



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Mecánica

PROYECTO FIN DE CARRERA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN
Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
DE UN APARCAMIENTO SUBTERRÁNEO**

AUTORA: Laura Arenas Moreno

DIRECTORES: Higinio Rubio Alonso

Enrique Soriano Heras

Febrero, 2013



Título: Diseño del sistema de Ventilación y Protección contra Incendios de un aparcamiento subterráneo.

Autora: Laura Arenas Moreno

Directores: Higinio Rubio Alonso.

Enrique Soriano Heras

EL TRIBUNAL

Presidente: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____ de 2013 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



A mi tío Rafa

RESUMEN

Se realiza el presente proyecto con el fin de diseñar una instalación completa de ventilación de un aparcamiento subterráneo. También se ha diseñado el sistema de protección contra incendios para garantizar la correcta evacuación de los usuarios en caso de peligro.

En cada uno de los capítulos que componen el documento se desarrollan los métodos de cálculo y las soluciones adoptadas para el dimensionado de las diferentes instalaciones, teniendo en cuenta en todo momento el cumplimiento de la normativa vigente, y poniendo especial énfasis en el Código técnico de la Edificación.

Se ha estudiado la repercusión de la posible ejecución de la obra sobre el entorno, llevando a cabo un estudio de impacto acústico; y también la repercusión sobre el bienestar de los trabajadores y prevenir el riesgo de accidente, mediante un estudio de seguridad y salud.

Por último se ha procedido a la selección de los diversos equipos y materiales que integran el proyecto en función de parámetros de cálculo, calidad y coste, y se han detallado las instalaciones diseñadas en los planos.



ABSTRACT

This project is performed in order to design a complete parking garage ventilation system. Moreover, a fire protection system has been designed to ensure the safety of people and guarantee a more efficient evacuation in case of fire.

Each chapter is divided into smaller sections, where calculation methods are developed and solutions are provided to meet the current regulations, particularly CTE (Spanish Technical Building Code).

The impact on the environment has been studied, carrying out a Noise Impact Assessment, so that noise effects can be reduced. In addition, a Health and Safety Assessment has been fulfilled to prevent accidents at work.

Finally, equipment and materials required have been selected considering factors based on designs made, quality and price. Lastly, facilities have been drawn in detail with computer-aided design software.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	12
1.1. ÁMBITO Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO	13
1.2. OBJETIVOS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	15
1.3. FASES DEL PROYECTO	16
1.4. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DOCUMENTO	17
1.5. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	22
1.5.1. REQUISITOS BÁSICOS	23
1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES	25
1.6. NORMATIVA APLICABLE	27
MEMORIA TÉCNICA	28
2. SISTEMA DE VENTILACIÓN	29
2.1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA	29
2.1.1. RÉGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO	29
2.1.2. MOVIMIENTO DEL AIRE A TRAVÉS DE CONDUCTOS	30
2.1.3. PÉRDIDAS DE CARGA EN CONDUCTOS	30
2.1.4. TIPOS DE VENTILACIÓN	33
2.1.5. VENTILADORES	35
2.1.5.1. Funcionamiento. Curva característica	35
2.1.5.2. Leyes de los ventiladores	37
2.1.6. ELEMENTOS NOCIVOS EN EL AIRE	38
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	39
2.2.1. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN	40
2.3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE VENTILACIÓN	41
2.3.1. NIVELES DE VENTILACIÓN	41
2.3.2. DISEÑO DE LA RED DE CONDUCTOS DE VENTILACIÓN	43
2.3.2.1. Número de redes de conductos	44
2.3.2.2. Secciones de los conductos	44
2.3.3. DIMENSIONADO DE LAS ABERTURAS DE VENTILACIÓN	45
2.3.4. VENTILACIÓN DE LAS ESCALERAS	47
2.3.4.1. Ventilación natural	47



2.3.4.2.	Ventilación mecánica	47
2.3.5.	ELECCIÓN DE LOS VENTILADORES	49
2.3.6.	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE CO	49
2.3.6.1.	Diseño del sistema de detección	50
3.	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	51
3.1.	INTRODUCCIÓN TEÓRICA	51
3.1.1.	PRINCIPIOS DEL FUEGO	51
3.1.2.	DESARROLLO DEL INCENDIO	52
3.1.3.	ACCIONES DE EXTINCIÓN	52
3.2.	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	53
3.3.	SECTORIZACIÓN Y REACCIÓN ANTE EL FUEGO	54
3.4.	EVACUACIÓN	56
3.4.1.	Cálculo de la ocupación	56
3.4.2.	Recorridos de evacuación	57
3.4.3.	Dimensionado de los medios de evacuación	58
3.4.4.	Señalización de los medios de evacuación	60
3.4.5.	Evacuación de personas con discapacidad	61
3.5.	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN INCENDIOS	62
3.5.1.	Descripción de las instalaciones	62
3.5.2.	Sistema de bocas de incendio equipadas (BIE)	62
3.5.3.	Toma de agua y red de tuberías	63
3.5.4.	Red de extintores portátiles	64
3.5.5.	Hidrante exterior	64
3.5.6.	Sistemas de detección automática y alarmas contra incendios.	65
4.	CÁLCULOS	68
4.1.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACION	68
4.1.1.	Predimensionamiento de los conductos	68
4.1.2.	Cálculo de las pérdidas primarias	71
4.1.3.	Pérdidas secundarias	76
	<i>CUADRO RESUMEN DE PÉRDIDAS DE CARGA EN LOS CONDUCTOS</i>	83
4.1.4.	Elección de los ventiladores	85
4.2.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE LAS ESCALERAS	90
4.2.1.	Caudal de ventilación	90



4.2.2.	Dimensionamiento del sistema de ventilación	91
4.2.3.	Elección del ventilador	93
4.2.4.	Resto de elementos de la instalación	94
4.3.	CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN NATURAL DE LAS ESCALERAS	95
4.4.	CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	96
4.4.1.	Cálculo de la red de BIE	96
4.4.1.1.	Capacidad del aljibe	96
4.4.1.2.	Diámetro de la Red de tuberías	96
4.4.1.3.	Pérdidas de carga en la red de tuberías	97
4.4.1.4.	Elección del grupo de presión	100
5.	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO	101
5.1.	OBJETO DEL ESTUDIO	101
5.2.	DATOS DE PARTIDA	102
5.2.1.	Emplazamiento	102
5.2.2.	Normativa aplicable	102
5.3.	PARÁMETROS ACÚSTICOS	103
5.3.1.	Emisión sonora de los sistemas de ventilación	103
5.4.	MEDIDAS CORRECTORAS	104
6.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	105
6.1.	OBJETO DEL ESTUDIO	105
6.2.	DATOS DE PARTIDA	105
6.2.1.	Condiciones iniciales de la obra	105
6.2.2.	Normativa aplicable	106
6.3.	RIESGOS GENERALES MÁS FRECUENTES	107
6.4.	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y SALUD	108
6.5.	MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVOS	110
6.5.1.	Vías de emergencia	110
6.5.2.	Detección y protección contra incendios	110
6.5.3.	Ventilación y factores atmosféricos	110
6.5.4.	Iluminación	111
6.5.5.	Vías de circulación y espacios de trabajo	111
6.5.6.	Andamios y escaleras	111
6.6.	MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	112



7. PLIEGO DE CONDICIONES	113
7.1. OBJETO	113
7.2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	113
7.2.1. Documentos que definen las obras	113
7.2.2. Delimitación general de funciones técnicas	113
7.2.3. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista	115
7.2.4. Recepción de las obras	118
7.2.5. De los trabajos, los materiales y los medios auxiliares	118
7.2.6. Mediciones y valoraciones	120
7.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	121
7.3.1. Prescripciones sobre los materiales, sobre la ejecución por unidades de obra y sobre verificaciones en la obra terminada.	121
7.3.2. Cláusulas específicas relativas a las unidades de obra	123
8. PRESUPUESTO	124
CONCLUSIONES	138
REFERENCIAS	140
ANEXOS	142
ANEXO 1. CÁLCULO DE CONDUCTOS	143
ANEXO 2. HOJAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN	148
ANEXO 3. PLANOS	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades del aparcamiento	25
Tabla 2. Superficies del aparcamiento	26
Tabla 3. Extracto del CTE DB – SH sobre caudales de ventilación mínimos exigidos	41
Tabla 4. Caudales de ventilación CTE DB SH	41
Tabla 5. Caudales de ventilación CTE DB SI	42
Tabla 6. Caudales de ventilación REBT	42
Tabla 7. Caudales de ventilación CAM	42
Tabla 8. Extracto del CTE DB – HS sobre área efectiva de las aberturas de ventilación	45
Tabla 9. Sección mínima aberturas extracción	46
Tabla 10. Sección mínima aberturas ventilación natural	46
Tabla 11. Extracto del CTE SI sobre resistencia al fuego	55
Tabla 12. Reacción al fuego de elementos constructivos	56
Tabla 13. Extracto del CTE SI sobre densidad de ocupación	56
Tabla 14. Densidad de ocupación	57
Tabla 15. Extracto del CTE SI sobre dimensionado de elementos de evacuación	58
Tabla 16. Condiciones BIE	63
Tabla 17. Componentes instalación detección de incendios	65
Tabla 18. Predimensionado red1 sótano-2	69
Tabla 19. Predimensionado red2 sótano-2	69
Tabla 20. Predimensionado red1 sótano-1	70
Tabla 21. Predimensionado red2 sótano-1	70
Tabla 22. Pérdidas primarias red1 sótano-2	72
Tabla 23. Pérdidas primeras red1 sótano-1	74
Tabla 24. Pérdidas secundarias red1 sótano-2	78
Tabla 25. Pérdidas secundarias red2 sótano-2	79
Tabla 26. Pérdidas secundarias red1 sótano-1	80
Tabla 27. Pérdida de carga en las rejillas de extracción	82
Tabla 28. Pérdidas de carga en los conductos verticales	82
Tabla 29. Pérdidas de carga en rejillas de toma de aire exterior	82
Tabla 30. Cuadro resumen pérdidas de carga red1 sótano-2	83
Tabla 31. Cuadro resumen pérdidas de carga red2 sótano-2	83
Tabla 32. Cuadro resumen pérdidas de carga red1 sótano-1	84
Tabla 33. Cuadro resumen pérdidas de carga red2 sótano-1	84
Tabla 34. Pérdidas primarias conducto escaleras	92
Tabla 35. Pérdidas primarias rejillas impulsión escaleras	92
Tabla 36. Pérdidas primarias rejillas admisión escaleras	92
Tabla 37. Gasto por hora dos BIE simultáneas	96
Tabla 38. Valores característicos de K	98
Tabla 39. Perdidas de carga lineales de la red de BIE	99
Tabla 40. Perdidas de carga por singularidades de la red de BIE	99
Tabla 41. Niveles máximos sonoros	103
Tabla 42. Nivel de potencia sonora rejillas expulsión aire	103
Tabla 43. Nivel de potencia sonora rejillas toma aire escaleras	104
Tabla 44. Nivel de potencia sonora ventiladores	104

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Aparcamiento al aire libre</i>	13
<i>Ilustración 2. Emplazamiento del aparcamiento</i>	22
<i>Ilustración 3. Régimen laminar y turbulento en un conducto</i>	29
<i>Ilustración 4. Ejemplo de ventilación natural</i>	33
<i>Ilustración 5. Ejemplos de ventilación forzada</i>	34
<i>Ilustración 6. Ventilador industrial</i>	35
<i>Ilustración 7. Curvas características de ventiladores</i>	36
<i>Ilustración 8. Efectos del CO sobre el ser humano</i>	38
<i>Ilustración 9. Triángulo de fuego</i>	51
<i>Ilustración 10. Señalización en caso de emergencia</i>	60
<i>Ilustración 11. Curva característica ventilador red1 s-2</i>	86
<i>Ilustración 12. Curva característica ventilador red2 s-2</i>	87
<i>Ilustración 13. Curva característica ventilador red1 s-1</i>	88
<i>Ilustración 14. Curva característica ventilador red2 s-1</i>	89
<i>Ilustración 15. Curva característica ventilador escalera</i>	93
<i>Ilustración 16. Nivel continuo equivalente de ruido. Barrio La Paz – Madrid</i>	102



INTRODUCCIÓN

1.1. ÁMBITO Y MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

En cifras absolutas, el incremento de vehículos y conductores en España ha sido espectacular. Concretamente, en la Comunidad de Madrid existen más de 3 millones de usuarios de turismos, y nada más que en la capital se producen más de 2.5 millones de desplazamientos de vehículos al día.

Este salto no sólo se explica por el aumento de población o el incremento de la edad media, sino sobre todo por los importantes cambios sociales y económicos que han afectado al país. En cifras relativas, estas transformaciones son más apreciables: se ha duplicado ampliamente el número de vehículos y prácticamente la cifra de conductores cada 1000 habitantes. Detrás de esta progresión está la mejora de las rentas medias y también el nuevo modelo de urbanización, que amplía las distancias entre el domicilio, el trabajo, la escuela o el ocio y multiplica los desplazamientos.

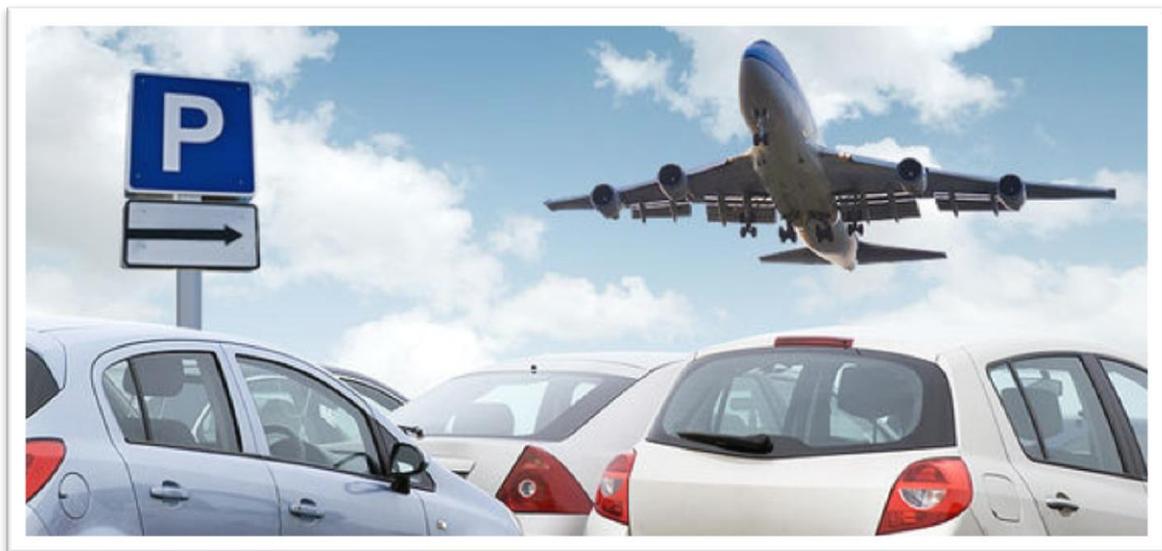


Ilustración 1. Aparcamiento al aire libre

Debido a la gran expansión de las ciudades en los últimos años se ha producido una generalización del tráfico automóvil que hace que, en la actualidad, la disponibilidad de plazas de aparcamiento en las proximidades de los edificios y actividades resulte una condición imprescindible para dotarles de accesibilidad real en este medio de transporte.

Actualmente, según los datos proporcionados por el Ayuntamiento para el año 2011, en la ciudad de Madrid se pueden encontrar más de 18000 plazas de aparcamiento

públicas que, mensualmente, son utilizadas por cerca de un millón de usuarios. Ante esta progresiva escasez de plazas y el aumento continuo de demanda, la disponibilidad de plazas de estacionamiento se ha convertido en una de las principales condiciones para la elección del vehículo privado como forma de desplazamiento.

