	3.03	6.57	32
Puerta madera		2	2.1	6.57	28
Suelo terreno	Horizontal	0.39	30.63	9.57	114
Total (W)					598

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
322	1746	766	2834

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
1337	0	1337

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_1**

Ocupación: 7 pers.

Actividad: Oficinista, actividad moderada

Alumbrado Fluorescente: 15 W/m².

Aparatos diversos (sensible): 11 W/m².

Temperatura (°C): 24,5

Temperatura húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 11,97

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Almacen.	Qsr i (W)
Ventana metálica	N (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Ventana metálica	N (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Total (W)							136

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	N	0.4	17.27	4.49	31
Terraza	Horizontal	0.5	29.01	15.37	223
Total (W)					254

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m²°K)	Superficie (m²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Pared int.		1.63	12.4	3.57	72
Pared int.		1.63	2.59	3.57	15
Puerta madera		2	2.1	3.57	15
Ventana metálica	N	3.4	2.34	6.57	52
Ventana metálica	N	3.4	2.34	6.57	52
Pared int.		1.63	16.99	-3	-83
Suelo terreno	Horizontal	0.39	29.01	6.57	74
Total (W)					197

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
435	483	319	1237

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
436	0	436

DENOMINACIÓN LOCAL: OFICINA_3

Ocupación: 6 pers.

Actividad: Oficinista, actividad moderada

Alumbrado Fluorescente: 15 W/m².

Aparatos diversos (sensible): 15 W/m².

Temperatura (°C): 24,5

Temperatura húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 11,97

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Almacen.	Qsr i (W)
Ventana metálica	NE (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Ventana metálica	NE (Sombra)	52.86	2.34	1.162	0.51	0.93	68
Total (W)							136

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	SE	0.4	13.76	6.98	38
Pared ext.	NE	0.4	20.88	5.73	48
Terraza	Horizontal	0.5	21.59	15.37	166
Total (W)					252

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	6.57	52
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	6.57	52
Pared int.		1.63	1.67	3.57	10
Puerta madera		2	2.1	3.57	15
Suelo terreno	Horizontal	0.39	21.59	6.57	55
Total (W)					184

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
324	414	324	1062

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
374	0	374

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S DESPACHOS TALLER

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
OFICINA_2	136	206	191		5012	10	6100		6100	
TALLER	394	336	598		2834	10	4578		4578	
OFICINA_1	136	254	197		1237	10	2006		2006	
OFICINA_3	136	252	184		1062	10	1797		1797	
SUMA	802	1048	1170		10145		14482		14482	

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
OFICINA_2	0	187	10	206		206	
TALLER	0	1337	10	1471		1471	
OFICINA_1	0	436	10	480		480	
OFICINA_3	0	374	10	411		411	
SUMA		2334		2567		2567	

Carga Total Sistema (W)	17049	Carga Sensible Total Sistema (W)	14482
--------------------------------	--------------	---	--------------

17.4.2. Sistema cocina.

(Julio, 17 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **COCINA**

Ocupación: 14 pers.

Actividad: Trabajo ligero taller

Alumbrado Fluorescente: 20 W/m².Aparatos diversos (sensible): 500 W/m².Aparatos diversos (latente): 90 W/m².

Temperatura (°C): 21,5

Temperatura húmeda (°C): 16,76

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 9,94

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Almacen.	Qsr i (W)
Ventana metálica	O	586.79	2.18	1.162	0.51	0.54	411
Sombra		52.86	0.16	1.162	0.51	0.93	5
Total (W)							416

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	O	0.4	16.96	16.27	110
Terraza	Horizontal	0.5	19.87	18.27	181
Total (W)					291

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstm (W)
Pared int.		1.63	6.49	6.57	69
Puerta madera		2	2.1	6.57	28
Ventana metálica	O	3.4	2.34	9.57	76
Pared int.		1.63	10.36	1	17
Pared int.		1.63	1.02	1	2
Pared int.		1.63	10.56	1	17
Suelo terreno	Horizontal	0.39	20.76	9.57	77
Total (W)					286

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
415	1449	10380	12244

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
1631	1868	3499

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S. COCINA

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
COCINA	416	291	286		12244	10	14561		14561	
SUMA	416	291	286		12244		14561		14561	

	CARGA LATENTE						
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
COCINA	0	3499	10	3849		3849	
SUMA		3499		3849		3849	

Carga Total Sistema (W)	18410	Carga Sensible Total Sistema (W)	14561
--------------------------------	--------------	---	--------------

17.4.3. Sistema cafetería_comedor.

(Julio, 17 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: CAFETERIA-COMEDOR

Ocupación: 40 pers.

Actividad: Sentado, trabajo ligero

Alumbrado Fluorescente: 40 W/m².

Aparatos diversos (sensible): 100 W/m².

Aparatos diversos (latente): 20 W/m².

Temperatura (°C): 22,5

Temperatura húmeda (°C): 17,62

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 10,58

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiación	F. Atenuación	F. Almacenamiento	Qsri (W)
Ventana metálica	O	586.79	2.18	1.162	0.51	0.54	411
Sombra		52.86	0.16	1.162	0.51	0.93	5
Ventana metálica	O	586.79	2.18	1.162	0.51	0.54	411
Sombra		52.86	0.16	1.162	0.51	0.93	5
Ventana metálica	O	586.79	2.18	1.162	0.51	0.54	411
Sombra		52.86	0.16	1.162	0.51	0.93	5
Ventana metálica	O	586.79	2.18	1.162	0.51	0.54	411
Sombra		52.86	0.16	1.162	0.51	0.93	5
Total (W)							1664

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	O	0.4	15.15	15.26	92
Pared ext.	O	0.4	14.56	15.26	89
Pared ext.	SE	0.4	27.37	8.87	97
Terraza	Horizontal	0.5	59.68	17.25	515
Total (W)					793

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Pared int.		0.39	5.43	5.57	12
Pared int.		1.63	8.74	5.57	79
Puerta madera		2	3.15	5.57	35
Pared int.		1.63	8.49	5.57	77
Pared int.		1.63	1.04	5.57	9
Pared int.		1.63	10.56	-1	-17
Pared int.		1.63	1.02	-1	-2
Pared int.		1.63	10.36	-1	-17
Ventana metálica	O	3.4	2.34	8.57	68
Ventana metálica	O	3.4	2.34	8.57	68
Ventana metálica	O	3.4	2.34	8.57	68
Ventana metálica	O	3.4	2.34	8.57	68
Suelo terreno	Horizontal	0.39	59.68	8.57	199
Total (W)					647

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
2387	2980	5968	11335

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
1680	1194	2874

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S. CAFETERÍA COMEDOR

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
CAFETERIA-COMEDOR	1664	793	647		11335	10	15883		15883	
SUMA	1664	793	647		11335		15883		15883	

CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
CAFETERIA-COMEDOR	0	2874	10	3161		3161	
SUMA		2874		3161		3161	

Carga Total Sistema (W)	19044	Carga Sensible Total Sistema (W)	15883
--------------------------------	--------------	---	--------------

17.4.4. Sistema salon de actos.

(Junio, 16 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **SALON_DE_ACTOS**

Ocupación: 100 pers.

Actividad: Sentado, en reposo

Alumbrado Fluorescente: 40 W/m².

Aparatos diversos (sensible): 12 W/m².

Temperatura (°C): 24,5

Temperatura húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 11,97

Calor por Radiación a través de cristal "Qsr"

Cerramiento	Orientación	Radiación (W/m ²)	Sup.(m ²)	FC Radiac.	F. Atenuac.	F. Almacen.	Qsr i (W)
Ventana metálica	E (Sombra)	60.79	2.34	1.155	0.51	0.93	78
Ventana metálica	NE (Sombra)	60.79	2.34	1.155	0.51	0.93	78
Ventana metálica	SO	397.8	1.73	1.155	0.51	0.6	244
Sombra		60.79	0.61	1.155	0.51	0.93	20
Ventana metálica	S (Sombra)	60.79	2.34	1.155	0.51	0.93	78
Total (W)							498

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Pared ext.	E	0.4	30.18	5.35	65
Pared ext.	NE	0.4	15.19	4.64	28
Pared ext.	O	0.4	11.27	9.37	42
Pared ext.	SO	0.4	14.36	10.74	62
Pared ext.	S	0.4	30.27	8.39	102
Pared ext.	SE	0.4	21.98	6.91	61
Terraza	Horizontal	0.5	125.9	13.56	853
Total (W)					1213

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Ventana metálica	E	3.4	2.34	6.5	52
Ventana metálica	NE	3.4	2.34	6.5	52
Pared int.		0.39	0.99	3.5	1
Pared int.		1.63	17.64	3.5	101
Pared int.		1.63	11.95	3.5	68
Puerta madera		2	3.15	3.5	22
Pared int.		1.63	11.65	3.5	66
Puerta madera		2	3.15	3.5	22
Pared int.		1.63	10.78	3.5	61
Puerta madera		2	3.15	3.5	22
Pared int.		0.39	5.43	3.5	7
Ventana metálica	SO	3.4	2.34	6.5	52
Ventana metálica	S	3.4	2.34	6.5	52
Suelo terreno	Horizontal	0.39	127.15	6.5	322
Total (W)					900

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
5086	6575	1526	13187

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·pz	Vvpz(m ³ /h)
			100	28.8	2880*				

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
2880	0.33	1.5	1421

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Qlp (W)	Varios Qlad (W)	Qlai (W)
3650	0	3650

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
2880	0.84	3.47	8394

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S SALON DE ACTOS

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
SALON_DE_ACTOS	498	1213	900		13187	10	17378	1421	18799	17662
SUMA	498	1213	900		13187		17378	1421	18799	17662

CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
SALON_DE_ACTOS	0	3650	10	4015	8394	12409	5694
SUMA		3650		4015	8394	12409	5694

Carga Total Sistema (W)	31208	Carga Sensible Total Sistema (W)	18799
-------------------------	-------	----------------------------------	-------

17.4.5. Sistema aseos.

(Julio, 15 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **ASEOS**

Ocupación: 9 pers.

Actividad: Sentado, trabajo ligero

Alumbrado Fluorescente: 6 W/m².Aparatos diversos (sensible): 100 W/m².Aparatos diversos (latente): 22 W/m².