Como consecuencia, el control del aparcamiento en una determinada zona, es uno de los más eficaces instrumentos para incidir en la atracción de viajes en vehículo privado y, a través de ella, en la congestión circulatoria. Es por este motivo que la construcción del primer aparcamiento de España, el aparcamiento público de Santo Domingo en Madrid, inaugurado en 1959, supuso un gran avance para la ciudad. Desde ese momento, el número de aparcamientos subterráneos ha ido aumentando exponencialmente, contando Madrid actualmente con un total de 338 aparcamientos subterráneos, sumando los de residentes y públicos de concesión municipal, además de los privados.

Estos espacios demandan para su funcionamiento energía y una dotación de instalaciones especial, no solo para facilitar su uso sino para garantizar en todo momento las condiciones de seguridad adecuadas.

Todo ello hace que la decisión sobre la localización, dimensionamiento y tipo de aparcamientos deba ser concebida coordinadamente con nuevas estrategias de ahorro de energía, sostenibilidad con el medio ambiente y seguridad, y no exclusivamente como garantía de accesibilidad a un determinado edificio o actividad.

1.2. OBJETIVOS Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño, dimensionado y cálculo de las instalaciones de ventilación y protección contra incendios de un aparcamiento subterráneo, determinando así sus características constructivas y métodos de cálculo a utilizar, con el fin de la posterior puesta en servicio de éstas en el aparcamiento objeto del proyecto, de acuerdo con la normativa vigente.

Para realizar todos estos trabajos se partirá de un espacio previamente construido, y sobre el que se efectuarán los estudios necesarios para garantizar el correcto cumplimiento de la normativa vigente.

Se optimizará en lo posible el consumo energético en el sistema de ventilación mediante la elección de equipos eficientes, y realizando un diseño de redes de extracción eficaz y adaptado al espacio del edificio. Además se tendrá en cuenta para el diseño el aspecto económico, debido al alto coste que supondrá el material necesario para la instalación de las redes de conductos.

Se realizará la valoración de cada uno de los dispositivos adecuados contra incendios para cada zona del aparcamiento, así como la determinación de las características y vías de evacuación más adecuadas en caso de emergencia, garantizando la seguridad de los usuarios.

También se estudiará la repercusión acústica sobre el entorno, llevando a cabo un estudio de impacto acústico en la instalación, para comprobar el cumplimiento de la normativa vigente y asegurar la calidad del servicio a los futuros usuarios. Del mismo modo, se definirán las medidas encaminadas para prevenir las situaciones de riesgo en la consecución de la obra, mediante un estudio básico de seguridad y salud. Además se definirán las condiciones administrativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción del proyecto, mediante la realización del pliego de condiciones generales.

1.3. FASES DEL PROYECTO

Con el objetivo de completar la correcta elaboración del presente proyecto, se establecen una serie de etapas que se explican a continuación:

- 1. Planteamiento de objetivos:** En esta fase se deciden los objetivos principales y la magnitud del proyecto, en colaboración con el tutor.
- 2. Documentación y búsqueda de normativa:** Se recopila la información necesaria para la consecución del proyecto, se estudian antecedentes y se reúne toda la normativa que posteriormente tendrá que utilizarse.
- 3. Estudio:** En esta etapa se asimila la teoría y los manuales relacionados con el objeto del proyecto y los distintos métodos de cálculo de las instalaciones. Además, se estudia la ubicación, el entorno y los planos del aparcamiento junto con la normativa vigente, para el posterior cumplimiento de esta en el proyecto.
- 4. Diseño y cálculos:** Se efectúa el diseño definitivo de la instalación con el objetivo de cumplir la normativa y optimizar los costes, y, una vez elegidos los métodos óptimos de cálculo, se procede a realizar este. En esta fase se recogerá la información necesaria para efectuar los planos de las instalaciones.
- 5. Elaboración de documentación:** A partir de los cálculos plasmados en la memoria, se elaboran las mediciones, el pliego de condiciones y el presupuesto. Además se realizan el estudio de seguridad y salud, y el estudio acústico del proyecto.
- 6. Realización de la memoria:** Por último, se redacta el documento poniendo en común todos los pasos realizados anteriormente.

1.4. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DEL DOCUMENTO

El presente proyecto está estructurado en 5 partes principales, a su vez divididas en bloques.

1. **INTRODUCCIÓN**

En este bloque se detallan, en primer lugar, las motivaciones que llevan a realizar el proyecto, además del ámbito en el que se realiza, aportando datos generales sobre la situación actual

Después, se definen los objetivos y la descripción del proyecto, las tareas que se quieren realizar y de qué manera se va a proceder para su elaboración.

A continuación, se establecen las fases del proyecto, detallando las diferentes etapas llevadas a cabo para la realización de la presente memoria, y explicando el proceso académico vivido.

También se especifican los antecedentes y las instalaciones en los que está basado el proyecto y sobre los que se va a trabajar. En este capítulo se detalla el emplazamiento del edificio en el que se van a realizar las obras, además de los requisitos básicos con los que se cuenta previamente.

Por último se enumera la normativa vigente en la que deberán basarse todas las operaciones y decisiones tomadas a lo largo de las etapas del proyecto.

2. **MEMORIA TÉCNICA**

Es el documento que constituye la columna vertebral del proyecto, siendo el apartado descriptivo y explicativo del mismo. Se divide en 4 bloques.

1. **Sistema de ventilación**

Este primer bloque está dividido en tres capítulos.

Por ser un proyecto académico, la primera de estas tres partes es una pequeña introducción teórica. En esta introducción se explican los conceptos básicos sobre el movimiento de aire a través de conductos, y además se enumeran las hipótesis que posteriormente serán utilizadas para el cálculo de las pérdidas de carga en dichos conductos. También se introducen los tipos de ventilación existentes en el diseño de

edificios; unas nociones básicas sobre ventiladores, incluyendo las leyes sobre las que se rigen; y por último se exponen los elementos nocivos que pueden existir en el aire, y que son el principal motivo que lleva al diseño de instalaciones de ventilación en emplazamientos como el que ocupa este proyecto.

En el capítulo que continúa se detallan las características necesarias que debe tener el sistema de ventilación de un garaje subterráneo, así como consejos y medidas a tomar al realizar el diseño de las instalaciones con el fin de conseguir un ahorro energético mayor.

El tercer y último capítulo de este bloque se centra en el diseño de las instalaciones del aparcamiento en cuestión. Se calculan los niveles de ventilación necesarios, y se enumeran las características que, por normativa, deben considerarse a la hora de dimensionar los elementos de la instalación, teniendo en cuenta los datos de partida del aparcamiento a diseñar. Por último, se detallan las características que debe tener el sistema de detección de CO.

II. Sistema de protección contra incendios

Este bloque es similar al anterior. Al comienzo también cuenta con una pequeña parte teórica en la que se introducen el concepto de fuego y porqué se produce, cómo se desarrolla un incendio, y de qué manera se puede extinguir.

El segundo capítulo detalla las características que debe cumplir todo sistema de protección contra incendios, aplicadas a un aparcamiento subterráneo. Además, se especifican las medidas que se deben tomar para aumentar la seguridad frente a un posible incendio en el edificio.

En el último capítulo se abarcan las tres grandes medidas a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de la instalación. La primera de ellas es la sectorización y reacción contra el fuego de los elementos existentes en el aparcamiento. La evacuación es la siguiente. En esta parte se calcula el nivel de ocupación teórica del aparcamiento, además de realizarse el diseño y dimensionado de los recorridos y medios de evacuación necesarios para el cumplimiento de la normativa. La última parte de este capítulo se centra en el diseño de las instalaciones de detección y extinción de incendios, siendo estas la tercera acción que se debe tomar al ejecutar el diseño del sistema de protección.

III. Cálculos

El tercer bloque de la memoria técnica está a su vez dividido en 4 capítulos, donde se justifican las soluciones y resultados expresados en los anteriores apartados.

En el primero de estos capítulos se encuentran los cálculos referentes al sistema de ventilación, realizados por etapas. La primera es el predimensionamiento de los conductos para las dos plantas del aparcamiento. A continuación se calculan las pérdidas primarias y secundarias en conductos y rejillas diseñadas previamente, con el fin de poder llegar al último paso, elegir un ventilador adecuado.

El segundo capítulo de este bloque comprende los cálculos necesarios para la correcta ventilación mecánica de las escaleras. Aquí se estimarán los niveles de ventilación necesarios, y se dimensionarán el conducto vertical y las rejillas que se utilizarán en la instalación. Además se elegirá un sistema de ventilación apropiado para las necesidades de diseño, habiendo previamente calculado las pérdidas de carga en el sistema.

A continuación, se describen los cálculos realizados para la ventilación natural de dichas escaleras, en cumplimiento con la normativa vigente.

El capítulo número 4 de este bloque incluye el cálculo del sistema de protección contra incendios. En esta parte se dimensionará en primer lugar el aljibe del que se tomará el agua necesaria en caso de incendio. Posteriormente, y teniendo en cuenta las características que debe cumplir el sistema según la normativa vigente, se dimensionarán las redes de tuberías, y se hallarán las pérdidas de carga que se produzcan en el circuito más desfavorable de la instalación, para la posterior elección del correcto grupo de presión, que bombeará el agua hacia todas las BIE.

IV. Estudio de impacto acústico

En este apartado se incluye el estudio de impacto acústico sobre el medio que rodea al espacio proyectado. Se centra en el cumplimiento de la normativa vigente sobre contaminación acústica de los elementos que componen las instalaciones. En esta parte se comprobará que los elementos de la instalación cumplen con la normativa vigente sobre la contaminación acústica y, en caso de que no cumplan los requisitos, se aplicarán medidas correctoras para conseguirlo.

V. Estudio básico de seguridad y salud

En este bloque se definen las medidas encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por ser un proyecto académico, este estudio es un breve resumen en el que se definen los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de ejecutar un proyecto real.

VI. Pliego de condiciones generales

Este bloque tiene por objeto definir las condiciones administrativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción del proyecto

Dentro de este bloque se pueden encontrar las delimitaciones generales de las funciones técnicas, como son el director de ejecución de la obra o el constructor. Además, se detallan las obligaciones y derechos generales que atañen contratista de la obra; y las condiciones de recepción de la obra. Por último, se definen las características correspondientes a los trabajos, materiales y medios auxiliares.

Al igual que el bloque anterior, el pliego de condiciones generales será una síntesis con las condiciones más significativas que se deberán tener en cuenta a la hora de llevar a cabo un proyecto real.

VII. Presupuesto

El último bloque de la memoria técnica es el presupuesto, donde se indicarán las mediciones, cada una de las partidas parciales con sus correspondientes costos, y finalmente, la suma de todas ellas, que constituirán el coste total del proyecto.

3. CONCLUSIONES

Este apartado engloba las deducciones a las que se ha llegado después de la realización del proyecto y las dificultades encontradas para el diseño de las instalaciones.

4. REFERENCIAS

En este apartado del documento se enumeran los datos bibliográficos y los recursos utilizados para la búsqueda de información necesaria para llevar a cabo el proyecto.

De estas referencias no solo se obtienen datos y recursos teórico-prácticos para la realización de los cálculos, sino también se tendrá acceso a los catálogos de los fabricantes, normativa, y ejemplos de otro tipo de instalaciones similares.

5. ANEXOS

El último apartado del proyecto se subdivide en tres bloques.

El primero incluirá información básica, así como tablas y gráficas, para el correcto desarrollo de los cálculos de las pérdidas de carga en el diseño de los conductos de ventilación.

El segundo bloque contendrá las hojas técnicas, tanto de los ventiladores escogidos, como de los conductos y las rejillas utilizadas en el diseño de las instalaciones.

Por último, se recogen los planos de la instalación. Estos incluyen:

- Arquitectura y usos de planta baja
- Arquitectura y usos de planta sótano -1
- Arquitectura y usos de planta sótano -2
- Sistema de ventilación planta baja
- Sistema de ventilación planta sótano -1
- Sistema de ventilación planta sótano -2
- Red de tuberías y colocación de BIE planta sótano -1
- Red de tuberías y colocación de BIE planta sótano -2
- Sistema de PCI planta sótano -1
- Sistema de PCI planta sótano -1

1.5. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La actividad a desarrollar en el edificio es la de albergar un parking subterráneo de oficinas en el barrio del Pilar, al norte de la ciudad de Madrid.

Por esto es preciso dotar a la construcción previa de las instalaciones necesarias para llevar a cabo este uso.

Para ello se cuenta con unas instalaciones previas consistentes en un aparcamiento subterráneo de dos plantas bajo rasante. Este está formado por dos núcleos verticales que comunican los dos sótanos con la planta de superficie, situada a nivel del suelo y transitable en su totalidad, que da acceso al edificio principal mediante una pasarela.

Se trata de un edificio de uso exclusivo para aparcamiento. El volumen queda oculto a la vista y anejo al edificio principal.

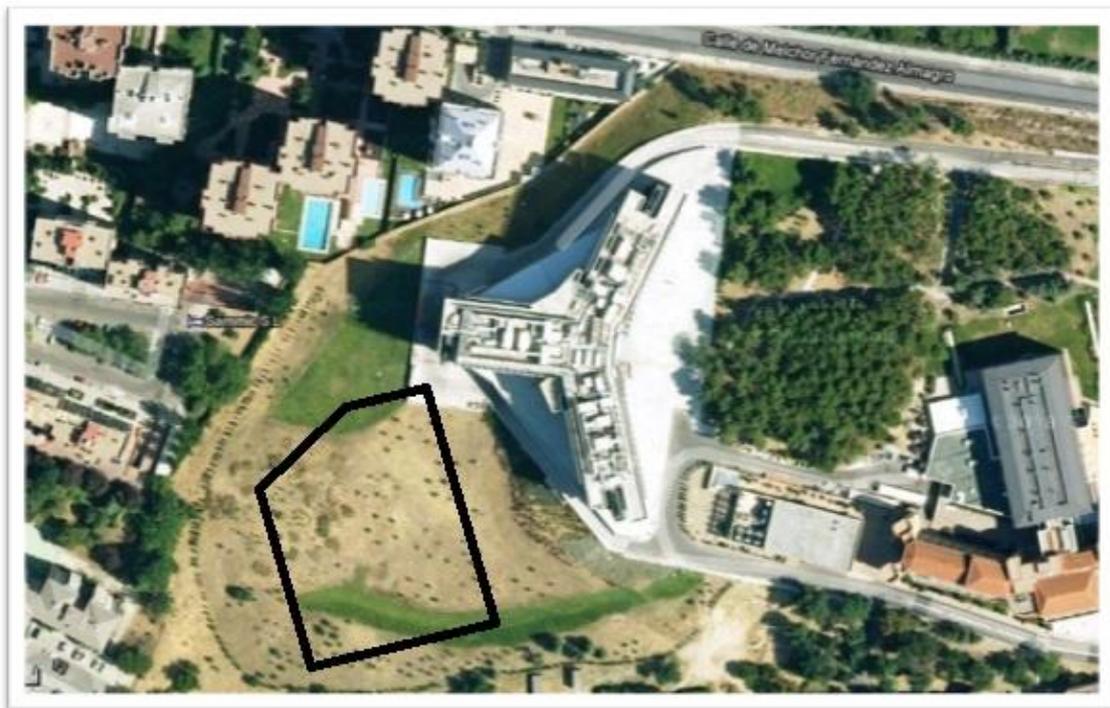


Ilustración 2. Emplazamiento del aparcamiento

1.5.1. REQUISITOS BÁSICOS

En la construcción previa del edificio se establecieron estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Estos se tendrán en cuenta para el diseño de las instalaciones en el presente proyecto.

Requisitos básicos relativos a la funcionalidad

- **Utilización**, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
 - Se han situado las rampas unas sobre otras, de manera que la circulación sea igual en todas las plantas. Se han proyectado los recorridos de vehículos con los anchos necesarios para la correcta maniobra, y minimizando los fondos de saco para que la circulación sea fluida.
 - Se ha proyectado un aseo en cada planta.
- **Accesibilidad**, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.
 - Las plazas destinadas a personas de movilidad reducida se han situado próximas al núcleo de comunicaciones verticales que cuenta con ascensor adaptado.
- **Seguridad estructural**, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
 - Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural para la edificación que nos ocupa son principalmente: resistencia mecánica y estabilidad, seguridad, durabilidad, economía, facilidad constructiva, modulación y posibilidades de mercado.

- En la construcción del edificio se han realizado aberturas a través del forjado para garantizar la entrada de aire fresco a las dos plantas bajo rasante.
- **Seguridad en caso de incendio**, de tal forma que se puedan desalojar los edificios en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
 - El edificio es de fácil acceso para los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción de incendios y rescate.
 - El acceso está garantizado ya que los huecos cumplen las condiciones de separación y de dimensiones.
 - Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo superior al sector de incendio de mayor resistencia.

Requisitos básicos relativos a la habitabilidad

- **Higiene, salud y protección del medio ambiente**, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
 - El conjunto de la edificación proyectada dispone de medios que impiden la presencia de agua o humedad inadecuada procedente de precipitaciones atmosféricas, del terreno o de condensaciones, y dispone de medios para impedir su penetración o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños.
- **Protección contra el ruido**, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.
 - Todos los elementos constructivos verticales (particiones interiores, paredes separadoras de salas de máquinas, etc) cuentan con el

aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan.

- Todos los elementos constructivos horizontales (forjados generales separadores de cada una de las plantas, y forjados separadores de salas de máquinas), cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan.
- **Ahorro de energía y aislamiento térmico**, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.
 - Al ser un aparcamiento y estar abierto al exterior no es necesario dotarlo de sistemas de acondicionamiento térmico ni de agua caliente sanitaria.

1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La tabla de necesidades para el aparcamiento es la siguiente:

Tabla 1. Necesidades del aparcamiento

PLANTA SÓTANO 2	PLANTA SÓTANO 1	PLANTA BAJA
Aparcamiento	Aparcamiento	Cuartos de extractores
Aseos	Cuarto de extractores	Escalera 1
Escalera 1	Aseos	Escalera 2
Escalera 2	Escalera 1	
	Escalera 2	

A continuación se detallan las superficies aproximadas y las alturas de cada planta del aparcamiento:

Tabla 2. Superficies del aparcamiento

	COTA (m)	ALTURA MEDIA (m)	TOTAL SUPERFICIE ÚTIL (m²)	TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²)
PLANTA SOTANO 2 (78 plazas)	-6.25	2.90	1873.60	2104.15
PLANTA SÓTANO 1 (70 plazas)	-3.05	3.60	1815.18	2104.15
PLANTA BAJA	+1.00		82.30	125.40

1.6. NORMATIVA APLICABLE

Para el presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Documento básico *DB HS: Salubridad*.
- Reglamento Electrotécnico Baja Tensión (*REBT 2002*)
- Documento básico *DB SI: Seguridad en caso de incendio*.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (*RITE 2007*)
- Plan General de Ordenación Urbana de Madrid (*PGOUM*)
- Normas urbanísticas de la Comunidad de Madrid (*NNUU*)
- Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano de la Comunidad d Madrid (*OGPMAU*)
- Ordenanza de Protección de la Atmósfera contra la Contaminación por Formas de Energía del Ayuntamiento de Madrid (ANM 2004/38)
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 1942/1993)
- Seguridad y salud en obras de construcción (RD 1627/1997)
- UNE 100166:2004. *Ventilación en aparcamientos*.
- UNE 23585:2004. *Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos*.
- UNE-EN 13779:2008. *Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos*.
- UNE-EN 12101-3:2002. *Sistemas para el control de humo y calor. Especificaciones para aireadores extractores de humo y calor mecánicos*.
- UNE-EN 12101-6:2006. *Sistemas para el control de humo y calor. Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión*.
- UNE 23300:1984. *Equipos de detección y medida de la concentración de monóxido de carbono*.
- UNE 23034:1988. *Señalización de seguridad. Vías de evacuación*
- UNE 23506:1989 *Sistemas fijos de agua pulverizada. Planos, especificaciones y cálculos hidráulicos*.
- UNE 23500:2012. *Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios*.



MEMORIA TÉCNICA

2. SISTEMA DE VENTILACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

La renovación del aire en cualquier local es necesaria para renovar el oxígeno y extraer los subproductos de la actividad humana, como por ejemplo el anhídrido carbónico, y otros contaminantes como el monóxido de carbono, los óxidos de azufre o los hidrocarburos, comunes en locales en los que circulan vehículos de combustión. En determinados casos, los sistemas de ventilación también cumplen un papel importante en la seguridad de los ocupantes porque garantizan la extracción de humos en caso de incendio.

2.1.1. RÉGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

El flujo del aire se llama **laminar** cuando su trayectoria es uniforme, los filetes son paralelos y bien definidos, como se pone de manifiesto con trazadores sinópticos.

El flujo es **turbulento** cuando la trayectoria de las partículas del fluido son irregulares, constantemente cambiantes con la aparición y desaparición de innumerables torbellinos.

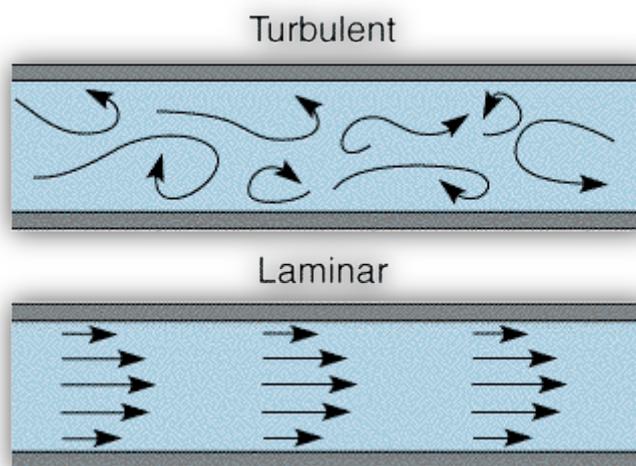


Ilustración 3. Régimen laminar y turbulento en un conducto

En ingeniería de ventilación, por razones de economía en la sección de las instalaciones, los regímenes de los flujos de aire siempre son **turbulentos**, ya que los valores que toma el número de Reynolds siempre serán mayores a 10^4 .

2.1.2. MOVIMIENTO DEL AIRE A TRAVÉS DE CONDUCTOS

Para ventilar un espacio, ya sea impulsando aire o bien extrayéndolo, es habitual el uso de redes de conductos.

La misión de un sistema de conductos es transportar el aire hasta el recinto a climatizar y suele estar formado por los conductos de impulsión y los de retorno.

Estos sistemas se clasifican en función de la velocidad y de la presión en los conductos.

En función de la *velocidad del aire*:

- Conductos de baja velocidad. Hasta 12 m/s
- Conductos de alta velocidad. A partir de 12 m/s

En función de la *presión del aire en el conducto*, se clasifican en baja, media y alta presión. Esta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores.

- Baja presión. Hasta 90 mmca.
- Media presión. Entre 90 y 180 mmca.
- Alta presión. Entre 180 y 300 mmca.

2.1.3. PÉRDIDAS DE CARGA EN CONDUCTOS

El proceso de fluir del aire por el conducto absorbe energía, ya sea debido al roce con las paredes, a los cambios de sección o a los obstáculos que puede encontrar a su paso. Esto se refleja en una pérdida de presión total en el circuito, llamada **pérdida de carga**.

En función de la razón que produce la pérdida de carga, estas se pueden dividir en primarias y secundarias.

- **Pérdidas primarias**

Las pérdidas primarias se producen cuando el fluido se pone en contacto con la superficie de la tubería. Esto provoca que se rocen unas capas con otras, en el caso de tener flujo laminar, o de partículas de fluidos entre sí, cuando se tiene flujo turbulento. Estas pérdidas se producen solo en tramos de tuberías horizontales y de diámetro constante.

Las pérdidas de presión que sufre el fluido debido al rozamiento con las paredes del conducto se estiman mediante la ecuación de Darcy – Weisbach.

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \qquad P_f = \rho \cdot g \cdot h_f$$

donde,

- f = Factor de fricción adimensional
- L = Longitud de tramo del conducto [m]
- v = Velocidad del flujo de aire [m/s]
- D = Diámetro de conducto [m]

Si la sección del conducto no es circular, caso frecuente en instalaciones de ventilación, es necesario determinar antes la sección circular equivalente, esto es, aquella que presenta la misma pérdida de carga que la rectangular considerada. Puede calcularse por la fórmula de Huebscher:

$$D_h = 1,3 \frac{(ab)^{5/8}}{(a + b)^{1/4}}$$

Para calcular el coeficiente de fricción, en este proyecto, utilizaremos la aproximación de Haaland, por su elevada precisión, y porque no presenta limitaciones de utilización en régimen turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log_{10} \left[\left(\frac{\varepsilon/D}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{Re} \right]$$

Siendo Re el número de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Se deben estimar los valores de las propiedades del aire, puesto que estas afectarán en mayor o menor medida a los resultados obtenidos en los cálculos de la instalación. Para esta instalación se utilizarán los siguientes valores:

- Rugosidad $\varepsilon = 0,15$
- Densidad del aire, a una temperatura de trabajo estimada de 20°C, y dado que la instalación se encuentra en la ciudad de Madrid, situada a una altitud de

667m sobre el nivel del mar, consideraremos una densidad igual a $\rho = 1,11 \text{ kg/m}^3$

- Viscosidad dinámica del aire, a 20°C, $\mu = 1,71 \cdot 10^{-5} \text{ Ns/m}^2$

➤ Pérdidas secundarias

Estas pérdidas de carga incluyen cualquier tipo de accidente presente en la conducción y que pueda ocasionar pérdidas de presión en el fluido que circula por la instalación. Se producen en transiciones de la tubería (estrechamientos o expansiones) y en toda clase de accesorios como válvulas o codos.

Habitualmente sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida.

$$\Delta P = K\rho \frac{c^2}{2}$$

donde:

- K = *factor de forma de la singularidad*
- c = *Velocidad media del agua en la singularidad*

En el Anexo 1 se encuentran las expresiones y las tablas para deducir el factor de forma en las singularidades más comunes de las redes de conductos.

2.1.4. TIPOS DE VENTILACIÓN

La ventilación de un local puede ser natural o forzada, en función de sus necesidades.

- **Ventilación natural.** Se habla de ventilación natural cuando no hay aportación de energía artificial para efectuar la renovación del aire. Generalmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, tragaluces, etc.) que comunican directamente con el exterior. El principal inconveniente de la ventilación natural es la dificultad de regulación, puesto que la tasa de renovación de cada momento depende de las condiciones climatológicas.

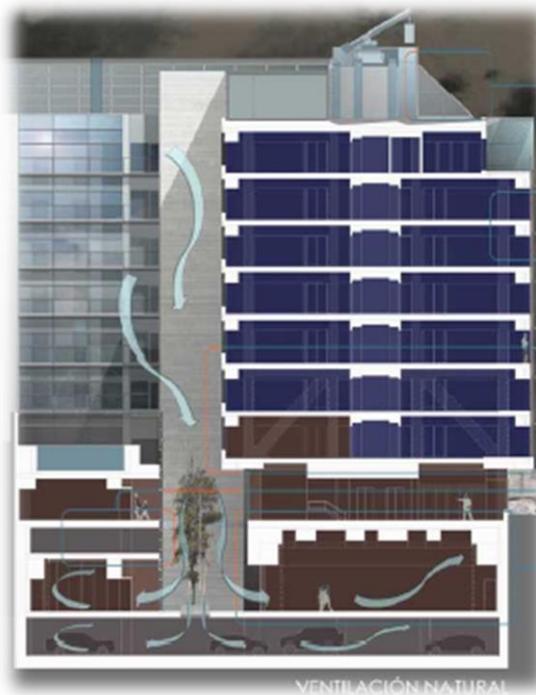


Ilustración 4. Ejemplo de ventilación natural

- **Ventilación forzada.** Elimina este problema y la tasa de ventilación se puede ajustar y controlar, pero como contrapartida hay un consumo de energía eléctrica. Otra ventaja de la ventilación forzada frente a la natural es que puede ser aplicada en emplazamientos que no tienen comunicación directa con el exterior y en los que, por lo tanto, la ventilación sólo puede lograrse mediante conducciones a través de las cuales se fuerza el paso del aire mediante ventiladores. Este hecho es destacable si se tiene presente que la mayoría de aparcamientos se encuentran situados en plantas bajo la rasante.

Dentro de este tipo de ventilación podemos distinguir entre extracción mecánica y admisión mecánica:

- **Ventilación forzada con extracción mecánica.** Se asegura a extracción del aire mediante la instalación de un ventilador mecánico acompañado de una red de conductos, mientras que la admisión se hará mediante huecos situados estratégicamente y que se comuniquen con el exterior. Se crea entonces un sistema en depresión, por el cual circula el aire ventilando el local adecuadamente.
- **Ventilación forzada con admisión mecánica.** Este sistema consiste en impulsar el caudal determinado de aire dentro del local, evacuando este como efecto de la sobrepresión creada en el recinto por los huecos diseñados con este fin.
Este sistema es de difícil empleo en locales con grado de contaminación alto, por la dificultad que entraña tener un control adecuado sobre el contaminante, que llegará a zonas donde antes no accedía sin ventilación alguna.
- **Ventilación forzada con impulsión – extracción mecánicas.** Si no se dispone de aberturas directas al exterior, se necesita una solución distinta para garantizar la correcta ventilación. En este caso se usarán ventiladores capaces de asegurar el suministro o evacuación de aire hasta el último punto de la conducción.

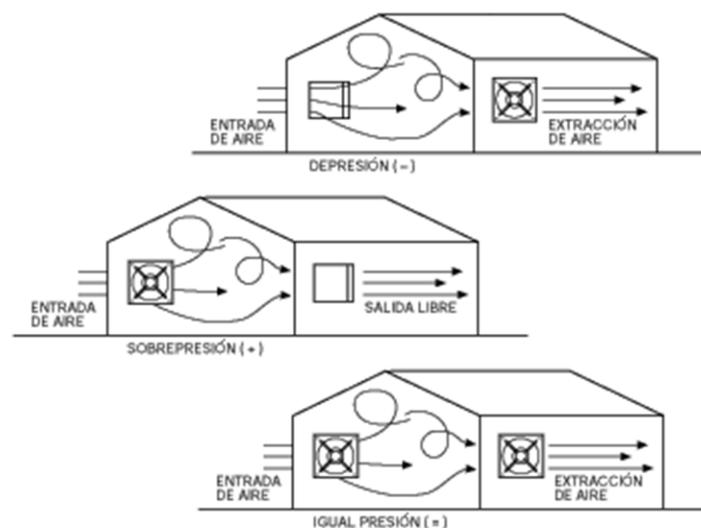


Ilustración 5. Ejemplos de ventilación forzada

2.1.5. VENTILADORES

La definición estricta de la palabra ventilador, según la RAE, es: “Instrumento o aparato que impulsa o remueve el aire en una habitación”.