Temperatura (°C): 24,5

Temperatura húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (gw/Kga): 11,97

Calor por Transmisión y Radiación en paredes y techos exteriores "Qstr"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Dif. equiv. T ^a (°K)	Qstri (W)
Terraza	Horizontal	0.5	21.28	12.03	128
Total (W)					128

Calor por Transmisión en paredes y techos interiores, suelos, puertas y ventanas "Qstm"

Cerramiento	Orientación	U (W/m ² °K)	Superficie (m ²)	Te - Ti (°K)	Qstmi (W)
Pared int.		1.63	15.55	4.7	119
Puerta madera		2	2.1	4.7	20
Puerta madera		2	2.1	4.7	20
Pared int.		1.63	16.63	4.7	127
Puerta madera		2	2.1	4.7	20
Pared int.		1.63	6.45	4.7	49
Suelo terreno	Horizontal	0.39	21.28	7.7	64
Total (W)					419

Aportaciones Internas de calor sensible "Qsai"

Iluminación Qsil (W)	Personas Qsp (W)	Varios Qsad (W)	Qsai (W)
128	614	2128	2870

Aire de Ventilación "Vv"

Sup. (m ²)	m ³ /h·m ²	Vvs (m ³ /h)	Personas	m ³ /h·p	Vvp (m ³ /h)	Local (m ³ /h)	Plazas	m ³ /h·p z	Vvpz(m ³ /h)
						90 *			

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
90	0.33	1.92	57

Aportaciones Internas de calor latente "Qlai"

Personas Q _{lp} (W)	Varios Q _{lad} (W)	Q _{lai} (W)
437	468	905

Calor latente por aire de Ventilación "Q_{lv}"

Caudal V _v (m ³ /h)	da·C _{pa} /3600	We-Wi (g/Kg)	Q _{lv} (W)
90	0.84	2.97	225

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA S_ASEOS

CARGA SENSIBLE										
Local	Q _{sr} (W)	Q _{str} (W)	Q _{stm} (W)	Q _{si} (W)	Q _{sai} (W)	F _s (%)	Q _s (W)	Q _{sv} (W)	Q _{st} (W)	Q _{se} (W)
ASEOS		128	419		2870	10	3759	57	3816	3762
SUMA		128	419		2870		3759	57	3816	3802

CARGA LATENTE							
Local	Q _{li} (W)	Q _{lai} (W)	F _s (%)	Q _l (W)	Q _{lv} (W)	Q _{lt} (W)	Q _{le} (W)
ASEOS	0	905	10	996	225	1220	1007
SUMA		905		996	225	1220	1164

Carga Total Sistema (W)	5036	Carga Sensible Total Sistema (W)	3816
--------------------------------	-------------	---	-------------

17.4.6. Sistema UTA -despachos_taller.

(Junio, 14 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_2**

Calor sensible por aire de Ventilación "Q_{sv}"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
135	0.33	1.44	64

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
135	0.84	3.47	337

DENOMINACIÓN LOCAL: **TALLER**

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
982.8	0.33	4.44	1441

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
982.8	0.84	5.5	4132

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_1**

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
315	0.33	1.44	150

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
315	0.84	3.47	787

DENOMINACIÓN LOCAL: **OFICINA_3**

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
270	0.33	1.44	129

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
270	0.84	3.47	675

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA UTA-DESPACHOS TALLER

Local	CARGA SENSIBLE									
	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
OFICINA_2								63		
TALLER								1435		
OFICINA_1								148		
OFICINA_3								127		
SUMA								1773		

Local	CARGA LATENTE						
	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
OFICINA_2					393		
TALLER					4540		
OFICINA_1					918		
OFICINA_3					787		
SUMA					6638		

Carga Total Sistema (W)	8411	Carga Sensible Total Sistema (W)	1773
-------------------------	------	----------------------------------	------

17.4.7. Sistema UTA -cafeteria_comedor.

(Junio, 14 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **CAFETERIA-COMEDOR**

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
1152	0.33	2.23	847

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da·Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
1152	0.84	4.86	4226

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA UTA-CAFETERIA_COMEDOR

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
CAFETERIA-COMEDOR								840		
SUMA								840		

CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
CAFETERIA-COMEDOR					4704		
SUMA					4704		

Carga Total Sistema (W)	5544	Carga Sensible Total Sistema (W)	840
--------------------------------	-------------	---	------------

17.4.8. Sistema UTA -cocina.

(Junio, 14 horas)

DENOMINACIÓN LOCAL: **COCINA**

Calor sensible por aire de Ventilación "Qsv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da-Cpa/3600	Te - Ti (°K)	Qsv (W)
747.35	0.33	2.49	613

Calor latente por aire de Ventilación "Qlv"

Caudal Vv (m ³ /h)	da-Cpa/3600	We-Wi (g/Kg)	Qlv (W)
747.35	0.84	5.5	3142

RESUMEN CARGA TÉRMICA SISTEMA UTA-COCINA

CARGA SENSIBLE										
Local	Qsr(W)	Qstr(W)	Qstm(W)	Qsi(W)	Qsai(W)	Fs(%)	Qs(W)	Qsv(W)	Qst(W)	Qse(W)
COCINA								609		
SUMA								609		

CARGA LATENTE							
Local	Qli(W)	Qlai(W)	Fs(%)	Ql(W)	Qlv(W)	Qlt(W)	Qle(W)
COCINA					3453		
SUMA					3453		

Carga Total Sistema (W)	4062	Carga Sensible Total Sistema (W)	609
--------------------------------	-------------	---	------------

17.4.9. Resumen carga térmica verano edificio.

SISTEMA	SENSIBLE		LATENTE		Qt
	Qst (W)	Qse (W)	Qlt (W)	Qle (W)	Qst + Qlt (W)
S_DESPACHOS_TALLER	14482		2567		17049
S_COCINA	14561		3849		18410
S_CAFETERÍA_COMEDOR	15883		3161		19044
S_SALON DE ACTOS	18799	17662	12409	5694	31208
S_ASEOS	3816	3802	1220	1164	5036
UTA-DESPACHOS_TALLER	1773	0	6638	0	8411
UTA-CAFETERIA_COMEDOR	840	0	4704	0	5544
UTA-COCINA	609	0	3453	0	4062
SUMA	70762		38002		108764

Carga Total Edificio (W)	108764	Carga Sensible Total Edificio (W)	70762
---------------------------------	---------------	--	--------------

17.5. Resumen carga térmica verano hora a hora (kw).

SISTEMA / MES	1	2	3	4	5	6	7	8
S_DESPACHOS_TALLER / Junio						13.74	14.178	14.581
S_DESPACHOS_TALLER / Julio						13.837	14.273	14.662
S_DESPACHOS_TALLER / Agosto						13.623	14.041	14.41
S_DESPACHOS_TALLER / Septiembre						12.954	13.465	13.835
S_COCINA / Junio						17.41	17.468	17.53
S_COCINA / Julio						17.433	17.49	17.552
S_COCINA / Agosto						17.411	17.469	17.53
S_COCINA / Septiembre						17.337	17.394	17.456
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Junio						15.68	15.862	16.048
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Julio						15.738	15.916	16.102
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Agosto						15.657	15.84	16.021
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Septiembre						15.44	15.619	15.803
S_SALON DE ACTOS / Junio						28.065	27.379	26.66
S_SALON DE ACTOS / Julio						27.768	27.08	26.356
S_SALON DE ACTOS / Agosto						27.665	26.966	26.257
S_SALON DE ACTOS / Septiembre						25.79	25.371	24.75
S_ASEOS / Junio						3.826	3.963	4.098
S_ASEOS / Julio						3.872	4.008	4.143
S_ASEOS / Agosto						3.865	4.002	4.138

S_ASEOS / Septiembre						3.711	3.848	3.987
UTA- DESPACHOS_TALLER / Junio						8.091	7.492	6.892
UTA- DESPACHOS_TALLER / Julio						7.837	7.237	6.639
UTA- DESPACHOS_TALLER / Agosto						7.837	7.237	6.639
UTA- DESPACHOS_TALLER / Septiembre						7.168	6.565	5.961
UTA- CAFETERIA_COMEDOR / Junio						5.496	5.062	4.629
UTA- CAFETERIA_COMEDOR / Julio						5.314	4.881	4.447
UTA- CAFETERIA_COMEDOR / Agosto						5.314	4.881	4.447
UTA- CAFETERIA_COMEDOR / Septiembre						4.879	4.442	4.006
UTA-COCINA / Junio						4.031	3.749	3.468
UTA-COCINA / Julio						3.913	3.632	3.351
UTA-COCINA / Agosto						3.913	3.632	3.351
UTA-COCINA / Septiembre						3.631	3.347	3.064

SISTEMA / MES	9	10	11	12	13	14	15	16
S_DESPACHOS_TALLER / Junio	14.81 6	15.01 2	15.23 8	15.63 8	16.04 7	16.46 5	16.77 3	16.87 9
S_DESPACHOS_TALLER / Julio	14.89 7	15.08	15.33 8	15.73 7	16.15 1	16.54 7	16.85 5	16.96 3
S_DESPACHOS_TALLER / Agosto	14.63 4	14.80 8	15.16	15.55 5	15.96	16.32 3	16.61 4	16.70 8
S_DESPACHOS_TALLER / Septiembre	14.07 1	14.35 9	14.71 1	15.10 2	15.48 6	15.85 9	16.09 4	16.13 8

S_COCINA / Junio	17.57 5	17.62 4	17.68 4	17.75 3	17.92 3	18.07	18.20 8	18.30 4
S_COCINA / Julio	17.59 8	17.64 6	17.70 6	17.77 5	17.95	18.10 3	18.24	18.34
S_COCINA / Agosto	17.57 5	17.62 2	17.68 1	17.75 1	17.92 7	18.08 1	18.22 3	18.31 9
S_COCINA / Septiembre	17.50 1	17.54 6	17.60 7	17.67 4	17.84	17.98 7	18.12 2	18.21 2
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Junio	16.23 7	16.41 2	16.60 4	16.83 9	17.42 1	17.92 9	18.37 9	18.71 2
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Julio	16.29 9	16.47 5	16.67 2	16.9	17.50 8	18.03 3	18.49	18.82 4
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Agosto	16.22 2	16.4	16.59 9	16.82 9	17.44 5	17.97 1	18.43 6	18.76 3
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Septiembre	16.00 8	16.18 1	16.38 6	16.61 2	17.18 3	17.69 1	18.12 8	18.42 1
S_SALON DE ACTOS / Junio	26.96 1	27.20 1	28.26 5	29.43 5	30.24 7	30.92 1	30.68 9	31.20 8*
S_SALON DE ACTOS / Julio	26.67 6	26.92 7	28.01 5	29.16 7	30.04 4	30.72 3	30.47 4	30.96 8
S_SALON DE ACTOS / Agosto	26.61 7	26.86 5	28.07 2	29.15 4	30.15 6	30.85 2	30.59 9	31.02 9
S_SALON DE ACTOS / Septiembre	25.08 9	25.37 4	26.66 1	27.57	28.69 3	29.38 5	29.14 5	29.57 4
S_ASEOS / Junio	4.209	4.326	4.487	4.657	4.801	4.937	4.99	4.973
S_ASEOS / Julio	4.255	4.371	4.531	4.704	4.851	4.981	5.036 *	5.018
S_ASEOS / Agosto	4.25	4.365	4.526	4.698	4.842	4.972	5.027	5.008
S_ASEOS / Septiembre	4.098	4.213	4.37	4.541	4.676	4.808	4.861	4.843
UTA-DESPACHOS_TALLER / Junio	6.897	6.908	7.45	8.019	8.211	8.411 *	8.159	8.411
UTA-DESPACHOS_TALLER / Julio	6.643	6.653	7.197	7.763	7.957	8.159	7.904	8.159
UTA-DESPACHOS_TALLER / Agosto	6.643	6.653	7.197	7.763	7.957	8.159	7.904	8.159

UTA- DESPACHOS_TALLER / Septiembre	5.955	5.953	6.469	7.012	7.188	7.375	7.119	7.375
UTA- CAFETERIA_COMEDO R / Junio	4.613	4.602	4.948	5.311	5.424	5.544 *	5.362	5.544
UTA- CAFETERIA_COMEDO R / Julio	4.432	4.42	4.766	5.129	5.243	5.362	5.181	5.362
UTA- CAFETERIA_COMEDO R / Agosto	4.432	4.42	4.766	5.129	5.243	5.362	5.181	5.362
UTA- CAFETERIA_COMEDO R / Septiembre	3.982	3.962	4.291	4.637	4.739	4.848	4.667	4.848
UTA-COCINA / Junio	3.458	3.45	3.675	3.911	3.985	4.062 *	3.944	4.062
UTA-COCINA / Julio	3.34	3.333	3.557	3.793	3.867	3.944	3.826	3.944
UTA-COCINA / Agosto	3.34	3.333	3.557	3.793	3.867	3.944	3.826	3.944
UTA-COCINA / Septiembre	3.049	3.035	3.249	3.473	3.54	3.611	3.493	3.611