Si aplicamos esta definición al ámbito de las instalaciones en un edificio, se puede decir que un ventilador es una máquina rotativa capaz de mover una determinada masa de aire, a la que comunica una cierta presión, suficiente para vencer las pérdidas de carga producidas en la red de conductos.

Un ventilador consta principalmente de las siguientes partes:

- Motor de accionamiento
- Elemento rotativo: pieza del ventilador que gira en torno al eje del mismo. Puede ser una Hélice o un Rodete.
- Soporte



Ilustración 6. Ventilador industrial

2.1.5.1. Funcionamiento. Curva característica

El funcionamiento de un ventilador está determinado comercialmente por la curva característica proporcionada por el fabricante, en la que aparece la zona en la que la máquina trabajará de forma estable y con un rendimiento adecuado.

La curva característica de un ventilador es la mejor referencia del mismo, ya que siempre nos indicará su comportamiento según sea el caudal y la presión que esté dando.

El punto ideal de funcionamiento del ventilador, aquél para el que ha sido diseñado, es el correspondiente al máximo rendimiento. Cuanto más cerca de este punto trabaje el ventilador, más económico será su funcionamiento.

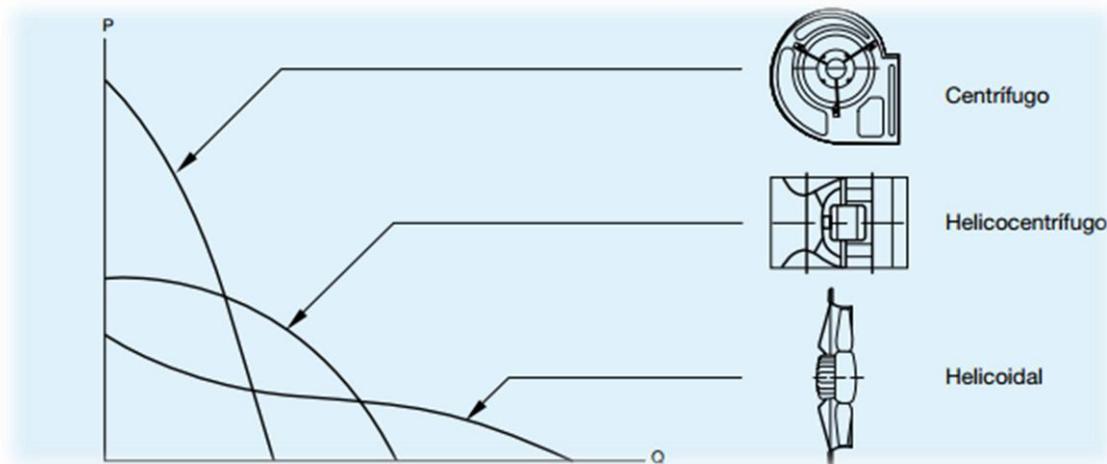


Ilustración 7. Curvas características de ventiladores

En la imagen se pueden observar ejemplos de distintas curvas características para tres tipos de ventiladores.

Se puede apreciar en la gráfica que, a igual caudal impulsado, los ventiladores centrifugos dan valores mayores de presión que los helicocentrífugos, y estos a su vez mayores que los helicoidales o axiales.

También se observa que, a pesar de esto, los ventiladores centrifugos mueven caudales menores que el resto.

Por tanto, cuando los caudales sean grandes y las presiones que deben vencer sean pequeñas, el ventilador más adecuado para ello será el de tipo helicoidal. En cambio, si se necesita mover caudales pequeños, pero a elevada presión, se elegirá un ventilador centrifugo. Por último, para situaciones intermedias, el apropiado será un ventilador helicocentrífugo.

2.1.5.2. Leyes de los ventiladores

Las curvas características de los ventiladores siguen ciertas leyes que permiten determinar cómo varían caudal, presión y potencia absorbida por el ventilador al variar las condiciones de funcionamiento.

Si varía el **diámetro de hélice (d)**,

- El caudal es proporcional al cubo de la relación de diámetros
- La presión es proporcional al cuadrado de la relación de diámetros
- La potencia absorbida es proporcional a la quinta potencia de la relación de diámetros

$$Q = Q_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^3 \quad p = p_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^2 \quad P = P_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^5$$

Si varía la **velocidad de rotación (n)**,

- El caudal es proporcional a la relación de velocidades.
- La presión es proporcional al cuadrado de la relación de velocidades.
- La potencia absorbida es proporcional al cubo de la relación de velocidades

$$Q = Q_0 \left(\frac{n}{n_0} \right) \quad p = p_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^2 \quad P = P_0 \left(\frac{n}{n_0} \right)^3$$

Para este proyecto se necesita también la relación entre variaciones de presión y caudal, usándose para confeccionar las curvas resistivas de las redes de conductos:

$$P = P_0 \left(\frac{Q^2}{Q_0^2} \right)$$

2.1.6. ELEMENTOS NOCIVOS EN EL AIRE

Los automóviles desprenden gases nocivos para la salud, pero sin duda el más abundante, y a tener en cuenta es el monóxido de carbono.

El CO es tan solo algo más ligero que el aire. Por esta razón, en función de las condiciones atmosféricas y del esquema de ventilación, el CO quedará estancado a cierto nivel o se elevará gradualmente hacia el techo o el tejado del aparcamiento. Sus efectos fisiológicos son cansancio, dolor de cabeza, náuseas y puede producir, en última instancia, la muerte. No obstante, estos efectos son reversibles si se detectan a tiempo.

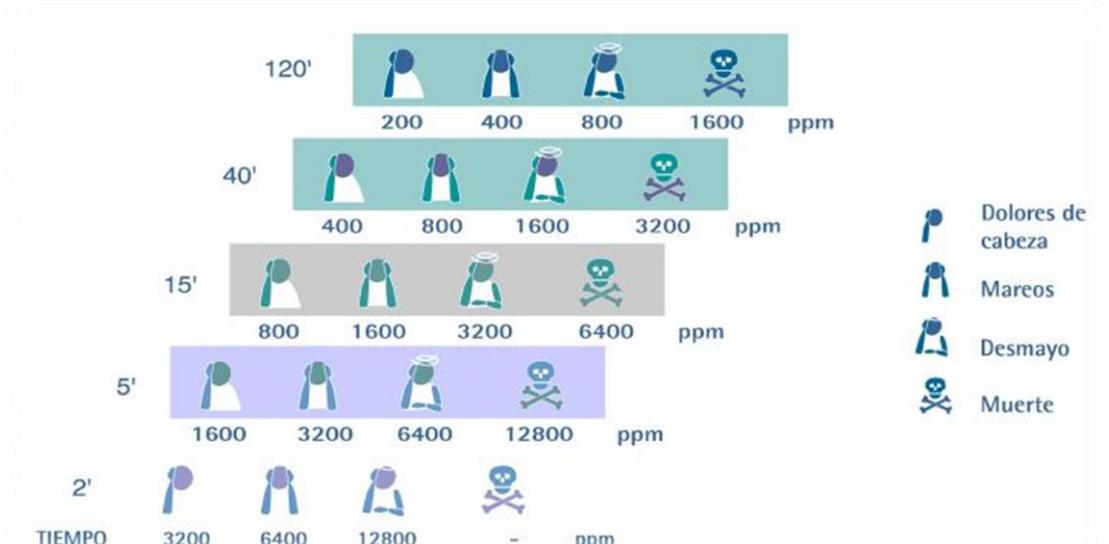


Ilustración 8. Efectos del CO sobre el ser humano

Es por ello que los niveles de CO deben controlarse y activar o regular los medios de ventilación cuando estos niveles sobrepasen los límites establecidos por la normativa vigente.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

Las instalaciones de ventilación se deben diseñar, calcular, ejecutar, mantener y utilizar de forma que se obtenga una calidad del aire interior que sea aceptable para las personas, y para que se eliminen los contaminantes que se producen de manera habitual, se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción del aire viciado. En caso de incendio, además, estas instalaciones deben garantizar la extracción de los humos generados con el fin de facilitar la evacuación y las tareas de extinción.

Las instalaciones (unidades de ventilación, conductos, rejillas, etc.) se deben diseñar de modo que todos sus elementos sean accesibles, teniendo en cuenta las operaciones de mantenimiento que se hayan de realizar o las posibles reparaciones que puedan surgir.

Por tanto, y a modo de resumen, se exponen los tres objetivos que debe cumplir el sistema de ventilación de un aparcamiento:

1. Asegurar la calidad del aire interior, impidiendo que los gases contaminantes potencialmente peligrosos para la salud de las personas pueda concentrarse en el establecimiento por encima de nivel aceptable.
2. Disipar la atmósfera potencialmente explosiva de un aparcamiento donde tenemos un ambiente húmedo y altas concentraciones de gases potencialmente peligrosos que pueden provocar una combustión espontánea de la atmósfera del local.
3. Asegurar la extracción de humo en caso de incendio durante el tiempo suficiente para permitir la evacuación de las personas que en ese momento se encuentren en el recinto.

Para el aparcamiento proyectado, la renovación de aire se producirá utilizando **ventilación forzada con extracción mecánica**, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales sean desfavorables. Esta opción se escoge teniendo en cuenta las características constructivas del aparcamiento, ya que debido a estas, y en cumplimiento de la normativa vigente, no se puede diseñar un sistema de ventilación natural únicamente.

2.2.1. OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

La ventilación forzada de los aparcamientos surge debido a las limitaciones impuestas por las características constructivas de estos para realizar una ventilación totalmente natural. De modo que la búsqueda de un ahorro energético debe llevarse a cabo en el diseño y construcción de las instalaciones.

El motor que menos consume es aquel que está parado, por lo que se debe minimizar las necesidades de ventilación forzada, tanto por el aprovechamiento de la ventilación natural cuando sea posible, como mediante el diseño de recorridos que puedan minimizar la permanencia de motores encendidos dentro del aparcamiento.

El ahorro energético será mayor si el sistema de ventilación forzada está comandado por una centralita de detección de CO, que arranque y pare los ventiladores en función de los valores de concentración del gas.

Además, se conseguirá una mayor eficiencia energética si se instalan ventiladores de caudal variable, ya que supone un ahorro considerable en comparación con los sistemas de caudal constante.

En cuanto a los conductos, es importante que las redes diseñadas estén bien equilibradas, ya que el sistema de ventilación se activará mediante el detector de la zona con la mayor concentración de CO, por lo que se debe evitar que existan zonas mal ventiladas. Que existan zonas excesivamente ventiladas, y simultáneamente otras mal ventiladas provoca un derroche energético que debe evitarse.

También se deberá suavizar en la medida de lo posible, los cambios de sección entre tramos, tratando de conservar una de las medidas de la sección anterior. Esto reducirá la complejidad y el coste de la instalación.

2.3. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

2.3.1. NIVELES DE VENTILACIÓN

El nivel de ventilación debe calcularse basándose en diluir la concentración de monóxido de carbono (CO) generada por los automóviles, hasta los niveles recomendados o exigidos por la normativa vigente.

Para cumplir estos estándares de calidad ambiental en los garajes, deberemos calcular el caudal mínimo exigido por la normativa vigente. Se tendrán en cuenta las distintas normativas que lo contemplan, y de todas las opciones, se escogerá para la selección del caudal de renovación aquella que sea más restrictiva.

A) Por el Código Técnico de la edificación DB-SH

Este documento establece lo siguiente:

Tabla 3. Extracto del CTE DB – SH sobre caudales de ventilación mínimos exigidos

		Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
		Por ocupante	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Lo- ca- les	Dormitorios	5		
	Salas de estar y comedores	3		
	Aseos y cuartos de baño			15 por local
	Cocinas		2	50 por local ⁽¹⁾
	Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
	Aparcamientos y garajes			120 por plaza
	Almacenes de residuos		10	

(1) Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina (véase el párrafo 3 del apartado 3.1.1).

Por tanto, siendo el caudal de ventilación mínimo de 120 L por plaza de garaje, obtendremos los siguientes caudales:

Tabla 4. Caudales de ventilación CTE DB SH

	Nº de plazas	q_v (L/s)	q_v (m^3/h)
PLANTA S - 1	70	8400	30240
PLANTA S - 2	78	9360	33696

B) Por el Código Técnico de la Edificación DB-SI

Para el control del humo provocado por incendios, y en zonas de uso Aparcamiento, el sistema que se instale debe ser capaz de extraer 150 L/plaza.

Tabla 5. Caudales de ventilación CTE DB SI

	Nº de plazas	qv (L/s)	qv (m ³ /h)
PLANTA S - 1	70	9500	34200
PLANTA S - 2	78	10700	38520

C) Por el reglamento electrotécnico REBT

Considera los aparcamientos como áreas potencialmente explosivas. En estas condiciones sería necesario diluir un caudal de 15m³/h.

Por tanto, y teniendo en cuenta las superficies de las dos plantas, obtenemos:

Tabla 6. Caudales de ventilación REBT

	Superficie (m ²)	qv (m ³ /h)
PLANTA S - 1	1815.18	27227.7
PLANTA S - 2	1873.60	28104

D) Por las normativas urbanísticas PGOUM, NNUU de la Comunidad de Madrid

Estas normativas establecen que deben producirse como mínimo 7 renovaciones por hora en el local.

Tabla 7. Caudales de ventilación CAM

	Superficie (m ²)	Altura media (m)	Volumen local (m ³)	qv (m ³ /h)
PLANTA S - 1	1815.18	3.60	6534.65	45742.55
PLANTA S - 2	1873.60	2,90	5433.44	38034.08

Elegimos estos valores para los caudales de renovación para la planta S-1, y los valores del CTE DB SI para la planta S-2, por ser los más restrictivos.

Además se aproximará a **48000 m³/h** el caudal de la planta sótano -1, y a **40000 m³/h** el de la planta sótano -2. Con esto nos aseguraremos de que se garantiza la renovación de la atmósfera del local y la posibilidad de evacuación de humos en caso de incendio.

2.3.2. DISEÑO DE LA RED DE CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

La configuración y diseño de la red de extracción está condicionada por la distinta normativa mencionada, y deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La ventilación será forzada con extracción mecánica.
- El reparto de las aberturas de ventilación debe tener el objetivo de evitar la acumulación de los gases contaminantes en cualquier punto del local y garantizar un barrido perfecto de todo el recinto. Para conseguir esto las aberturas de ventilación se deben situar de la manera que se indica a continuación o de cualquier otra forma que produzca el mismo efecto:
 - a) Una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil de aparcamiento.
 - b) La separación máxima entre aberturas de extracción más próximas debe ser de 10 m.
- La distancia desde el borde superior de las aberturas de extracción hasta el techo debe ser inferior o igual a 0.5 m.
- La velocidad del aire en los conductos interiores no puede ser superior a 10 m/s, y el nivel de presión sonora en el aparcamiento no puede exceder los 55 dB(A).
- Con el fin de evitar al máximo el ruido y la entrada de polvo, las rejillas exteriores se deben dimensionar de forma que la velocidad de paso del aire sea como máximo de 2,5 m/s.
- En aparcamientos de más de cinco plazas se debe colocar un sistema de detección de monóxido de carbono (CO) que active automáticamente la extracción mecánica cuando se llegue a una concentración de 50 ppm.
- Cualquier punto del garaje no distará más de 12 metros de un punto de extracción.

2.3.2.1. Número de redes de conductos

Conforme al CTE DB HS - 3, el número de conductos se establece dependiendo del número de plazas de aparcamiento por planta.

Necesitaremos dos redes de ventilación por planta, debido a que en aparcamientos con un número de plazas entre 15 y 80 se dispondrán en cada planta al menos **dos redes** de conductos de extracción, dotadas del correspondiente aspirador mecánico.

2.3.2.2. Secciones de los conductos

Se elegirán aquellas secciones que aseguren un valor de velocidad del aire menor a 10 m/s, conforme a la norma UNE 100-166-04, exceptuando los conductos verticales de extracción, donde se deberá cumplir lo siguiente:

$$S = 1.5q_v$$

El conducto que une al exterior con la boca del ventilador debe ser recto, sin obstáculos, y clasificado como E600 90 durante todo el tramo. Descargará al exterior mediante una rejilla adecuada que protegerá el sistema de la entrada de materiales que puedan dañar los conductos.

La expulsión de aire al exterior se realizará a través de rejillas de aluminio extruido con lamas de perfil especial anti lluvia y red metálica galvanizada anti pájaros, de la marca Madel, modelo DXT – 50.

Cumpliendo la normativa, en este caso la OGPMU de la Comunidad de Madrid, la descarga se realizará a una altura mínima superior de 1 metro al obstáculo más cercano en un radio de 2 a 15 metros, y una vez en superficie, se instalarán en una caseta de ventilación. Ya que la caseta de ventilación mide 2.5 metros de altura, la altura del punto más bajo de la descarga será de 3 metros.

En el caso de sótano -1, teniendo en cuenta la exigencia del CTE en cuanto a la sección, y que el caudal para cada red de extracción es de 24000 m³/h, obtenemos una sección mínima de 1 m².

Por ello se elige un conducto de dimensiones **1050x1050 mm**, y las pérdidas por fricción se calculan de la misma manera que en los tramos de los conductos de extracción.

Para el caudal a extraer del sótano -2, teniendo un caudal de 20000 m³/h, se elige un conducto cuadrado de dimensiones **1000x1000 mm**.

2.3.3. DIMENSIONADO DE LAS ABERTURAS DE VENTILACIÓN

El área efectiva mínima de las aberturas de admisión y extracción en contacto con el exterior se debe calcular a partir de la tabla siguiente, donde q_v es el caudal de ventilación mínimo exigido del local [L/s]. Esta imposición del CTE pretende conseguir dos objetivos:

- Que el nivel sonoro producido por la rejilla no incomode a los usuarios del aparcamiento.
- Que la velocidad del aire impulsado es la adecuada, sin exceder los límites de molestia para las personas.

Esta área efectiva podemos calcularlo mediante la tabla 4.1 proporcionada en el CTE DB HS - 3.

Tabla 8. Extracto del CTE DB – HS sobre área efectiva de las aberturas de ventilación

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{va}$
	Aberturas de extracción	$4 \cdot q_v$ ó $4 \cdot q_{ve}$
	Aberturas de paso	70 cm^2 ó $8 \cdot q_{vp}$
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	$8 \cdot q_v$

Además, según el RITE 2007, las pérdidas de carga en las rejillas de retorno de aire no pueden ser mayores de 20 Pa por unidad.

Aberturas de extracción

Teniendo en cuenta las condiciones impuestas por el CTE, se decide colocar 16 rejillas por red de ventilación en el sótano – 2, y 19 por cada una en el sótano -1.

Si aplicamos la restricción de $4q_v$ para cada planta, obtendremos las siguientes secciones mínimas:

Tabla 9. Sección mínima aberturas extracción

	SÓTANO -1	SÓTANO -2
Caudal necesario por red (m³/h)	24000	20000
Nº de rejillas	19	16
Sección mínima (m²)	0.138	0.140

Por tanto, elegiremos del catálogo del fabricante rejillas Madel del tipo **DMT 1000x250**, con aletas fijas a 45°, que impedirán que se vea el interior del conducto y dificultarán el ensuciamiento del mismo.

Aberturas de ventilación natural

De acuerdo con la normativa vigente, la ventilación del garaje se realizará mediante admisión natural y extracción mecánica. Es por esta razón que se proyectará la instalación de rejillas a lo largo de la superficie del aparcamiento para garantizar el caudal de renovación y para evitar en la medida de lo posible altas concentraciones de CO.

Tal y como exige, se dispondrá de huecos de ventilación natural de admisión de aire con rejillas cada 100m², que, atravesando el forjado, conectarán el garaje con el exterior, garantizando la entrada de aire fresco.

Se necesita ventilar un total de 48000 m³/h. Este caudal será más que suficiente teniendo en cuenta que la entrada al garaje es abierta.

Si aplicamos la restricción de $8q_v$ para aberturas mixtas, obtenemos lo siguiente:

Tabla 10. Sección mínima aberturas ventilación natural

Caudal necesario (m³/h)	48000
Nº de rejillas	15
Sección mínima (m²)	0.711

Por tanto, elegiremos del catálogo del fabricante rejillas Madel de dimensiones **1600x600**.

2.3.4. VENTILACIÓN DE LAS ESCALERAS

La ventilación de las escaleras será natural, y en el caso de que se produzca un incendio, deberá llevarse a cabo mediante un sistema de sobrepresión, según la norma UNE-EN 12101-6:2006.

2.3.4.1. Ventilación natural

Para su diseño, se tendrá en cuenta lo exigido en la normativa vigente. Según la clasificación del CTE DB SI, todas las escaleras del aparcamiento serán especialmente protegidas. Al tratarse de escaleras de este tipo, y conectadas a un vestíbulo de independencia, están suficientemente protegidas del humo de incendios.

Además, se aprovechan los siguientes factores que facilitan la ventilación:

- Apertura frecuente de las puertas en el vestíbulo de independencia.
- Holguras constructivas
- Aberturas inherentes a las puertas

Es por todo esto que la ventilación habitual se realizará a través de conductos que comunicarán con el exterior, permitiendo la entrada de aire fresco.

Según el CTE DB HS-3, las aberturas de ventilación natural deberán estar dimensionadas conforme a la siguiente ecuación:

$$A = 8q_v$$

- *A es el área libre de paso de la rejilla (cm²)*
- *q_v es el caudal de ventilación (l/s)*

2.3.4.2. Ventilación mecánica

En el caso en el que se produzca una situación de incendio en el aparcamiento, se activará en las escaleras el sistema de ventilación por sobrepresión. Esta presurización tendrá como objetivo principal evitar la propagación del humo en las vías de evacuación, creando una diferencia de presión entre la zona a evacuar y la zona de evacuación.

Se producirá un aumento de presión en la escalera para asegurar que el humo escape a través de rendijas de puertas, ventanas, rejillas u otros elementos constructivos.

Para que la escalera sea suficientemente segura en caso de incendio, deberá cumplir además los requisitos especificados en el CTE DB SI. Estos son los siguientes:

- Los accesos al recinto se realizarán a través de puertas clasificadas como EI₂ 60 – C5.
- En la planta de salida del edificio, la longitud de recorrido desde la puerta del recinto de la escalera hasta la salida al exterior no debe sobrepasar los 15 m.

Estos requisitos, además de los recorridos de evacuación, serán detallados en el siguiente capítulo de la memoria (3. *Sistema de protección contra incendios*).

El sistema de presurización deberá ser de tipo C, según la norma UNE-EN 12101-6:2006. Además, este debe cumplir las siguientes especificaciones:

- La velocidad del flujo de aire a través de la puerta entre un espacio presurizado y el área de alojamiento debe ser de 0.75 m/s siempre que estén abiertas las puertas en el piso de incendio.
- La presión diferencial mínima con respecto a la zona de riesgo de incendio variará en función de la posición de las puertas. Si estas están abiertas, la presión deberá ser de 10 Pa; y de 50 Pa si se encuentran cerradas.
- La velocidad máxima aconsejada en los conductos será de 10 m/s.
- Si la escalera está sobrepresionada no será preciso ventilar el vestíbulo previo.
- La velocidad de paso a través de las rejillas de impulsión deberá ser menor de 2.5 m/s.
- Se admitirá una tolerancia del 15% en el caudal de renovación, para cubrir posibles fugas de aire.
- En edificios de altura inferior a 11 m, como es el caso del aparcamiento proyectado, es aceptable un solo punto de suministro de aire para cada caja de escalera presurizada.
- El caudal de impulsión se calculará utilizando para ello la velocidad de paso del aire a través de las puertas y su sección, llamada *área de fuga de aire*.

$$Q = vA_f$$

Este sistema funcionará con una sonda de presión diferencial entre la escalera presurizada y el aparcamiento y un variador de frecuencia que gobernará la velocidad del ventilador, teniendo en cuenta el nivel de presión que hay que mantener y que debe vencer las pérdidas de presión de la toma de aire exterior, del conducto de distribución y de las rejillas de aportación al espacio presurizado.

Todo el sistema estará gobernado por la central de incendios.

2.3.5. ELECCIÓN DE LOS VENTILADORES

Para el sistema de extracción de aire se instalarán 4 aspiradores mecánicos de tipo axial con una clasificación F300 60, según normativa, que serán gobernados por la centralita de detección de CO y la central de incendios.

Los 4 aspiradores mecánicos para extracción, irán conectados a 4 redes de conductos independientes (2 redes por planta), con una clasificación E300 60, con rejillas de chapa de acero con regulación de caudal.

2.3.6. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE CO

Una vez diseñado el sistema de ventilación del aparcamiento, es necesario instalar un sistema de control de que regule los ventiladores de forma eficiente.

Este sistema se encargará de poner en funcionamiento los ventiladores, en el caso de que algún punto del aparcamiento sobrepase niveles de concentración de CO superiores a 50 ppm.

El funcionamiento de los dispositivos de renovación de aire se controlará mediante la instalación de una central de control de CO, que pondrá en marcha los ventiladores cuando los detectores de CO se activen.

Estos detectores estarán distribuidos por el aparcamiento, y se encargarán de enviar las señales de sus mediciones periódicamente a la central de control, que tomará la decisión en función de esos valores de activar el sistema de ventilación.

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos para el correcto cumplimiento de la normativa vigente:

- La concentración máxima de CO permitida en cualquier punto del garaje será de 50 ppm.
- Se deberá instalar un detector de CO por cada 200 m².
- La frecuencia de toma de datos por parte de los detectores será como máximo de 10 minutos.

2.3.6.1. Diseño del sistema de detección

Todo el sistema de detección de monóxido de carbono se realiza en cumplimiento con la norma UNE 23-300-84 "Equipos de detección y medida de la concentración de monóxido de carbono". Se prevé instalar centralitas de detección de CO y detectores repartidos por toda la superficie del aparcamiento subterráneo.

Para el proyecto realizado se ha elegido el sistema de detección de CO de la serie PARK de la marca Honeywell.

Se instalará **una central, y 11 sensores de CO** en cada planta del aparcamiento, cumpliendo así la condición de la norma UNE de colocar detectores cada 200 m² de superficie.

Las características de la central de detección son las siguientes:

- Cada zona soporta un máximo de 16 detectores de CO distribuidos sobre una línea de hasta 500m de longitud, con cable de 1,5mm² de sección, trenzado y apantallado.
- Disponen de un módulo de control con una pantalla LCD donde se muestran los niveles de alarma y avería de cada zona y permite la lectura de concentración de CO por zona de modo secuencial.
- Lectura de concentración y de temperatura ambiente individual (por detector) e identificación de los errores de conexión por pérdida de direccionamiento o fallo de línea.
- La unidad de control dispone de funciones directas de usuario, accesibles mediante llave o código numérico. Desde dichas funciones, es posible reconocer eventos, silenciar sirenas o activar los extractores si se ha configurado el modo manual.

Las características de los detectores son las siguientes:

- Detectores con sonda electroquímica de gran precisión en la medida y selectividad en la respuesta.
- Protegido contra interferencias electromagnéticas y electrostáticas.
- Bajo consumo en reposo.
- Se colocarán por encima o cerca de: vías para coches, entradas para peatones, salidas y rampas.

3. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

La seguridad en caso de incendio consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

3.1.1. PRINCIPIOS DEL FUEGO

El fuego recibe técnicamente el nombre de combustión. La combustión es un conjunto de reacciones químicas de oxidación, es decir, se trata de la combinación del oxígeno procedente del aire con otros productos, materiales o sustancias.

Para que se produzca un fuego han de intervenir tres factores indispensables, que forman el denominado “**triángulo de fuego**”. Estos elementos son los siguientes:

- **Combustible:** Es toda sustancia susceptible de reaccionar con el comburente en una reacción rápida y con desprendimiento de energía.
- **Comburente:** Es el agente oxidante que reacciona con el combustible. El oxidante normal es el oxígeno, que se encuentra en la atmósfera en una proporción del 21%.
- **Energía de activación:** Es la energía mínima, en forma de calor, que necesitan el combustible y el comburente para que se inicie la reacción química.



Ilustración 9. Triángulo de fuego

3.1.2. DESARROLLO DEL INCENDIO

Los incendios dentro de edificaciones pueden dividirse en cuatro fases principales:

- **Fase 1: Iniciación del incendio**, en la que se inicia la combustión como consecuencia de la activación de un foco de ignición en presencia de un material combustible. Esta fase durará entre unos pocos segundos y aproximadamente cinco minutos.
- **Fase 2: Propagación del incendio**. En esta fase se genera gran cantidad de calor, llamas y gases combustibles. Se alcanzan temperaturas entre los 100C y los 800C. Normalmente dura unos diez minutos desde la iniciación del incendio.
- **Fase 3: Combustión generalizada**. Esta fase se caracteriza por la inflamación de los gases combustibles situados lejos del foco inicial, lo que provoca una propagación generalizada en todo el recinto. Se produce una elevación brusca de la temperatura, y la duración de la fase oscila entre 20 y 30 minutos.
- **Fase 4: Agotamiento**. Como consecuencia del consumo de los materiales combustibles, se produce un enfriamiento que finaliza el incendio.

3.1.3. ACCIONES DE EXTINCIÓN

Para extinguir el fuego, basta con la eliminación de cualquiera de los tres elementos reseñados en el triángulo.

- **Dilución**: Es la eliminación del elemento combustible. Es el método menos utilizado, debido a la complicación de retirar los productos que están ardiendo. Se usa más como método preventivo.
- **Sofocación**: Eliminación del elemento comburente. Se puede conseguir mediante concentración de gas inerte que desplace el oxígeno, o cubriendo la superficie en llamas de alguna sustancia incombustible.
- **Enfriamiento**: Eliminación de la energía de activación. Se consigue reduciendo la temperatura del combustible, generalmente lanzando agua sobre las superficies calientes.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

En la edificación se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar los incendios, usando los materiales adecuados, un correcto diseño constructivo y un mantenimiento óptimo de las instalaciones propias del edificio.

Ciertamente, por las características de los elementos que se almacenan en un garaje, es decir, vehículos con su correspondiente combustible, hacen que sus condiciones de evacuación y sus necesidades de protección frente a un posible incendio sean especialmente tenidas en cuenta a la hora de iniciar un proyecto de construcción, siendo necesario que dicha seguridad sea proporcionada tanto por las condiciones estructurales del edificio, como con los medios de detección y extinción de incendios con los que sea dotado.

En cualquier caso, no se puede descartar la posibilidad real de que exista un incendio, y por ello habrá que tomar las medidas oportunas para conseguir el objetivo primordial, marcado en el CTE: “La seguridad en caso de incendio consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”.

Estas medidas las clasificaremos en tres grandes grupos:

- Sectorización y reacción ante el fuego
- Evacuación
- Instalaciones contra incendios

3.3. SECTORIZACIÓN Y REACCIÓN ANTE EL FUEGO

La **sectorización** consiste en implantar una serie de elementos y dispositivos resistentes al fuego para delimitar y aislar espacios con la finalidad de evitar la propagación del fuego.

Al igual que la protección estructural, la sectorización debe considerarse desde las actividades de diseño, teniendo en cuenta la funcionalidad de las instalaciones. Esta no debe ser incompatible con evitar que el fuego se propague, tanto en los espacios de uso personal como a través de las canalizaciones.