SISTEMA / MES	17	18	19	20	21	22	23	24
S_DESPACHOS_TALLER / Junio	16.97	15.978						
S_DESPACHOS_TALLER / Julio	17.049*	16.149						
S_DESPACHOS_TALLER / Agosto	16.779	16.086						
S_DESPACHOS_TALLER / Septiembre	16.166	15.664						
S_COCINA / Junio	18.368	17.934						
S_COCINA / Julio	18.41*	17.965						
S_COCINA / Agosto	18.405	17.953						
S_COCINA / Septiembre	18.291	17.876						
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Junio	18.903	17.128						

S_CAFETERÍA_COMEDOR / Julio	19.044*	17.224						
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Agosto	19.041	17.194						
S_CAFETERÍA_COMEDOR / Septiembre	18.669	16.967						
S_SALON DE ACTOS / Junio	30.491	29.232						
S_SALON DE ACTOS / Julio	30.234	28.967						
S_SALON DE ACTOS / Agosto	30.227	28.937						
S_SALON DE ACTOS / Septiembre	28.635	27.306						
S_ASEOS / Junio	4.915	4.857						
S_ASEOS / Julio	4.963	4.905						
S_ASEOS / Agosto	4.952	4.894						
S_ASEOS / Septiembre	4.787	4.723						
UTA-DESPACHOS_TALLER / Junio	7.971	7.539						
UTA-DESPACHOS_TALLER / Julio	7.715	7.283						
UTA-DESPACHOS_TALLER / Agosto	7.715	7.283						
UTA-DESPACHOS_TALLER / Septiembre	6.948	6.532						
UTA-CAFETERIA_COMEDOR / Junio	5.253	4.969						
UTA-CAFETERIA_COMEDOR / Julio	5.073	4.788						
UTA-CAFETERIA_COMEDOR / Agosto	5.073	4.788						

UTA- CAFETERIA_COMEDOR / Septiembre	4.569	4.294						
UTA-COCINA / Junio	3.874	3.689						
UTA-COCINA / Julio	3.755	3.571						
UTA-COCINA / Agosto	3.755	3.571						
UTA-COCINA / Septiembre	3.43	3.251						

5. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR.**SISTEMA S DESPACHOS TALLER.**

Tipo Unidad Terminal: Fancoils 2T

VERANOUnidad Exterior: P_{TFG} (kW): 17,049

Condiciones usuales

- T^a agua entrada batería Fan-coils: 7°.
- T^a agua salida batería Fan-coils: 12°.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total refig. (W)	Pot. sens. refig. (W)
TALLER	6049	4578
OFICINA_1	2486	2006
OFICINA_2	6305	6100
OFICINA_3	2209	1797

INVIERNO.Unidad Exterior: P_{TC} (kW): 5,21.

Condiciones usuales

- T^a agua entrada batería Fan-coils: 45°.
- T^a agua salida batería Fan-coils: 40°.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total calef. (W)
TALLER	1496
OFICINA_1	1465
OFICINA_2	1108

OFICINA_3	1141
-----------	------

SISTEMA S COCINA.

Tipo Unidad Terminal: Fancoils 2T

VERANO

Unidad Exterior: P_{TFG} (kW): 18,41

Condiciones usuales

- T^a agua entrada batería Fan-coils: 7°.
- T^a agua salida batería Fan-coils: 12°.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total refriger. (W)	Pot. sens. refriger. (W)
COCINA	18410	14561

INVIERNO.

Unidad Exterior: P_{TC} (kW): 0,89.

Condiciones usuales

- T^a agua entrada batería Fan-coils: 45°.
- T^a agua salida batería Fan-coils: 40°.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total calef. (W)
COCINA	890

SISTEMA S CAFETERÍA COMEDOR.

Tipo Unidad Terminal: Fancoils 2T

VERANOUnidad Exterior: P_{TFG} (kW): 19,044

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 7º.
- Tª agua salida batería Fan-coils: 12º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total refrig. (W)	Pot. sens. refrig. (W)
CAFETERIA-COMEDOR	19044	15883

INVIERNO.Unidad Exterior: P_{TC} (kW): 2,918.

Condiciones usuales

- Tª agua entrada batería Fan-coils: 45º.
- Tª agua salida batería Fan-coils: 40º.

Unidades Interiores:

LOCAL	Pot. total calef. (W)
CAFETERIA-COMEDOR	2918

SISTEMA S SALON DE ACTOS.

Tipo Unidad Terminal: UTA agua 2T, todo aire-mezcla (retorno + aire ventilación)

VERANO

EXTERIOR/RECUPERADOR

Tª seca (°C): 31

Tª húmeda (°C): 23,68

Humedad relativa (%): 54,49

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01544

Caudal de ventilación (m³/h): 2.880

Tª seca recuperador (°C): 26

Humedad absoluta recuperador (kgW/kg): 0,01544

INTERIOR (LOCAL)

Tª seca (°C): 24,5

Tª húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01198

Carga sensible (W): 17.377,8

Carga latente (W): 4.015

Carga sensible efectiva (W): 17.662

Carga latente efectiva (W): 5.693,8

FCS: 0,81

FCSE: 0,76

ENTRADA EN LA BATERÍA

Tª seca (°C): 25,09

Tª húmeda (°C): 20,6

Humedad relativa (%): 67,02

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01336

PUNTO DE ROCÍO DE LA BATERÍA

Factor de By-Pass, f: 0,2

Temperatura (°C): 15,26

Humedad relativa (%): 100

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01079

AIRE DE SUMINISTRO

T^a seca (°C): 17,23

T^a húmeda (°C): 16,41

Humedad relativa (%): 92,38

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01131

Caudal de suministro (m³/h): 7.243,57

Potencia total frigorífica (kW): 31,782

Potencia frigorífica sensible (kW): 18,799

INVIERNO**EXTERIOR/RECUPERADOR**

Temperatura (°C): 4,33

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00412

Temperatura recuperador (°C): 17,9359

Humedad absoluta recuperador (kgW/kg): 0,00412

INTERIOR

Temperatura (°C): 22

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00654

Q_c (W): 5.731

ENTRADA EN LA BATERÍA DE CALENTAMIENTO

Temperatura (°C): 20,38

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00558

SIN BATERÍA DE HUMECTACIÓN**AIRE DE SUMINISTRO**

Temperatura (°C): 24,4

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00558

P_c (kW): 9,594

Déficit de humedad (kgw/h): 8,223

CON BATERÍA DE HUMECTACIÓN

AIRE DE SUMINISTRO

Temperatura (°C): 24,4

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00654

ENTRADA EN LA BATERÍA DE HUMECTACIÓN

Temperatura (°C): 26,81

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00558

Pc (kW): 15,367

SISTEMA S ASEOS.

Tipo Unidad Terminal: UTA refrigerante, todo aire exterior

VERANO

EXTERIOR/RECUPERADOR

Tª seca (°C): 32,2

Tª húmeda (°C): 23,68

Humedad relativa (%): 49,35

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01494

Caudal de ventilación (m³/h): 1.363,94

Tª seca recuperador (°C): 26,42

Humedad absoluta recuperador (kgW/kg): 0,01494

INTERIOR (LOCAL)

Tª seca (°C): 24,5

Tª húmeda (°C): 19,37

Humedad relativa (%): 62,4

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01198

Carga sensible (W): 3.758,7

Carga latente (W): 995,5

Carga sensible efectiva (W): 3.801,53

Carga latente efectiva (W): 1.163,89

FCS: 0,79

FCSE: 0,77

ENTRADA EN LA BATERÍA

Tª seca (°C): 26,43

Tª húmeda (°C): 22,1

Humedad relativa (%): 69,11

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01495

PUNTO DE ROCÍO DE LA BATERÍA

Factor de By-Pass, f: 0,05

Temperatura (°C): 15,61

Humedad relativa (%): 100

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01103

AIRE DE SUMINISTRO

Tª seca (°C): 16,15

Tª húmeda (°C): 15,96

Humedad relativa (%): 98,32

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,01123

Caudal de suministro (m³/h): 1.363,93

Potencia total frigorífica (kW): 9,011

Potencia frigorífica sensible (kW): 4,625

INVIERNO

EXTERIOR/RECUPERADOR

Temperatura (°C): 4,33

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00412

Temperatura recuperador (°C): 17,5825

Humedad absoluta recuperador (kgW/kg): 0,00412

INTERIOR

Temperatura (°C): 22

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00654

Qc (W): 1.329,9

ENTRADA EN LA BATERÍA DE CALENTAMIENTO

Temperatura (°C): 21,71

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00638

SIN BATERÍA DE HUMECTACIÓN

AIRE DE SUMINISTRO

Temperatura (°C): 24,95

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00638

Pc (kW): 1,461

Déficit de humedad (kgw/h): 0,254

CON BATERÍA DE HUMECTACIÓN

AIRE DE SUMINISTRO

Temperatura (°C): 24,95

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00654

ENTRADA EN LA BATERÍA DE HUMECTACIÓN

Temperatura (°C): 25,36

Humedad absoluta (kgW/kg): 0,00638

Pc (kW): 1,641

SISTEMA UTA-DESPACHOS TALLER.

Tipo Unidad Terminal: UTA agua 2T, todo aire exterior

VERANO

SISTEMA UTA-CAFETERIA COMEDOR.

Tipo Unidad Terminal: UTA agua 2T, todo aire exterior

VERANO

SISTEMA UTA-COCINA.

Tipo Unidad Terminal: UTA agua 2T, todo aire exterior

VERANO

CÁLCULOS EQUIPOS PRODUCCIÓN FRÍO Y CALOR.

Fluido: Todo Aire			Verano (Refrigeración)		Invierno (Calef.)	Caudal impulsión Refrig. / Calef.	Caudal vent.
Sistema	Tipo UT	Local	Pt (kW)	Ps (kW)	Pt (kW)	(m³/h)	(m³/h)
S_SALON DE ACTOS	UTA agua 2T, rec.a.t.ext.		31,782	18,799	9,594	7.243,57	2.880
		SALON_DE_ACTOS	31,208	18,799	9,594	7.243,56 / 7.243,57	2.880
S_ASEOS	UTA refrig., todo a.ext.		9,011	4,625	1,461	1.363,93	1.363,94
		ASEOS	5,036	3,816	1,461	1.364,11 / 1.363,93	90

Fluido: Agua		Verano (Refrigeración)	Invierno (Calefacción)	Caudal vent.

Sistema	Tipo UT	Unidad	Local	Pt (kW)	Ps (kW)	Pt (kW)	(m³/h)
S_DESPACHOS_TALLER	Fancoils 2T	Exterior		17,049	14,481	5,21	0
		Interior	TALLER	6,049	4,578	1,496	982,8
		Interior	OFICINA_1	2,486	2,006	1,465	315
		Interior	OFICINA_2	6,305	6,099	1,108	135
		Interior	OFICINA_3	2,209	1,797	1,141	270
S_COCINA	Fancoils 2T	Exterior		18,41	14,561	0,89	0
		Interior	COCINA	18,41	14,561	0,89	747,35
S_CAFETERÍA_COMEDOR	Fancoils 2T	Exterior		19,044	15,883	2,918	0
		Interior	CAFETERIA-COMEDOR	19,044	15,883	2,918	1.152

EQUIPOS ADOPTADOS FABRICANTES DE FRÍO Y CALOR.