El **grado de resistencia al fuego** exigible a los elementos constructivos utilizados para la sectorización, según se apunta en el CTE: “El valor de la resistencia al fuego exigido a cualquier elemento que separe dos espacios, deberá mantenerse a través de todo recorrido que pueda reducir la función exigida, tal como cámaras, falsos techos, suelos elevados y encuentros con otros elementos constructivos”.

Entre las características propias de la sectorización se encuentran:

- Detección de la acción destructora del fuego, cuya consecuencia es minimizar los daños de la instalación.
- Confinamiento del fuego en el sector y en el tiempo, permitiendo poner a salvo personas y bienes.
- Estanqueidad ante la propagación de humo y gases peligrosos para la salud de las personas y por infundir pánico.
- Proteger las vías de evacuación de las personas.

Teniendo en cuenta que el edificio construido es de Uso Aparcamiento con una superficie que excede los 100 m², y aplicando la normativa vigente, se establece un **único sector de incendio**.

De acuerdo con el CTE DB SI-1, en los edificios de uso Aparcamiento, se debe disponer siempre de vestíbulos de independencia para hacer comunicación entre los distintos sectores de incendio, con el fin de aportar una mayor garantía de compartimentación contra incendios.

Por otra parte, la resistencia al fuego de paredes, techos, y puertas de paso que separan cada sector considerado del resto, según la tabla 1.2 del CTE – DB SI será la siguiente:

Tabla 11. Extracto del CTE SI sobre resistencia al fuego

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		$h \leq 15 \text{ m}$	$15 < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Por tanto, para uso previsto como aparcamiento, con plantas bajo rasante, la resistencia al fuego de paredes y techos que delimitan sectores de incendio será **EI – 120** en todo caso.

La resistencia al fuego de las puertas de paso será EI₂ t-C5, siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego de la pared donde se encuentre. En este caso será **EI₂ 60 – C₅**.

En el caso de las puertas que comunican vestíbulos de independencia, t será un cuarto del tiempo de resistencia al fuego de la pared donde se encuentre. Por tanto, la resistencia en estos casos será **EI₂ 30 – C₅**.

La resistencia al fuego de los forjados será **REI – 120**, puesto que estos serán de hormigón.

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que se establecen en la tabla 4.1 del CTE DB SI – 1. Para uso aparcamiento, y en concreto en el que ocupa el presente proyecto, encontramos los siguientes valores:

Tabla 12. Reacción al fuego de elementos constructivos

	TECHOS Y PAREDES	SUELOS
ZONAS OCUPABLES	Techos: Hormigón B – s1, d0 Paredes: Yeso B – s1, d0	Hormigón B_{FL} – s1 Gres B_{FL} – s1

3.4. EVACUACIÓN

El estudio de la evacuación busca asegurar el camino de huida de los ocupantes del mismo de una manera rápida, con las dimensiones adecuadas, sin obstáculos, suficientemente iluminado, señalizado y protegido.

El garaje cuenta con **dos principales salidas** de evacuación, mediante puertas que acceden a las escaleras que comunican al exterior.

3.4.1. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para poder estudiar la evacuación, en primer lugar debemos calcular la ocupación del edificio, es decir, la cantidad de personas que pueden ocuparlo normalmente. Para ello, nos serviremos de la tabla 2.1 del CTE DB SI - 3:

Tabla 13. Extracto del CTE SI sobre densidad de ocupación

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple	20 1
	Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
<i>Aparcamiento</i> ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40

De acuerdo con esta tabla, la ocupación de las zonas de aparcamiento vinculado a una actividad sujeta a horarios, como es el caso del garaje proyectado, es de **15 m²/persona**.

Expresaremos la ocupación total teórica del aparcamiento en la siguiente tabla:

Tabla 14. Densidad de ocupación

SUPERFICIE ÚTIL (m ²)	DENSIDAD DE OCUPACIÓN (m ² /pers)	OCUPACIÓN TOTAL(pers)
	SÓTANO 2	
1876.60	15	125
	SÓTANO 1	
1815.18	15	121

Como resultado, se obtiene una ocupación total de **246 personas**.

3.4.2. RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

El siguiente paso a seguir es marcar el origen y determinar el camino de la evacuación. Para ello, debemos tener en cuenta que no se podrá usar como camino de evacuación en caso de incendio, los ascensores, escaleras mecánicas, tornos, rampas y pasillos móviles.

En este caso, se considerará como origen de evacuación todo punto de las calles de circulación del aparcamiento.

Los recorridos de evacuación se medirán por las calles de circulación de vehículos, sin atravesar ninguna plaza de aparcamiento, o bien por pasillos reservados para la circulación de personas, marcados en el suelo de forma clara y permanente, y delimitados mediante elementos que impidan su ocupación por los vehículos. Según el CTE DB SI - 3, la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no debe exceder los 50 m.

Las salidas de evacuación dispuestas en los planos se han realizado con sentido de apertura coincidente con el de evacuación y accediendo a través del vestíbulo previo directamente con espacio público. (Ver planos en anexo 3).

3.4.3. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se asignará para cada salida de evacuación la ocupación de los puntos más próximos a dichas salidas.

El dimensionado de elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo indicado en la tabla 4.1 del CTE DB SI - 3.

Tabla 15. Extracto del CTE SI sobre dimensionado de elementos de evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80 \text{ m}$ ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}$ ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}$. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160 - 10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽¹⁰⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽¹⁰⁾

➤ Puertas

Las puertas abrirán en el sentido de la evacuación, serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura sin tener que utilizar una llave ni actuar sobre más de un mecanismo.

El cálculo de la anchura se realizará con la fórmula siguiente:

$$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m, donde:}$$

- $A =$ Anchura del elemento
- $P =$ Número total del personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

En este caso,

$$1 \geq P/200 \Rightarrow P \leq 200$$

Es decir, por cada salida pueden evacuarse un máximo de 200 personas. Como en cada planta hay 2 puertas de salida, el aforo total de cada planta bajo rasante será como máximo de **400 personas**.

Si se aplica la hipótesis de bloqueo de una de las salidas, se sigue cumpliendo la normativa, puesto que por una sola puerta se puede evacuar a un número mayor de personas que el dado por la ocupación teórica (200 pers > 125 pers), además de contar con escaleras especialmente protegidas.

➤ Escaleras

Las escaleras del aparcamiento serán especialmente protegidas, es decir, de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en la planta de salida que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo.

Además tienen que cumplir la siguiente condición reflejada en el CTE DB SI – 3:

$$E \leq 3S + 160A_s, \text{ donde}$$

- *E es la suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo.*
- *S es la superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida.*
- *A_s es la anchura de la escalera protegida.*

En el caso del aparcamiento proyectado, se obtiene, para la escalera más desfavorable:

- $E = 61 + 125 = 186 \text{ personas}$
- $A_s = 1.20 \text{ m}$
- $S = 12.6 \text{ m}^2$

$$186 \leq 3 \cdot 12.6 + 160 \cdot 1.2 = 229.8$$

De modo que las escaleras cumplen sobradamente con la normativa vigente.

3.4.4. SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se dispondrá de señales identificativas de dirección de los recorridos de evacuación que deban seguirse desde todo origen de evacuación. Estas señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes a cada salida. Para indicar estas salidas, tanto de uso habitual como de emergencia, se utilizan las señales definidas en la norma UNE 23-034:88.

La salida del local tendrá una señal luminosa con el rótulo “SALIDA”. Además se instalarán señales indicativas de recorridos, visibles desde todo origen de evacuación, desde el que no se perciban directamente la salida o sus señales indicativas.

Deben quedar también señalizados todos los puntos de cualquier vía de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error. Las puertas situadas en recorridos de evacuación que puedan inducir a error, deberán señalizarse con el rótulo “SIN SALIDA”.

Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

El tamaño de las señales dependerá de la distancia de observación:

- 210x210 mm cuando la distancia no exceda los 10 m.
- 420x420 mm cuando la distancia esté entre 10 y 20 m.
- 420x594 mm cuando la distancia de observación esté entre 20 y 30 m.

Según el CTE DB SI – 3, las señales deberán ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deberán cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.



Ilustración 10. Señalización en caso de emergencia

3.4.5. EVACUACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Según el CTE DB SI – 3, en los edificios de uso Aparcamiento cuya superficie exceda los 1500 m², en las plantas que no sean de ocupación nula, y que no dispongan de alguna salida accesible, dispondrán de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo.

Este sector alternativo deberá contar con algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación.

Además, en la planta de salida del edificio deberán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad.

3.5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN INCENDIOS

Los edificios deben disponer de equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en el CTE DB SI - 4. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y en sus disposiciones complementarias.

Según el CTE, y de acuerdo con las ordenanzas vigentes, y las exigencias particulares, que para este tipo de instalaciones se exigen, se detallan a continuación las instalaciones y medios de protección contra Incendios.

3.5.1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para una edificación clasificada como de uso Aparcamiento y con una superficie construida que excede los 500 m², deberán instalarse:

- Bocas de incendio equipadas
- Red de extintores portátiles.
- Hidrante exterior
- Instalación de sistemas de detección automática y alarma de incendios.
- Instalación de sistema de detección automática de monóxido de carbono.
- Medidas de señalización y de evacuación de emergencia.

3.5.2. SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIE)

Las bocas de incendio equipadas son un medio de extinción más eficaz que los extintores, debido a que disponemos del elemento extintor durante más tiempo para atacar el incendio.

El equipamiento de la boca lo constituyen:

- Una manguera de trama semirígida, de diámetro interior 25 mm, unida por un extremo mediante un racord a la boca de salida, y terminando por el otro extremo en una lanza con boquilla de doble regulación que permita salir el agua a chorro o pulverizada.

El conjunto se deberá montar sobre un carrete que permita mantener la manguera enrollada. Además, deberá constar de los siguientes componentes:

- Caja metálica de chapa blanca de 1.5 mm de espesor, con terminación en pintura roja al horno.
- Cristal serigrafiado.
- Marco de acero inoxidable con cerradura de apertura rápida.
- Devanadera de 450 mm de diámetro, estampada en frío.
- Tramo de manguera semirrígida anticollapsable de 20 m de longitud y 25 mm de diámetro, presión de prueba 40 kg/cm², cumpliendo la normativa.

Las condiciones que debe cumplir son las siguientes:

Tabla 16. Condiciones BIE

Presión mínima en la punta de lanza	3,5 kg/cm ²
Presión máxima en la punta de lanza	6 kg/cm ²
Caudal de suministro mínimo	1,6 L/s
Altura de la boca respecto del suelo	1,5 m
Distancia entre bocas	Menor o igual a 50 m

En el caso del aparcamiento a proyectar, y siguiendo todas estas indicaciones, se colocarán **5 BIE** en cada planta, quedando reflejada la situación en los plano del anexo 3.

3.5.3. TOMA DE AGUA Y RED DE TUBERÍAS

El sistema de protección contra incendios será alimentado a través de una toma de agua procedente de un aljibe situado en la planta Sótano - 2 del aparcamiento. Junto al depósito irán instalados los correspondientes equipos de presión y bombas que permitirán la distribución de agua hacia las instalaciones de protección contra incendios. Este depósito está destinado exclusivamente para dichas instalaciones.

La calidad de las tuberías es de acero, clase negra DIN 2440, terminado en color rojo bermellón.

Para la elección de la situación de las BIE, se tendrá en cuenta que deberán estar dispuestas de tal manera que, con la longitud de la manguera totalmente desplegada y, suponiendo un alcance de chorro de agua desde la boquilla de 5m, se cubra la totalidad de la superficie protegida.

El dimensionado de las tuberías se ha realizado considerando los caudales y presiones mínimas necesarias establecidas por la normativa. (Para consultar los cálculos realizados, ir al apartado 4.4.1: *Cálculo de la red de BIE*).

3.5.4. RED DE EXTINTORES PORTÁTILES

En cumplimiento del CTE y de las normas UNE correspondientes, se ha proyectado la colocación de diversos extintores móviles, teniendo en cuenta el posible fuego a producirse y el agente extintor adecuado.

La verificación y mantenimiento de los extintores, es necesaria para asegurar en todo momento que se encuentran cargados, sin deterioro, en su lugar adecuado, para estar en perfecto estado de funcionamiento.

El recorrido real desde cualquier punto hasta un extintor no debe superar la distancia de 15 m. Deberán estar colocados en lugares donde sean fácilmente visibles y accesibles, preferentemente sobre soportes fijados a parámetros verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1.70 m sobre el suelo.

Los extintores necesarios para este proyecto cubrirán la totalidad de la superficie considerada en las dos plantas. El extintor proyectado será de polvo seco polivalente, con eficacia **21A – 113B**.

3.5.5. HIDRANTE EXTERIOR

El hidrante es un sistema de abastecimiento de agua exclusivo para el Servicio contra Incendios.

En este caso se ha instalado **un hidrante de columna seca** cuya sección de acometida es de 80 mm de diámetro, capaz de resistir las heladas y las acciones mecánicas. Se ha situado en un lugar fácilmente accesible a los vehículos del servicio Contra incendios y

debidamente señalizado. El caudal mínimo que suministra es de 500 L/min, el cual se garantiza al menos durante 2 horas.

3.5.6. SISTEMAS DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA Y ALARMAS CONTRA INCENDIOS.

Para proyectar este sistema se ha tenido en cuenta el CTE DB SI y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como las diferentes normas y reglas comunitarias que establecen la utilización de componentes y sus incompatibilidades electromagnéticas.

El sistema de detección de incendios se ha diseñado para que cumpla las siguientes funciones:

- Detección de humos y gases procedentes de la combustión.
- Recepción de señales de alarma procedentes de los pulsadores manuales.
- Emisión de señales acústicas y luminosas para la comunicación de alarma.
- Recepción de señales o avisos técnicos precedentes de otros equipos y sistemas de protección contra incendios u otros ajenos cuyo control es primordial para la minimización del riesgo o su eliminación.

Este proyecto contará con los siguientes equipos y componentes:

Tabla 17. Componentes instalación detección de incendios

Componentes de la instalación
Pulsadores manuales de alarma
Alarmas de incendios
Detectores térmicos
Detectores de humo
Central de incendios tipo analógica

- **Detectores de humos**

Un detector de humo es un aparato de seguridad que detecta la presencia de humo en el aire y emite una señal acústica avisando del peligro de incendio. Atendiendo al

método de detección que usan, pueden ser de dos tipos: ópticos o iónicos, aunque algunos usen los dos mecanismos para aumentar su eficacia.

En el caso del aparcamiento proyectado, se instalarán cada 60 m² detectores ópticos de humos Honeywell modelo NFX-ISO-OPT, o similares. Están indicados para detectar los incendios en su primera fase de humos, antes de que se formen llamas o de que se produzcan aumentos peligrosos de temperatura.

- **Pulsadores manuales de alarma**

Estarán situados próximos a las salidas y repartidos por toda la superficie proyectada, de tal manera que sean accesibles a los usuarios del aparcamiento.

Los pulsadores serán de identificación manual y estarán desarrollados y fabricados según norma EN 54-11:2000. Se escogen pulsadores para sistemas analógicos marca Honeywell M700KAC-IFF/C, o similares, para ser distribuidos en el aparcamiento.

- **Detectores térmicos**

Los detectores térmicos son muy adecuados en situaciones en las que el incendio produce más calor que humo. El calor liberado en la combustión del incendio eleva la temperatura del ambiente. Este incremento de la temperatura es detectado por una cabeza detectora que emite una señal de alarma.

Para el aparcamiento, se instalarán cada 60 m² detectores de térmicos Honeywell, modelo NFX-ISO-TDIFF, o similares, indicado para ambientes donde la temperatura suele ser baja y estable.

- **Alarmas**

Las alarmas de incendios se situarán a lo largo del aparcamiento, y se activarán por medio de la central, alertada por los detectores de humos o térmicos, o manualmente gracias a los pulsadores manuales.

Se utilizarán detectores óptico - acústicos Honeywell modelo NFXI-WSF-RR, diseñados para alertar a los ocupantes del edificio en caso de emergencia. Proporcionarán señales ópticas y acústicas y adecuadas a cada tipo de emergencia y aplicación.



- **Central de incendios**

La central es un aparato que se encarga de gobernar el resto de dispositivos que forman parte del sistema de detección de incendios.

Permite llevar a cabo el control y la gestión de las alarmas, sistemas de extinción, evacuación y compartimentación en pequeñas y grandes instalaciones.

Se instalará en el aparcamiento una central de incendios Honeywell modelo ID 3000, apta para controlar grandes instalaciones.

4. CÁLCULOS

4.1. CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACION

En el cálculo de las redes de extracción se recomendará como método de cálculo el de pérdida de carga constante. Puesto que, calculando los ramales a distintas velocidades (Con mayor velocidad los primeros y menos los últimos), de modo que la pérdida de carga sea mayor en los ramales del principio, se consigue que llegue una presión parecida a todos los elementos terminales, y se equilibra el sistema.

Para conseguir la optimización de los sistemas de extracción, se incluyen otros parámetros a tener en cuenta a la hora de realizar los cálculos:

- Optimización de los conductos para la menor pérdida de carga posible tratando de no sacrificar el coste económico.
- Disposición de los conductos en el garaje y situación de los puntos de extracción y admisión para conseguir un sistema correcto de ventilación.
- Suavizar en la medida de lo posible, los cambios de sección entre tramos, tratando de conservar una de las medidas de la sección anterior. Esto reducirá la complejidad y el coste de la instalación.
- Radios de giro en codos correspondientes a la configuración de mínima pérdida de carga.
- Se sobredimensionarán los conductos finales para evitar pérdidas de carga mayores

Se realizará el cálculo de algunos tramos, como ejemplo explicativo. El resto de tramos están calculados en una hoja de Excel, por lo que al final de cada apartado se muestran los resultados.

4.1.1. PREDIMENSIONADO DE LOS CONDUCTOS

Lo primero que llevaremos a cabo es el predimensionado. Se realizarán los cálculos para el primer tramo como ejemplo, y el resto de tramos se calculan de la misma manera en una hoja de Excel creada para ello.

Para cumplir el requisito de velocidad del aire inferior a 10 m/s establecido por la UNE 100 - 166:92, las secciones mínimas se relacionarán mediante la ecuación:

$$Q = v \cdot A_s$$

Para el tramo (1-2):

$$24000 \frac{m^3}{h} \cdot 3600 \frac{s}{h} = 10A_s \Rightarrow A_s = 0.667m^2$$

PREDIMENSIONADO SÓTANO -2

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 18. Predimensionado red1 sótano-2

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	SECCIÓN MÍNIMA (m ²)
Tramo (1-2)	20000	16,00	0,56
Tramo (2-3)	18750	4,80	0,52
Tramo (3-4)	17500	2,50	0,49
BIF 1 Tramo (4-5)	8750	4,50	0,24
Tramo (5-6)	7500	7,70	0,21
Tramo (6-7)	6250	6,50	0,17
Tramo (7-8)	5000	6,00	0,14
Tramo (8-9)	3750	5,50	0,10
Tramo (9-10)	3750	1,50	0,10
Tramo (10-11)	2500	3,70	0,07
Tramo (11-12)	1250	3,70	0,03
BIF 2 Tramo (4-13)	8750	2,00	0,24
Tramo (13-14)	7500	4,70	0,21
Tramo (14-15)	6250	6,00	0,17
Tramo (15-16)	5000	6,00	0,14
Tramo (16-17)	3750	1,50	0,10
Tramo (17-18)	3750	4,70	0,10
Tramo (18-19)	2500	6,00	0,07
Tramo (19-20)	1250	6,30	0,03

RED 2 DE VENTILACIÓN

Tabla 19. Predimensionado red2 sótano-2

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	SECCIÓN MÍNIMA (m ²)
Tramo (1-2)	20000	3,50	0,56
Tramo (2-3)	18750	4,00	0,52
BIF 2 Tramo (3-4)	12500	2,20	0,35
Tramo (4-5)	11250	5,00	0,31
Tramo (5-6)	10000	6,00	0,28
Tramo (6-7)	8750	2,00	0,24
Tramo (7-8)	8750	3,20	0,24
BIF 2-1 Tramo (8-9)	2500	4,40	0,07
Tramo (9-10)	1250	6,00	0,03
BIF 2-2 Tramo (8-11)	6250	3,50	0,17
Tramo (11-12)	5000	6,00	0,14
Tramo (12-13)	3750	6,00	0,10
Tramo (13-14)	2500	2,50	0,07
Tramo (14-15)	2500	4,30	0,07
Tramo (15-16)	1250	5,30	0,03
BIF 1 Tramo (3-17)	6250	5,00	0,17
Tramo (17-18)	5000	6,00	0,14
Tramo (18-19)	3750	6,00	0,10
Tramo (19-20)	2500	4,50	0,07
Tramo (20-21)	1250	6,00	0,03

PREDIMENSIONADO SÓTANO -1

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 20. Predimensionado red1 sótano-1

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	SECCIÓN MÍNIMA (m ²)
Tramo (1-2)	24000	16,00	0,667
Tramo (2-3)	22737	4,80	0,632
Tramo (3-4)	22737	2,50	0,632
BIF 1 Tramo (4-5)	12632	2,80	0,351
Tramo (5-6)	11368	4,20	0,316
Tramo (6-7)	10105	4,30	0,281
Tramo (7-8)	8842	4,30	0,246
Tramo (8-9)	7579	5,00	0,211
Tramo (9-10)	6316	5,00	0,175
Tramo (10-11)	5053	4,50	0,140
Tramo (11-12)	3789	4,70	0,105
Tramo (12-13)	3789	1,50	0,105
Tramo (13-14)	2526	5,70	0,070
Tramo (14-15)	1263	4,50	0,035
BIF 2 Tramo (4-16)	8842	1,50	0,246
Tramo (16-17)	7579	4,20	0,211
Tramo (17-18)	6316	4,40	0,175
Tramo (18-19)	5053	4,00	0,140
Tramo (19-20)	3789	1,50	0,105
Tramo (20-21)	3789	4,00	0,105
Tramo (21-22)	2526	6,00	0,070
Tramo (22-23)	1263	6,00	0,035

RED 2 DE VENTILACIÓN

Tabla 21. Predimensionado red2 sótano-1

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	SECCIÓN MÍNIMA (m ²)
Tramo (1-2)	24000	4,20	0,667
Tramo (2-3)	22737	3.50	0,632
BIF 2 Tramo (3-4)	15158	4.20	0,421
Tramo (4-5)	13895	2.50	0,386
Tramo (5-6)	13895	3.50	0,386
Tramo (6-7)	12632	3.80	0,351
BIF 2-1 Tramo (7-8)	2526	2.60	0,070
Tramo (8-9)	1263	5.00	0,035
BIF 2-1 Tramo (7-10)	10105	2.00	0,281
Tramo (10-11)	8842	4,50	0,246
Tramo (11-12)	7579	5,00	0,211
Tramo (12-13)	6316	4.50	0,175
Tramo (13-14)	5053	4.00	0,140
Tramo (14-15)	3789	2.00	0,105
Tramo (15-16)	2526	5.00	0,070
Tramo (16-17)	1263	5.00	0,035
BIF 1 Tramo (3-18)	7579	2.00	0,211
Tramo (18-19)	6316	6.00	0,175
Tramo (19-20)	5053	6.00	0,140
Tramo (20-21)	3789	6.00	0,105
Tramo (21-22)	2526	6.00	0,070
Tramo (22-23)	1263	6.00	0,035

4.1.2. CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS PRIMARIAS

Después del predimensionado de los conductos, y teniendo en cuenta los parámetros necesarios y requeridos para el diseño de la instalación, se escogen las secciones adecuadas para cada tramo de los conductos y se calculan las pérdidas primarias causadas por la fricción.

Para calcular las pérdidas de carga en los conductos, utilizamos las hipótesis de cálculo explicadas en el apartado del capítulo 2.1.3. “Pérdidas de carga en conductos”.

Tramo (1-2). Red 1 de ventilación. Sótano -1.

Se toma una velocidad real de 9.26 m/s para comenzar, por tanto:

$$24000 \text{ m}^3/h \cdot 3600 \text{ s/h} = 9.26 A_s \Rightarrow A_s = 7.20 \text{ m}^2$$

Calculamos el diámetro hidráulico

$$D_h = 1,3 \frac{(600 \cdot 1200)^{5/8}}{(600 + 1200)^{1/4}} = 914.02 \text{ mm}$$

El número de Reynolds y el coeficiente de fricción serán los siguientes:

$$Re = \frac{1.11 \cdot 9.26 \cdot 914.02}{1.71 \cdot 10^{-5}} = 549409154$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1,8 \log_{10} \left[\left(\frac{0.15/914.02}{3,7} \right)^{1,11} + \frac{6,9}{549409154} \right] \Rightarrow f = 0.013221617$$

Por tanto la pérdida de presión debida a la fricción será:

$$h_f = 0.013221617 \frac{16}{0.91402} \cdot \frac{9.26^2}{2 \cdot 9.81} = 1.011508414 \text{ m}$$

$$P_f = 1.11 \cdot 9.81 \cdot 1.01 = 11.0144 \text{ Pa} = 1.123 \text{ mmca}$$

PÉRDIDAS PRIMARIAS SÓTANO -2.

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 22. Pérdidas primarias red1 sótano-2

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Dh (mm)	Re	hf (m)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
Tramo (1-2)	20000	16,00	1200	500	9,26	827,32	497294331	1,14	12,41	1,27
Tramo (2-3)	18750	4,80	1200	500	8,68	827,32	466176141	0,30	3,27	0,33
Tramo (3-4)	17500	2,50	1200	500	8,10	827,32	435097732	0,14	1,48	0,15
									17,17	1,75
BIF 1 Tramo (4-5)	8750	4,50	800	400	7,60	609,35	300434097	0,31	3,40	0,35
Tramo (5-6)	7500	7,70	800	400	6,51	609,35	257514940	0,39	4,27	0,44
Tramo (6-7)	6250	6,50	600	400	7,23	532,81	250189179	0,48	5,23	0,53
Tramo (7-8)	5000	6,00	400	300	11,57	377,71	283772461	1,72	18,78	1,91
Tramo (8-9)	3750	5,50	400	300	8,68	377,71	212829346	0,89	9,68	0,99
Tramo (9-10)	3750	1,50	400	300	8,68	377,71	212829346	0,24	2,64	0,27
Tramo (10-11)	2500	3,70	400	300	5,79	377,71	141886231	0,27	2,90	0,30
Tramo (11-12)	1250	3,70	300	300	3,86	327,95	82129462	0,14	1,53	0,16
									48,43	4,94
BIF 2 Tramo (4-13)	8750	2,00	800	400	7,60	609,35	300434097	0,14	1,51	0,15
Tramo (13-14)	7500	4,70	800	400	6,51	609,35	257514940	0,24	2,61	0,27
Tramo (14-15)	6250	6,00	600	400	7,23	532,81	250189179	0,44	4,83	0,49
Tramo (15-16)	5000	6,00	400	300	11,57	377,71	283772461	1,72	18,78	1,91
Tramo (16-17)	3750	1,50	400	300	8,68	377,71	212829346	0,24	2,64	0,27
Tramo (17-18)	3750	4,70	400	300	8,68	377,71	212829346	0,76	8,28	0,84
Tramo (18-19)	2500	6,00	400	300	5,79	377,71	141886231	0,43	4,70	0,48
Tramo (19-20)	1250	6,30	300	300	3,86	327,95	82129462	0,24	2,60	0,27
									45,94	4,68



RED 2 DE VENTILACIÓN

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Dh (mm)	Re	hf (m)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
Tramo (1-2)	20000	3,50	1200	500	9,26	827,32	497294331	0,249	2,716	0,277
Tramo (2-3)	18750	4,00	1200	500	8,68	827,32	466176141	0,250	2,727	0,278
									5,443	0.555
BIF 2 Tramo (3-4)	12500	2,20	1050	400	8,27	688,86	369672588	0,156	1,696	0,173
Tramo (4-5)	11250	5,00	1050	400	7,44	688,86	332705330	0,287	3,122	0,318
Tramo (5-6)	10000	6,00	1050	400	6,61	688,86	295738071	0,272	2,961	0,302
Tramo (6-7)	8750	2,00	800	400	7,60	609,35	300434097	0,139	1,509	0,154
Tramo (7-8)	8750	3,20	800	400	7,60	609,35	300434097	0,222	2,415	0,246
									11,703	1,193
BIF 2-1 Tramo (8-9)	2500	4,40	400	400	4,34	437,27	123194193	0,149	1,621	0,165
Tramo (9-10)	1250	6,00	300	300	3,86	327,95	82129462	0,228	2,480	0,253
									4,101	0,418
BIF 2-2 Tramo (8-11)	6250	3,50	600	400	7,23	532,81	250189179	0,259	2,818	0,287
Tramo (11-12)	5000	6,00	400	400	8,68	437,27	246388387	0,812	8,840	0,901
Tramo (12-13)	3750	6,00	400	300	8,68	377,71	212829346	0,970	10,564	1,077
Tramo (13-14)	2500	2,50	400	300	5,79	377,71	141886231	0,180	1,957	0,199
Tramo (14-15)	2500	4,30	400	300	5,79	377,71	141886231	0,309	3,365	0,343
Tramo (15-16)	1250	5,30	300	300	3,86	327,95	82129462	0,201	2,191	0,223
									29,734	6,253
BIF 1 Tramo (3-17)	6250	5,00	600	400	7,23	532,81	250189179	0,370	4,025	0,410
Tramo (17-18)	5000	6,00	400	300	11,57	377,71	283772461	1,725	18,780	1,914
Tramo (18-19)	3750	6,00	400	300	8,68	377,71	212829346	0,970	10,564	1,077
Tramo (19-20)	2500	4,50	400	300	5,79	377,71	141886231	0,323	3,522	0,359
Tramo (20-21)	1250	6,00	300	300	3,86	327,95	82129462	0,228	2,480	0,253
									39,372	4,013



PÉRDIDAS PRIMARIAS SÓTANO -1.