Fluido: Todo Aire (UTA)											
Sistema	Local	Tipo	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig Tot.(W)	Pot.Frig Sen.(W)	Pot.Cal (W)	EE R	CO P	Caudal (m³/h)
S_SALON DE ACTOS		Agua 2T	HITECSA	BSW	BSW70	50638	39504	60111			9250
	SALON_DE_ACTOS					31207.8	18798.8	9594			9250
S_ASEOS		Refrigeración	HITECSA	ACHBA	351	9700	6305	9800	2.26	2.58	2000
	ASEOS					5036.2	3815.7	1460.9			2000
UTA-DESPACHOS_TALLER		Agua 2T	HITECSA	BSW	BSW30	9198	7361	11210			1951
	TALLER					5975	1435	1719			1126.1
	OFICINA_1					1066	148	551			360.9
	OFICINA_2					456	63	236			154.7
	OFICINA_3					914	127	472			309.4
UTA-CAFETERIA_COMEDOR		Agua 2T	HITECSA	BSW	BSW20	7046	5639	8512			1423
	CAFETERIA-COMEDOR					5544	840	1747			1423
UTA-COCINA		Agua 2T	HITECSA	BSW	BSW20	7046	5639	8512			1423
	COCINA					4062	609	1133			1423

Fluido: Agua (Fancoils)										
Sistema	Local	Tipo	Fabricante	Serie	Modelo	Pot.Frig. Tot.(W)	Pot.Frig. Sen.(W)	Pot.Cal. (W)	Q agua (l/s)	Q aire (m³/h)
S_DESPACHOS_TALLER										
	TALLER	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW32N	6760	4934	7790	0.323	1087
	OFICINA_1	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW22N	2870	2009	3830	0.137	611
	OFICINA_2	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW24N ⁽²⁾	4490	3233	6150	0.215	815
	OFICINA_3	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW22N	2870	2009	3830	0.137	611
S_COCINA										
	COCINA	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW34N ⁽²⁾	10540	7588	12010	0.504	1274
S_CAFETERÍA_COMEDOR										
	CAFETERIA- COMEDOR	Cassette 2T	HITECSA	FKW	FKW24N ⁽⁵⁾	4490	3233	6150	0.215	815

EQUIPOS PRIMARIOS ADOPTADOS FABRICANTES.

Enfriadoras Bomba de Calor											
Equipo	Sistema	Conde ns.	Fabrica nte	Serie	Mod elo	Pot.Fr ig. (kW)	Con.Fr ig. (kW)	Pot.C al. (kW)	Con.C al. (kW)	EE R	CO P
Enf_Bomba_Calor_DESPACHOS_TALLER		Aire- Agua	HITEC SA	EWX BZ (BC)	1602	40.4	16.3	43	16	2.4 8	2.6 9
	S_DESPACHOS_TA LLER										
	UTA- DESPACHOS_TALL ER										
Enf_Bomba_Calor_COCINA		Aire- Agua	HITEC SA	EWX BZ (BC)	1501	34.6	15.5	37	15	2.2 3	2.4 7
	S_COCINA										
	UTA-COCINA										
Enf_Bomba_Calor_CAFETERIA_COMEDOR		Aire- Agua	HITEC SA	EWX BZ (BC)	1602	40.4	16.3	43	16	2.4 8	2.6 9
	S_CAFETERÍA_CO MEDOR										

	UTA-CAFETERIA_COMEDOR											
Enf_Bomba_Calor_SALON_DE_ACTOS		Aire-Agua	HITEC SA	EWX BZ (BC)	2402	59.8	28.4	63	26	2.11	2.42	
	S_SALON DE ACTOS											

6. RECUPERADORES ENERGIA.

Denominación	Tipo	Nº Rec.	Caudal total	Efic.sens.	Efic.entalp.	Efic.entalp.	Presión	Pot. elect.
	Recuper.	paralelo	(m3/h)	(%)	calef. (%)	refrig. (%)	disp. (Pa)	total (W)
R1	Sensible	1	450	50.7				300
RECUPERADOR_DESPACHOS_TALLER	Sensible	1	2600	70				3000
RECUPERADOR_CAFETERIA_COMEDOR	Sensible	1	1650	74				780
RECUPERADOR_SALON_DE_ACTOS	Sensible	1	4100	77				5000
RECUPERADOR_COCINA	Sensible	1	950	74				600
RECUPERADOR_ASEOS	Sensible	1	450	75				380

RECUPERADOR: R1

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
ZM1			0	0

RECUPERADOR: RECUPERADOR_DESPACHOS_TALLER

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
UTA-DESPACHOS_TALLER		2851.76		6950.44

RECUPERADOR: RECUPERADOR_CAFETERIA_COMEDOR

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
UTA- CAFETERIA_COMEDOR		2391.21		4970.9

RECUPERADOR: RECUPERADOR_SALON_DE_ACTOS

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
S_SALON DE ACTOS		4756.75		12931.05

RECUPERADOR: RECUPERADOR_COCINA

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
UTA-COCINA		1733.78		3224.83

RECUPERADOR: RECUPERADOR_ASEOS

SISTEMA	En. recuperada verano (W)	En.sens. recuperada verano (W)	En. recuperada invierno (W)	En. sens. recuperada invierno (W)
S_ASEOS		2599.34		5964.97
UTA-ASEOS		0		0

18. ANEXO. PLIEGO DE CONDICIONES

18.1. Condiciones Generales.

18.1.1. Ámbito de aplicación.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de calefacción y refrigeración, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

18.1.2. Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

18.1.2.1 Condiciones facultativas legales

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- 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 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 1. Chimeneas modulares.
- Norma UNE-EN 1856 sobre Chimeneas. Requisitos para chimeneas metálicas. Parte 2. Conductos interiores y conductos de unión metálicos.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos dinámicos. Parte 1: Chimeneas que se utilizan con un único aparato.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y fluido-dinámicos. Parte 2: Chimeneas que prestan servicio a más de un generador de calor.
- Norma UNE 123001 sobre Cálculo y diseño de chimeneas metálicas. Guía de aplicación.
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico.
- Norma UNE-CEN/TR 12108:2015 IN Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano..
- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 13410 sobre Aparatos suspendidos de calefacción por radiación que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos de ventilación de los locales para uso no doméstico.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.

- Norma UNE-EN 60529:2018 sobre Grados de protección proporcionados por las envolventes.
- Norma UNE-EN 50194 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- Norma UNE-EN 50244 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- Norma UNE-EN 60034 sobre Máquinas eléctricas rotativas.
- Norma UNE 60670 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- Norma UNE-EN 60079-29-1:2010 Atmósferas explosivas. Parte 29-1: Detectores de gas. Requisitos de funcionamiento para los detectores de gases inflamables.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100 sobre Climatización. Código de colores.
- Norma UNE 100155 sobre Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Norma UNE 100156 sobre Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- Norma UNE 100030 sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 60601 sobre Salas de máquinas y equipos autónomos de generación de calor o frío o para cogeneración, que utilizan combustibles gaseosos.
- Norma UNE-CEN/TR 1749 sobre Esquema europeo para la clasificación de los aparatos que utilizan combustibles gaseosos según la forma de evacuación de los productos de la combustión (tipos).
- 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.

18.1.2.2 Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

18.1.2.3 Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

18.1.3. Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

18.1.3.1 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

18.1.3.2 Condiciones generales.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciara todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

18.1.3.3 Planificación y coordinación.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje y pruebas parciales de las redes de agua.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

18.1.3.4 Acopio de materiales.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

18.1.3.5 Inspección y medidas previas al montaje.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

18.1.3.6 Planos, catálogos y muestras.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

18.1.3.7 Variaciones de proyecto y cambios de materiales.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

18.1.3.8 Cooperación con otros contratistas.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

18.1.3.9 Protección.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

18.1.3.10 Limpieza de la obra.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías, radiadores, convectores, ventiloconvectores, fancoils, cajas reductoras, etc), equipos de salas de máquinas (calderas, quemadores, bombas, maquinaria frigorífica, unidades de tratamiento de aire, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

18.1.3.11 Andamios y aparejos.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como calderas, radiadores, unidades de tratamiento de aire, plantas frigoríficas, conductos, tuberías, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

18.1.3.12 Obras de albañilería.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjás, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

18.1.3.13 Energía eléctrica y agua.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

18.1.3.14 Ruidos y vibraciones.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

18.1.3.15 Accesibilidad.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus

partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

18.1.3.16 Canalizaciones.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

18.1.3.17 Manguitos pasamuros.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

18.1.3.18 Protección de partes en movimiento.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

18.1.3.19 Protección de elementos a temperatura elevada.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

18.1.3.20 Cuadros y líneas eléctricas.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

18.1.3.21 Pinturas y colores.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

18.1.3.22 Identificación.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

18.1.3.23 Limpieza interior de redes de distribución.

Todas las redes de distribución de agua en circuito cerrado o abierto deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

Cuando se haya completado la instalación de una red de distribución de un fluido caloportador, el Contratista deberá llenarla con una solución acuosa detergente. A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua al

menos durante dos horas. Después se vaciará la red y se enjuagará con agua limpia procedente de la alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de agua refrigerada y caliente (hasta 100°), una vez completada la limpieza y llenada la red, se comprobará que el agua del circuito tenga un PH ligeramente alcalino, alrededor de 7,5. Si el PH tuviese que ser ácido, se repetirá la operación de limpieza tantas veces como sea necesario.

Después de haber completado las pruebas de estanquidad de una red de distribución de agua sanitaria y antes de poner el sistema en operación, la red deberá desinfectarse, rellenándola en su totalidad con una solución que contenga, al menos, 50 partes por millón de cloro libre. Se somete el sistema a una presión de 4 bar y, durante 6 horas por lo menos, se irán abriendo todos los grifos, uno por uno, para que el cloro actúe en todos los ramales de la red.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana más, hasta tanto se juzgue completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla.

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

Se pondrán en marcha los ventiladores hasta tanto el aire a la salida de las aperturas presente el aspecto, a simple vista, de no contener polvo.

18.1.3.24 Pruebas.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

18.1.3.25 Pruebas finales.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

18.1.3.26 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la situación de las unidades terminales.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

18.1.3.27 Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato, con un mínimo de 12 meses, y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

18.1.3.28 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

18.1.3.29 Permisos.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

18.1.3.30 Entrenamiento.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su

plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

18.1.3.31 Repuestos, herramientas y útiles específicos.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

18.1.3.32 Subcontratación de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

18.1.3.33 Riesgos.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

18.1.3.34 Rescisión del contrato.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

18.1.3.35 Precios.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

18.1.3.36 Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

18.1.3.37 Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

18.1.4. Disposición final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

18.2. Montaje

18.2.1. Ajuste y equilibrado.

18.2.1.1 Generalidades.

Las instalaciones térmicas serán 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.

La empresa instaladora realizará y documentará el procedimiento de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución de agua, de acuerdo a lo siguiente:

- De cada circuito hidráulico se deberá conocer el caudal nominal y la presión, así como los caudales nominales en ramales y unidades terminales.
- Cada bomba, de la que se deberá conocer la curva característica, deberá ser ajustada al caudal de diseño, como paso previo al ajuste de los generadores de calor y frío a los caudales y temperaturas de diseño.
- Las unidades terminales, o los dispositivos de equilibrado de los ramales, serán equilibradas al caudal de diseño.
- En circuitos hidráulicos equipados con válvulas de control de presión diferencial, se deberá ajustar el valor del punto de control del mecanismo al rango de variación de la caída de presión del circuito controlado.
- Cuando exista más de una unidad terminal de cualquier tipo, se deberá comprobar el correcto equilibrado hidráulico de los diferentes ramales, mediante el procedimiento previsto en el proyecto o memoria técnica.
- De cada intercambiador de calor se deberá conocer la potencia, temperatura y caudales de diseño, debiéndose ajustar los caudales de diseño que lo atraviesan.

18.2.1.2 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.

18.2.1.3 Eficiencia energética.

La empresa instaladora realizará y documentará las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
- Comprobación de la eficiencia energética de los equipos en generación de calor y frío en las condiciones de trabajo. El rendimiento del generador de calor no debe ser inferior en más de 5 unidades del límite inferior del rango marcado para la categoría indicada en el etiquetado energético del equipo de acuerdo con la normativa vigente.
- Comprobación de los intercambiadores de calor, climatizadores y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación de la eficiencia y la aportación energética de la producción de los sistemas de generación de origen renovable.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control.
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos de generación, distribución y las unidades terminales en las condiciones de régimen.
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.

- Comprobación del funcionamiento y de la potencia absorbida por los motores eléctricos en las condiciones reales de trabajo.
- Comprobación de las pérdidas térmicas de distribución de la instalación hidráulica.

18.3. Mantenimiento y Uso

18.3.1. Programa de mantenimiento preventivo.

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el "Manual de Uso y Mantenimiento" que serán, al menos, las indicadas a continuación:

<u>Operación</u>	<u>Periodicidad</u>
<u>> 70 kW</u>	<u>≤ 70 kW</u>
- Limpieza de los evaporadores 1 vez año	1 vez año
- Limpieza de los condensadores 1 vez año	1 vez año
- Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración 2 veces año	1 vez año
- Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos 1 vez mes	1 vez año
- Comprobación y limpieza del circuito de humos de calderas 2 veces año	1 vez año
- Comprobación y limpieza de conductos de humos y chimenea 2 veces año	1 vez año
- Limpieza del quemador de la caldera 1 vez mes	1 vez año
- Revisión del vaso de expansión 1 vez mes	1 vez año
- Revisión de los sistemas de tratamiento de agua 1 vez mes	1 vez año
- Comprobación de material refractario 2 veces año	-
- Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera 1 vez mes	1 vez año
- Revisión general de calderas de gas 1 vez año	1 vez año
- Revisión general de calderas de gasóleo 1 vez año	1 vez año
- Comprobación de niveles de agua en circuitos 1 vez mes	1 vez año
- Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías 1 vez año	-
- Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación año	- 2 veces
- Comprobación de tarado de elementos de seguridad 1 vez mes	-
- Revisión y limpieza de filtros de agua	-

2 veces año			
- Revisión de baterías de intercambio térmico	-		
1 vez año			
- Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	1 vez año		
1 vez mes			
- Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	1 vez año		
2 veces año			
- Revisión de unidades terminales agua-aire	1 vez año	2 veces	
año			
- Revisión de equipos autónomos	1 vez año		
2 veces año			
- Revisión de bombas y ventiladores	-		
1 vez mes			
- Revisión del estado del aislamiento térmico	1 vez año		
1 vez año			
- Revisión del sistema de control automático	1 vez año	2 veces	
año			
- Comprobación del estado del almacenamiento del biocomb. sólido	1 vez semana		
1 vez semana			
- Apertura y cierre contenedor en instalaciones de biocomb. sólido	2 veces año		
2 veces año			
- Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocomb. sólido	1 vez mes		
1 vez mes			
- Control visual de la caldera de biomasa	1 vez semana		
1 vez semana			
- Comprobación y limpieza del circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa	1 vez año		
1 vez mes			
- Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	1 vez mes	1 vez	
mes			

Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

18.3.2. Programa de gestión energética.

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas a continuación:

	<u>Periodicidad</u>	
<u>Medidas de generadores de calor</u>	<u>20 kW < P ≤ 70 kW</u>	<u>70 kW < P ≤ 1000 kW</u>
<u>kW</u> <u>P > 1000 kW</u>		
- Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	cada dos años	cada 3 meses
una vez al mes		
- Temperatura ambiente del local o sala máquinas	cada dos años	cada 3 meses
una vez al mes		
- Temperatura de los gases de combustión	cada dos años	cada 3 meses
una vez al mes		
- Contenido CO y CO2 en productos combustión	cada dos años	cada 3 meses
una vez al mes		
- Índice opacidad de humos en comb. sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en comb. sólidos	cada dos años	cada 3 meses
una vez al mes		

- | | | |
|---|---------------|--------------|
| - Tiro en caja de humos de la caldera
una vez al mes | cada dos años | cada 3 meses |
|---|---------------|--------------|

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas a continuación:

	<u>Periodicidad</u>
<u>Medidas de generadores de frío</u> <u>P > 1000 kW</u>	<u>70 kW < P ≤ 1000 kW</u>
- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador una vez mes	cada 3 meses
- Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador una vez mes	cada 3 meses
- Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadoras por agua una vez mes	cada 3 meses
- Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadoras por agua una vez mes	cada 3 meses
- Temperatura y presión de evaporación una vez mes	cada 3 meses
- Temperatura y presión de condensación una vez mes	cada 3 meses
- Potencia eléctrica absorbida una vez mes	cada 3 meses
- Potencia térmica instantánea del generador, como % carga máx. una vez mes	cada 3 meses
- CEE o COP instantáneo una vez mes	cada 3 meses
- Caudal de agua en el evaporador una vez mes	cada 3 meses
- Caudal de agua en el condensador una vez mes	cada 3 meses

La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

18.3.3. Instrucciones de seguridad.

Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre

el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico, etc.

18.3.4. Instrucciones de manejo y maniobra.

Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación; secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

18.3.5. Instrucciones de funcionamiento.

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- Horario de puesta en marcha y parada de la instalación.
- Orden de puesta en marcha y parada de los equipos.
- Programa de modificación del régimen de funcionamiento.
- Programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos.
- Programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

18.3.6. Limitación de temperaturas.

Por razones de ahorro energético se limitarán las condiciones de temperatura en el interior de los establecimientos habitables que estén acondicionados situados en los edificios y locales destinados a los siguientes usos:

- Administrativo.
- Comercial: tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares.
- Pública concurrencia:
 - Culturales: teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones y similares.
 - Establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas.
 - Restauración: bares, restaurantes y cafeterías.
 - Transporte de personas: estaciones y aeropuertos.

Las condiciones a cumplir serán:

- a) La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- b) La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 16 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- c) Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30 % y el 70 %.

La temperatura del aire y la humedad relativa registradas en cada momento y las que debería tener, según las condiciones anteriores, se visualizarán mediante un dispositivo adecuado, situado en un sitio visible y frecuentado por las personas que utilizan el recinto, prioritariamente en los vestíbulos de acceso y con unas dimensiones mínimas de 297x420 mm (DIN A3) y una exactitud de medida de +- 0,5 °C. Este dispositivo será

obligado en los recintos destinados a los usos indicados cuya superficie sea superior a 1.000 m².

El resto de los edificios y locales no afectados por la obligación anterior indicarán mediante carteles informativos las condiciones de temperatura y humedad límites.

Los edificios y locales con acceso desde la calle dispondrán de un sistema de cierre de puertas adecuado, el cual podrá consistir en un sencillo brazo de cierre automático de las puertas, con el fin de impedir que éstas permanezcan abiertas permanentemente.

18.4. Inspección

18.4.1. Inspecciones periódicas de eficiencia energética.

Serán inspeccionados los generadores de calor de potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW. La inspección del generador de calor comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento. En las sucesivas inspecciones o medidas el rendimiento tendrá un valor no inferior a 2 unidades con respecto al determinado en la puesta al servicio.

- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en IT.3, relacionadas con el generador de calor, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.

Serán inspeccionados periódicamente los generadores de frío de potencia térmica nominal instalada mayor que 12 kW. La inspección del generador de frío comprenderá:

- Análisis y evaluación del rendimiento.

- Inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en IT.3, relacionadas con el generador de frío, para verificar su realización periódica, así como el cumplimiento y adecuación del "Manual de Uso y Mantenimiento" a la instalación existente.

18.4.2. Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética.

Los generadores de calor con potencia térmica nominal instalada igual o mayor que 20 kW, se inspeccionarán de acuerdo a la periodicidad siguiente:

<u>Potencia térmica nominal (kW)</u> <u>inspección</u>	<u>Tipo de combustibles</u>	<u>Períodos</u> de
20 ≤ P ≤ 70	Gases y combustibles renovables	Cada 5 años
	Otros combustibles	Cada 5 años
P > 70	Gases y combustibles renovables	Cada 4 años
	Otros combustibles	Cada 2 años

Los generadores de frío de las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal superior a 12 kW, deben ser inspeccionadas periódicamente, de acuerdo con el calendario que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de su antigüedad y de que su potencia térmica nominal sea mayor que 70 kW o igual o inferior que 70 kW.

La inspección de la instalación térmica completa se realizará cada quince años.

18.4.3. Inspecciones de la limitación de temperaturas.

En los edificios y locales indicados en el apdo. 6 "Mantenimiento y Uso", que deban suscribir un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora autorizada, estarán obligados a realizar una verificación periódica del cumplimiento de la Limitación de Temperaturas, una vez durante la temporada de verano y otra durante el invierno.

A efectos de estas verificaciones e inspecciones se considerará que un recinto cumple con la limitación de temperatura cuando la temperatura media del recinto no supere en +- 1 °C los límites de temperatura indicados anteriormente. La medición se realizará cumpliendo los siguientes requisitos:

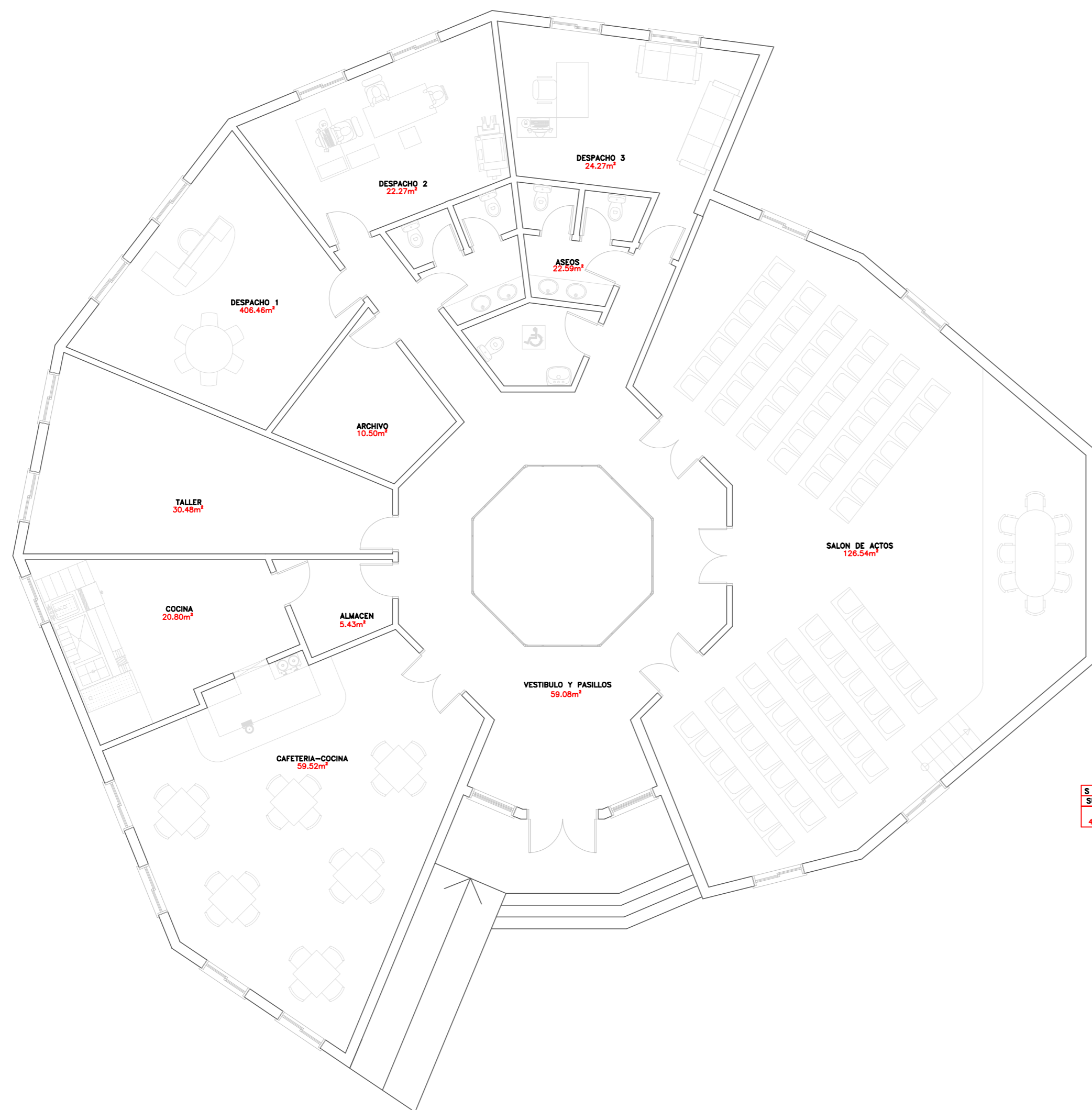
- a) Se realizará como mínimo una medición de la temperatura del aire cada 100 m² de superficie.
- b) La medición se realizará a una altura de 1,7 m del suelo.
- c) Se tratará de que el mayor número de medidas coincida con la situación de los puestos de trabajo. En el caso de recintos no permanentemente ocupados, la medición se realizará en el centro del recinto, si se realiza una única medición.
- d) La exactitud del instrumento de medida será como mínimo de +- 0,5 °C.

19. ANEXO. PLANOS

20. BIBLIOGRAFÍA

- [1] IDAE, Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, 2010.
- [2] A. García Lastra, A. García Laespada, V. Soto Francés, J.M Pinazo, DTIE 7.03 Entrada de datos a los programas Lider y CalenerVyP, Madrid: ATECYR, 2008.
- [3] Código Técnico de la Edificación, «Documento Básico HE de Ahorro de Energía.».
- [4] IDAE, Guía Técnica. Instalaciones de Climatización de Equipos Autónomos., Madrid, 2012.
- [5] AENOR, UNE-EN 13779. Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de edificios, 2007.
- [6] Código Técnico de la Edificación, Documento Básico SI de Seguridad en Caso de Incendio.
- [7] Código Técnico de la Edificación, «Documento HE3 de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación.».
- [8] AENOR, UNE-EN 12464-1. Iluminación de los lugares de trabajo, Febrero 2012.
- [9] ATECYR, Fundamentos de Climatización.
- [10] Ministerio de Industria, Turismo y Comercio., Real Decreto 1027/2007 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- [11] AENOR, UNE-EN 12097. Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de los sistemas de conductos., 2007.
- [12] AENOR, UNE-EN 7730. Ergonomía del ambiente Térmico, 2005.
- [13] (IDAE), Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, Guía técnica de instalaciones de climatización con equipos autónomos, Madrid: Ministerio de Industria, Energía y Turismo., 2012.
- [14] CEN, CR 1752. Ventilation and Air-conditioning Systems, 1998.
- [15] AENOR, UNE-EN. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido, 2008.
- [16] IDAE, Guía técnica. Selección de equipos de transporte de fluidos, 2012.
- [17] ASHRAE, Duct Design. Chapter 34.
- [18] OMS, 1999.
- [19] CE, Directiva 99/307/CE.

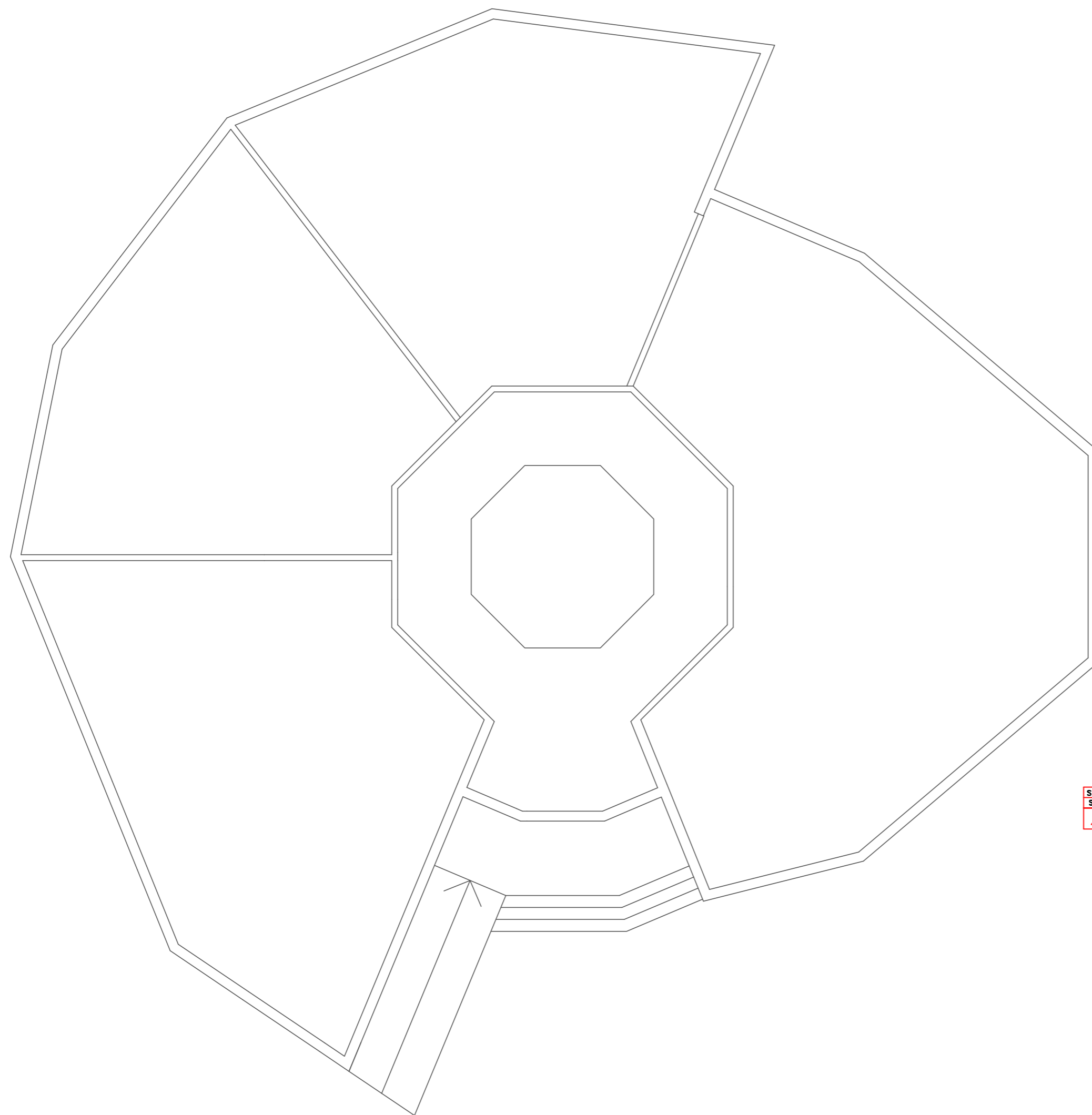
- [20] Cosejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Región de Murcia., «Informe trimestral de la calidad del aire en la Región de Murcia.,» 2018.
- [21] AENOR, UNE-EN 100165. Extracción de humos y ventilación de cocinas, 2004.
- [22] Soler&Palau, Manual de Ventilación.
- [23] Cooking Systems, Catálogo EURAST, 2014.
- [24] Instituto Eduardo Torroja..
- [25] CYPE, Base de datos CYPETHERM LOADS.
- [26] AENOR, UNE-EN 13370. Prestaciones térmicas en edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo.
- [27] AENOR, UNE-EN 15251. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido, 2008.



SUPERFICIES	
SUP. UTIL	SUP. CONS
406.46m²	445.05m²

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
Dib.	fecha	Nombre	Título de dibujo LA DORADA. PLANTA	Escala 1:100
Rev.				
Apro				
Firma/Empresa			Número de dibujo Nº3	Revisión A

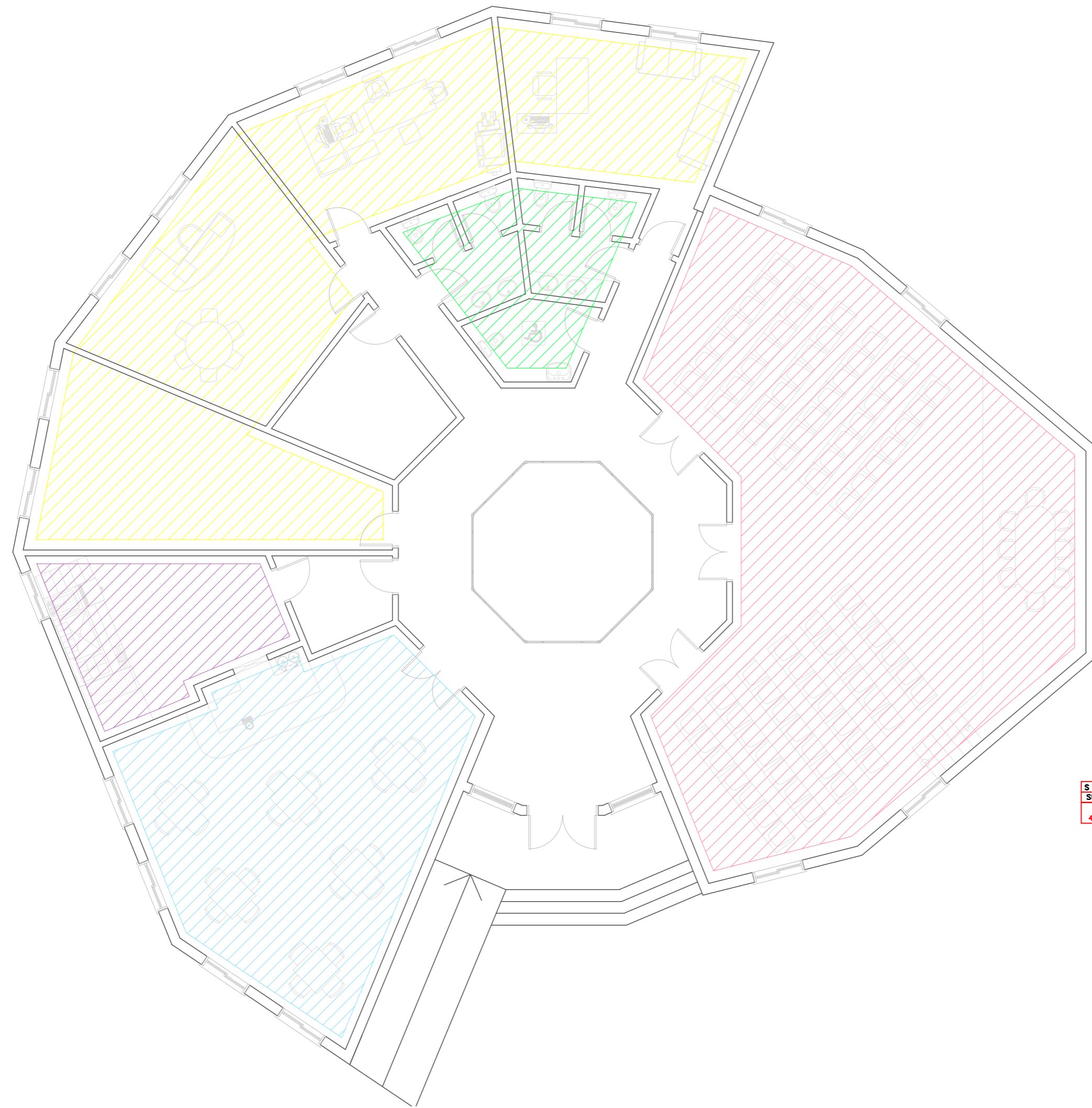
A							LA DORADA.PLANTA
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo



SUPERFICIES	
SUP. UTIL	SUP. CONS
406.48m ²	445.05m ²

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
	fecha	Nombre	Título de dibujo LA DORADA. CUBIERTA	Escala 1:100
Dib.				
Rev.				
Apro			Número de dibujo Nº4	Revisión A
Firma/Empresa				

A								LA DORADA.CUBIERTA
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia		Título de dibujo

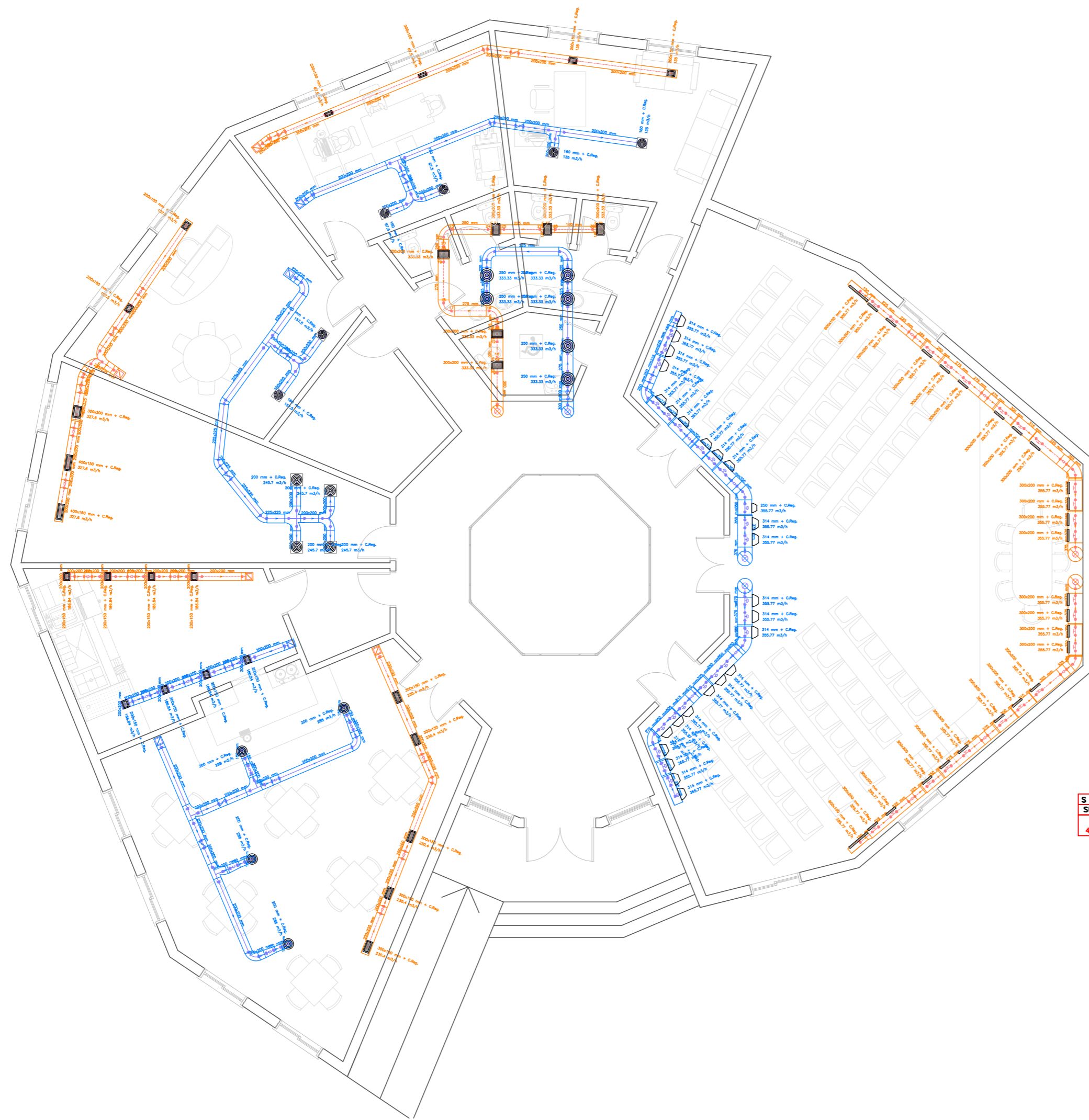


LEYENDA DE ZONAS	
	ZONA DESPACHOS-TALLER
	ZONA COCINA
	ZONA CAFETERIA-COMEDOR
	ZONA SALÓN DE ACTOS
	ZONA ASEOS

SUPERFICIES	
SUP. UTIL	SUP. CONS
406.46m ²	445.05m ²

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
Dib.	fecha	Nombre	Título de dibujo DISTRIBUCIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	Escala 1:100
Rev.				
Apro				
Firma/Empresa			Número de dibujo N°5	Revisión A

A						N°3,N°4	DRISTIBUCIÓN DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo



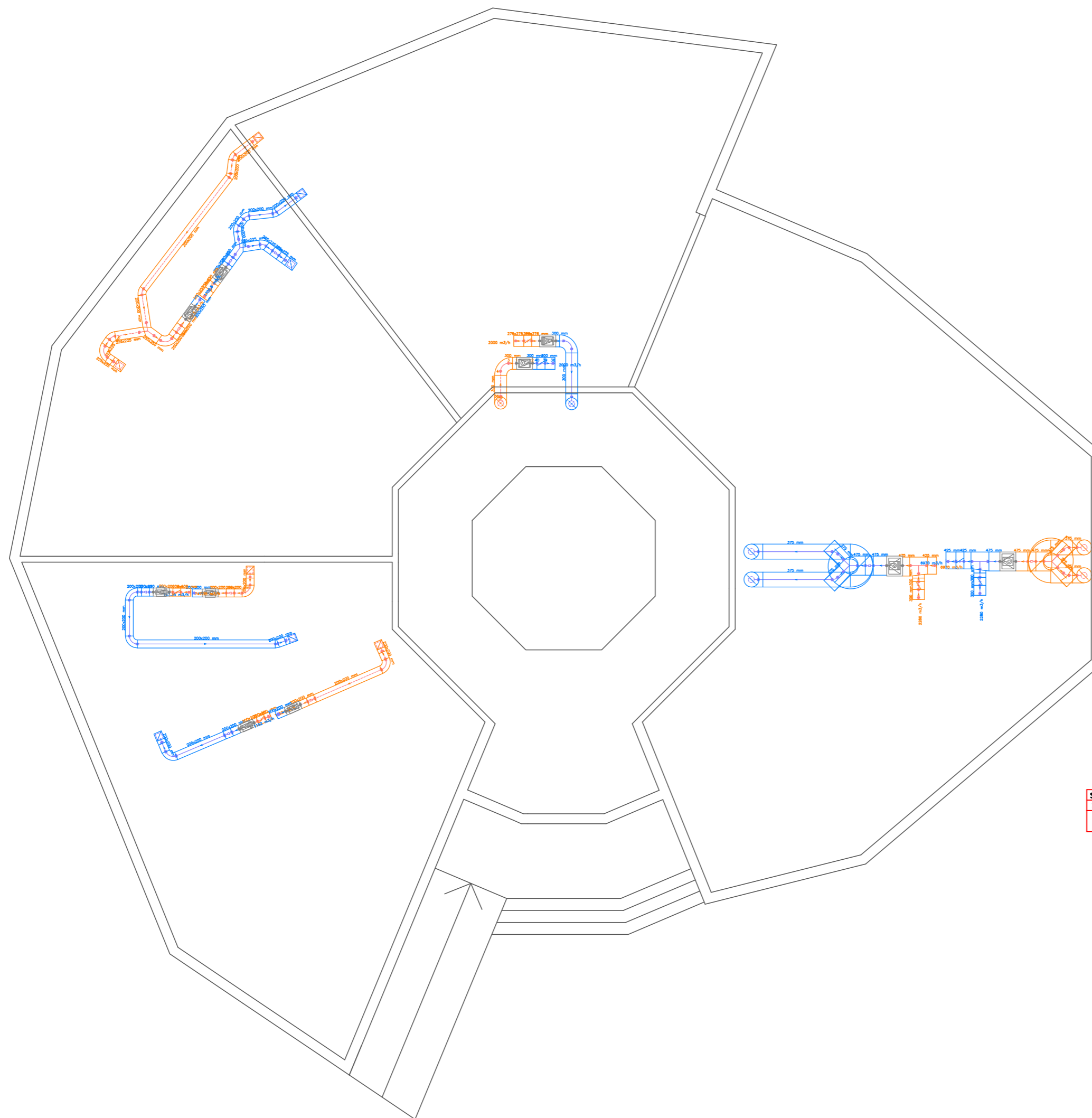
SUPERFICIES	
SUP. UTIL	SUP. CONS
406.46m ²	445.05m ²

SIMBOLOGÍA GRÁFICA

- Ventilador o Acondicionador
- Rejilla en cara superior o inferior
- Rejilla en caras laterales
- Difusor circular conos fijos
- Difusor circular conos regulables
- Difusor cuadrado 1 dirección
- Difusor cuadrado 2 direcciones
- Difusor cuadrado 3 direcciones
- Difusor cuadrado 4 direcciones
- Difusor rotacional radial
- Difusor rotacional no radial
- Difusor rotacional cuadrado
- Difusor lineal
- Difusor o Tobera esférica en caras superior o inferior
- Difusor o Tobera esférica en caras laterales
- Tobera rectangular en caras superior o inferior
- Tobera rectangular en caras laterales
- Multitobera rectangular en caras superior o inferior
- Multitobera esférica en caras superior o inferior
- Multitobera rectangular o esférica en caras laterales





















			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
Dib.	fecha	Nombre	Título de dibujo RED DE VENTILACIÓN. PLANTA	Escala 1:100
Rev.				
Apro.				
Firma/Empresa			Número de dibujo Nº6	Revisión A

A						Nº3,Nº4,Nº7	RED DE VENTILACIÓN. PLANTA
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo



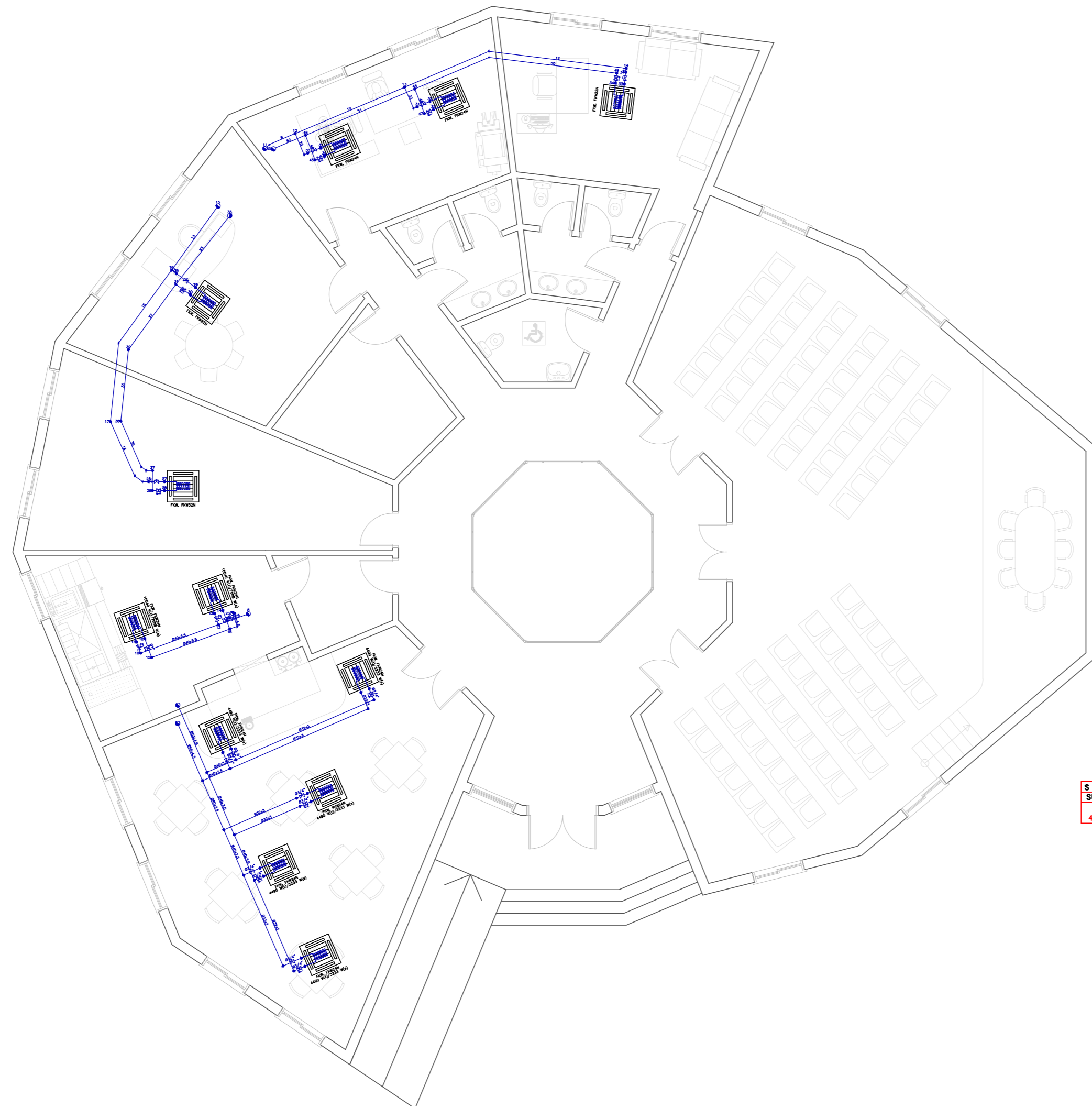
SUPERFICIES	
SUP. UTIL	SUP. CONS
406.46m ²	445.05m ²

SIMBOLOGÍA GRÁFICA

-  Ventilador o Acondicionador
-  Rejilla en cara superior o inferior
-  Rejilla en caras laterales
-  Difusor circular conos fijos
-  Difusor circular conos regulables
-  Difusor cuadrado 1 dirección
-  Difusor cuadrado 2 direcciones
-  Difusor cuadrado 3 direcciones
-  Difusor cuadrado 4 direcciones
-  Difusor rotacional radial
-  Difusor rotacional no radial
-  Difusor rotacional cuadrado
-  Difusor lineal
-  Difusor o Tobera esférica en caras superior o inferior
-  Difusor o Tobera esférica en caras laterales
-  Tobera rectangular en caras superior o inferior
-  Tobera rectangular en caras laterales
-  Multitobera rectangular en caras superior o inferior
-  Multitobera esférica en caras superior o inferior
-  Multitobera rectangular o esférica en caras laterales

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
Dib.	fecha	Nombre	Título de dibujo RED DE VENTILACIÓN. CUBIERTA	Escala 1:100
Rev.				
Apro				
Firma/Empresa			Número de dibujo Nº7	Revisión A

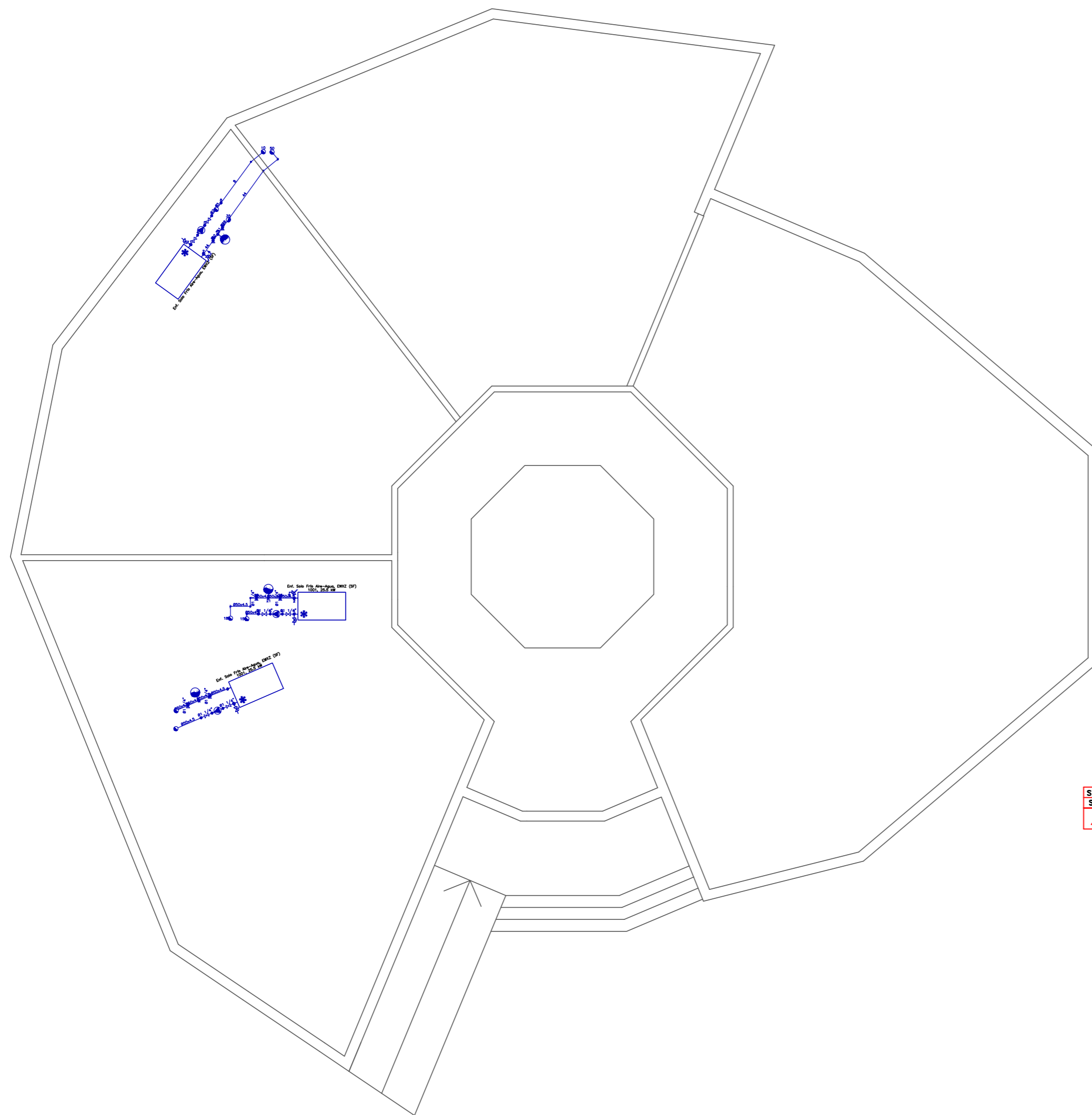
A						Nº3,Nº4,Nº6	RED DE VENTILACIÓN. CUBIERTA
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo



SIMBOLOGÍA GRÁFICA	
	Generador agua fría
	Fancoil Cassette 2T
	Fancoil Cassette 4T
	Nudo de derivación
	Nudo de paso
	Depósito de expansión
	Válvula de seguridad
	Llave de vaciado
	Llave de llenado
	Nudo de conexión de plantas
	Tubería
	Bomba
	Válvula de corte o seccionamiento
	Válvula de regulación (2 vías)
	Detentor/V.reg.caudal
	Válvula de equilibrado automático
	Válvula de retención o antirretorno
	Válvula de presión diferencial

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
	fecha	Nombre	Título de dibujo RED DE AGUA. PLANTA	Escala 1:100
Dib.				
Rev.				
Apro			Número de dibujo Nº8	Revisión A
Firma/Empresa				

A						Nº3,Nº4,Nº9	RED DE AGUA. PLANTA.
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo



SUPERFICIES	
SUP. UTIL.	SUP. CONS.
406.48m ²	445.05m ²

SIMBOLOGÍA GRÁFICA	
	Generador agua fría
	Fancoil Cassette 2T
	Fancoil Cassette 4T
	Nudo de derivación
	Nudo de paso
	Depósito de expansión
	Válvula de seguridad
	Llave de vaciado
	Llave de llenado
	Nudo de conexión de plantas
	Tubería
	Bomba
	Válvula de corte o seccionamiento
	Válvula de regulación (2 vías)
	Detentor/V.reg.caudal
	Válvula de equilibrado automático
	Válvula de retención o antirretorno
	Válvula de presión diferencial

			Nombre de proyecto PROYECTO INSTALACIONES LA DORADA	
Dib.	fecha	Nombre	Título de dibujo RED DE AGUA. CUBIERTA.	Escala 1:100
Rev.				
Apro				
Firma/Empresa			Número de dibujo Nº9	Revisión A

A						Nº3, Nº4, Nº8	RED DE AGUA. CUBIERTA.
Rev	Descripción	Fecha	Dib	Rev	Aprob	Planos de referencia	Título de dibujo