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 23. Pérdidas primeras red1 sótano-1

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Dh (mm)	Re	hf (m)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
Tramo (1-2)	24000	16,00	1200	600	9,26	914,02	549409154	1,012	11,014	1,123
Tramo (2-3)	22737	4,80	1200	600	8,77	914,02	520451247	0,272	2,965	0,302
Tramo (3-4)	22737	2,50	1200	500	10,53	827,32	565299910	0,230	2,506	0,256
									16,486	1,681
BIF 1 Tramo (4-5)	12632	2,80	1150	400	7,63	717,11	355065315	0,161	1,751	0,178
Tramo (5-6)	11368	4,20	1150	400	6,86	717,11	319558783	0,195	2,127	0,217
Tramo (6-7)	10105	4,30	1150	400	6,10	717,11	284052252	0,158	1,721	0,175
Tramo (7-8)	8842	4,30	850	400	7,22	626,46	293759083	0,261	2,839	0,289
Tramo (8-9)	7579	5,00	850	400	6,19	626,46	251793500	0,223	2,425	0,247
Tramo (9-10)	6316	5,00	650	400	6,75	553,36	242372328	0,307	3,346	0,341
Tramo (10-11)	5053	4,50	500	300	9,36	419,98	255081307	0,743	8,090	0,825
Tramo (11-12)	3789	4,70	400	300	8,77	377,71	215069655	0,776	8,450	0,861
Tramo (12-13)	3789	1,50	400	300	8,77	377,71	215069655	0,248	2,697	0,275
Tramo (13-14)	2526	5,70	400	300	5,85	377,71	143379770	0,418	4,555	0,464
Tramo (14-15)	1263	4,50	300	300	3,90	327,95	82993983	0,174	1,899	0,194
									39,900	4,067
BIF 2 Tramo (4-16)	8842	1,50	850	400	7,22	626,46	293759083	0,091	0,990	0,101
Tramo (16-17)	7579	4,20	850	400	6,19	626,46	251793500	0,187	2,037	0,208
Tramo (17-18)	6316	4,40	650	400	6,75	553,36	242372328	0,270	2,944	0,300
Tramo (18-19)	5053	4,00	400	300	11,70	377,71	286759540	1,174	12,785	1,303
Tramo (19-20)	3789	1,50	400	300	8,77	377,71	215069655	0,248	2,697	0,275
Tramo (20-21)	3789	4,00	400	300	8,77	377,71	215069655	0,660	7,192	0,733
Tramo (21-22)	2526	6,00	400	300	5,85	377,71	143379770	0,440	4,795	0,489
Tramo (22-23)	1263	6,00	300	300	3,90	327,95	82993983	0,233	2,532	0,258
									35,973	3,667



RED 2 DE VENTILACIÓN

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Dh (mm)	Re	hf (m)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
Tramo (1-2)	24000	4,20	1200	600	9,26	914,02	549409154	0,266	2,891	0,295
Tramo (2-3)	22737	3.50	1200	600	8,77	914,02	520451247	0,199	2,162	0,220
									5,053	0,515
BIF 2 Tramo (3-4)	15158	4.20	1050	500	8,02	778,86	405474870	0,241	2,629	0,268
Tramo (4-5)	13895	2.50	1050	500	7,35	778,86	371685298	0,121	1,315	0,134
Tramo (5-6)	13895	3.50	1050	400	9,19	688,86	410920267	0,306	3,334	0,340
Tramo (6-7)	12632	3.80	1050	400	8,35	688,86	373563879	0,275	2,992	0,305
									10,269	1,047
BIF 2-1 Tramo (7-8)	2526	2.60	350	400	5,01	408,80	133012369	0,127	1,386	0,141
Tramo (8-9)	1263	5.00	300	300	3,90	327,95	82993982,9	0,194	2,110	0,215
									3,497	0,356
BIF 2-1 Tramo (7-10)	10105	2.00	1050	400	6,68	688,86	298851103	0,093	1,008	0,103
Tramo (10-11)	8842	4,50	1050	400	5,85	688,86	261494715	0,159	1,736	0,177
Tramo (11-12)	7579	5,00	750	400	7,02	591,52	269452167	0,307	3,338	0,340
Tramo (12-13)	6316	4.50	750	300	7,80	505,55	255876025	0,412	4,486	0,457
Tramo (13-14)	5053	4.00	600	300	7,80	457,01	231311665	0,414	4,507	0,459
Tramo (14-15)	3789	2.00	400	300	8,77	377,71	215069655	0,330	3,596	0,367
Tramo (15-16)	2526	5.00	400	300	5,85	377,71	143379770	0,367	3,996	0,407
Tramo (16-17)	1263	5.00	300	300	3,90	327,95	82993982,9	0,194	2,110	0,215
									24,777	2,526
BIF 1 Tramo (3-18)	7579	2.00	600	500	7,02	598,13	272463273	0,121	1,317	0,134
Tramo (18-19)	6316	6.00	600	400	7,31	532,81	252822749	0,453	4,933	0,503
Tramo (19-20)	5053	6.00	600	400	5,85	532,81	202258199	0,290	3,157	0,322
Tramo (20-21)	3789	6.00	450	400	5,85	463,59	175980560	0,343	3,737	0,381
Tramo (21-22)	2526	6.00	450	300	5,20	399,61	134838800	0,325	3,537	0,361
Tramo (22-23)	1263	6.00	300	300	3,90	327,95	82993982,9	0,233	2,532	0,258
									19,214	1,959

4.1.3. PÉRDIDAS SECUNDARIAS

Para el cálculo de las pérdidas secundarias, debemos basarnos en la siguiente fórmula, y en los coeficientes de pérdidas de carga correspondientes para cada situación.

$$\Delta P = K\rho \frac{c^2}{2} = K \cdot Pd$$

Las principales pérdidas de carga en accidentes dentro de conductos de ventilación incluyen:

- Pérdidas en cambios de sección
- Pérdidas en cambios de dirección
- Pérdidas en bifurcaciones
- Pérdidas en la descarga de aire al exterior
- Pérdidas en los accesorios de la instalación, como pueden ser las rejillas.

Lo primero que debemos calcular son las presiones dinámicas, que para el tramo (1-2) de la red 1 de ventilación de la planta sótano -1, quedaría de la siguiente manera:

$$Pd = \frac{\rho v^2}{2} \Rightarrow Pd_{(tramo\ 1-2)} = \frac{1.11 \cdot 9.26^2}{2} = 47.59\ Pa$$

a) Pérdidas por cambio de sección

La red de ventilación será diseñada de tal manera que los cambios de sección sean graduales, eligiendo un ángulo de ensanchamiento de 15°.

Cuando el caudal de aire se encuentra con una zona donde se produce un aumento de la sección, el aire que circula por el conducto utiliza parte de su energía en expandirse. Estas pérdidas de carga serán función de la relación de diámetros de los conductos y del ángulo de ensanchamiento. En este caso el coeficiente K vendrá dado por las tablas que se pueden encontrar en el anexo 1 en función de la relación d/D, siendo estos los diámetros de los conductos en cuestión.

Se realiza el ejemplo de cálculo en el tramo (3-4) de la red 1 de ventilación del Sótano -1, puesto que entre los tramos 1 y 2 no existe cambio de sección:

Para una relación de diámetros igual a 0.91 y un ángulo de 15°, obtenemos un valor de K igual a 0.15. Por tanto, el valor de la pérdida de carga en el cambio de sección será:

$$\Delta P = K \cdot Pd = 0.15 \cdot 61.49 = 9.22 \text{ Pa}$$

b) Pérdidas en codos

El aire que circula por el conducto también pierde parte de su energía cuando se encuentra con un cambio de dirección, en parte debido al choque del aire con el conducto a su paso.

Las pérdidas por estos motivos son función del radio de giro del conducto, además de la relación entre el canto y el ancho del mismo. En este caso K vendrá dada por las tablas del anexo 1.

Como ejemplo, se calcula la pérdida del tramo (11-12) de la red 1 de ventilación del sótano -1.

Para un ángulo de 90° y una relación entre la altura y anchura de 0.6, obtenemos un valor de $K = 0.75$. Por tanto, la pérdida de carga en el codo será la siguiente.

$$\Delta P = K \cdot Pd = 0.75 \cdot 42.71 = 32.03 \text{ Pa}$$

c) Pérdidas en las bifurcaciones

Estas serán diseñadas con bisel a 90° con forma de T. Las bifurcaciones afectarán a las presiones del aire a su paso por ellas, y el valor del coeficiente K dependerá en estos casos de la relación existente entre los caudales de entrada y salida. Se elegirá su valor a partir de las tablas del anexo 1.

En la red 2 del sótano -2, encontramos una bifurcación que une el tramo (3-4) con (4-5) y (4-13).

Una relación entre las áreas de entrada y salida igual a 0,53 supone un coeficiente K de 0.21. Es por esto que la pérdida de carga en la bifurcación será:

$$\Delta P = K \cdot Pd = 0.21 \cdot 36.43 = 7.99 \text{ Pa}$$

PÉRDIDAS SECUNDARIAS SÓTANO -2.

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 24. Pérdidas secundarias red1 sótano-2

	Pdinámica (mmca)	Pcsección (Pa)	Pcsección (mmca)	Pcodo (Pa)	Pcodo (mmca)	Pbif (Pa)	Pbif (mmca)
Tramo (1-2)	4,85						
Tramo (2-3)	4,26						
Tramo (3-4)	3,71					7,99	0,814
	12,82	0,000	0,000	0,000	0,000	7,99	0,814
BIF 1 Tramo (4-5)	3,26	9,926	1,012				
Tramo (5-6)	2,40						
Tramo (6-7)	2,96	6,099	0,622				
Tramo (7-8)	7,58	22,304	2,274				
Tramo (8-9)	4,26			16,7	1,705		
Tramo (9-10)	4,26						
Tramo (10-11)	1,89						
Tramo (11-12)	0,84	1,735	0,177				
	27,46	40,06	4,08	16,73	1,71	0,00	0,00
BIF 2 Tramo (4-13)	3,26	9,926	1,012				
Tramo (13-14)	2,40						
Tramo (14-15)	2,96	6,099	0,622				
Tramo (15-16)	7,58	22,30	2,27				
Tramo (16-17)	4,26			20,07	2,046		
Tramo (17-18)	4,26						
Tramo (18-19)	1,89						
Tramo (19-20)	0,84	1,73	0,18				
	27,46	40,06	4,08	20,07	2,05	0,00	0,00

RED 2 DE VENTILACIÓN

Tabla 25. Pérdidas secundarias red2 sótano-2

	Pdinámica (mmca)	Pcsección (Pa)	Pcsección (mmca)	Pcodo (Pa)	Pcodo (mmca)	Pbif (Pa)	Pbif (mmca)
Tramo (1-2)	4,851						
Tramo (2-3)	4,263					17,899	1,825
	9,114	0,000	0,000	0,000	0,000	17,899	1,825
BIF 2 Tramo (3-4)	3,867	7,586	0,773				
Tramo (4-5)	3,132						
Tramo (5-6)	2,475						
Tramo (6-7)	3,264	7,044	0,718	41,624	4,243		
Tramo (7-8)	3,264					12,167	1,240
	16,001	14,631	1,491	41,624	4,243	12,167	1,240
BIF 2-1 Tramo (8-9)	1,066	3,137	0,320				
Tramo (9-10)	0,842	2,643	0,269				
	1,908	5,780	0,589	0,000	0,000	0,000	0,000
BIF 2-2 Tramo (8-11)	2,960	6,099	0,622				
Tramo (11-12)	4,263	10,455	1,066				
Tramo (12-13)	4,263	8,782	0,895				
Tramo (13-14)	1,895			7,435	0,758		
Tramo (14-15)	1,895						
Tramo (15-16)	0,842	1,735	0,177				
	16,118	27,071	2,760	7,435	0,758	0,000	0,000
BIF 1 Tramo (3-17)	2,960						
Tramo (17-18)	7,579	22,304	2,274				
Tramo (18-19)	4,263						
Tramo (19-20)	1,895						
Tramo (20-21)	0,842	1,735	0,177				
		24,039	2,450	0,000	0,000	0,000	0,000

PÉRDIDAS SECUNDARIAS SÓTANO -1.

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 26. Pérdidas secundarias red1 sótano-1

	Pdinámica (mmca)	Pcsección (Pa)	Pcsección (mmca)	Pcodo (Pa)	Pcodo (mmca)	Pbif (Pa)	Pbif (mmca)
Tramo (1-2)	4,851						
Tramo (2-3)	4,353						
Tramo (3-4)	6,269	9,224	0,940			21,729	2,215
	15,473	9,224	0,940	0,000	0,000	21,729	2,215
BIF 1 Tramo (4-5)	3,292	3,229	0,329				
Tramo (5-6)	2,666						
Tramo (6-7)	2,107						
Tramo (7-8)	2,952	2,896	0,295				
Tramo (8-9)	2,169						
Tramo (9-10)	2,576	2,527	0,258				
Tramo (10-11)	4,953	10,204	1,040				
Tramo (11-12)	4,353	6,406	0,653	32,029	3,265		
Tramo (12-13)	4,353						
Tramo (13-14)	1,935						
Tramo (14-15)	0,860	0,844	0,086				
	32,216	26,106	2,661	32,029	3,265	0,000	0,000
BIF 2 Tramo (4-16)	2,952	6,082	0,620				
Tramo (16-17)	2,169						
Tramo (17-18)	2,576	2,527	0,258				
Tramo (18-19)	7,739	18,980	1,935				
Tramo (19-20)	4,353			20,499	2,090		
Tramo (20-21)	4,353						
Tramo (21-22)	1,935						
Tramo (22-23)	0,860	0,844	0,086				
	26,938	28,433	2,898	20,499	2,090	0,000	0,000

RED 2 DE VENTILACIÓN

	Pdinámica (mmca)	Pcsección (Pa)	Pcsección (mmca)	Pcodo (Pa)	Pcodo (mmca)	Pbif (Pa)	Pbif (mmca)
Tramo (1-2)	4,851						
Tramo (2-3)	4,353					17,651	1,799
	9,204	0,000	0,000	0,000	0,000	17,651	1,799
BIF 2 Tramo (3-4)	3,639	7,140	0,728				
Tramo (4-5)	3,058			38,995	3,975		
Tramo (5-6)	4,778	7,312	0,745				
Tramo (6-7)	3,949					13,686	1,395
	15,423	14,451	1,473	38,995	3,975	13,686	1,395
BIF 2-1 Tramo (7-8)	1,421	5,578	0,569				
Tramo (8-9)	0,860	2,109	0,215				
	2,281	7,687	0,784	0,000	0,000	0,000	0,000
BIF 2-1 Tramo (7-10)	2,527						
Tramo (10-11)	1,935						
Tramo (11-12)	2,786	5,466	0,557				
Tramo (12-13)	3,440	7,086	0,722				
Tramo (13-14)	3,440	5,264	0,537				
Tramo (14-15)	4,353	10,676	1,088	17,082	1,741		
Tramo (15-16)	1,935						
Tramo (16-17)	0,860	1,687	0,172				
	21,275	30,180	3,076	17,082	1,741	0,000	0,000
BIF 1 Tramo (3-18)	2,786	9,566	0,975				
Tramo (18-19)	3,023	4,626	0,472				
Tramo (19-20)	1,935						
Tramo (20-21)	1,935	3,986	0,406				
Tramo (21-22)	1,529	3,149	0,321				
Tramo (22-23)	0,860	2,109	0,215				
	12,067	23,437	2,389	0,000	0,000	0,000	0,000

d) Pérdidas en las rejillas de los conductos de extracción

Las rejillas seleccionadas en el anterior capítulo en función del caudal que deben extraer el aire viciado del aparcamiento, de dimensiones DMT 1000x250, según el catálogo del fabricante tienen una sección libre de salida del aire de 0.148 m².

Por tanto, según la hoja técnica, adjuntada en el anexo 2, la pérdida de carga será de 4 Pa por rejilla de extracción.

Tabla 27. Pérdida de carga en las rejillas de extracción

	Nº rejillas por red	Pc total por red (Pa)
SÓTANO -1	19	76
SÓTANO -2	16	64

e) Conducto vertical y rejillas de toma de aire exterior

Este conducto debe ser recto y carecer de obstáculos en todo su tramo, por lo que las pérdidas de carga se limitarán a las provocadas por la fricción del aire a su paso por el conducto. Sabiendo las medidas de los conductos verticales, se obtienen las siguientes pérdidas de carga por fricción:

Tabla 28. Pérdidas de carga en los conductos verticales

	CAUDAL (m ³ /h)	DIMENSIONES (mm x mm)	Pf (Pa)
CONDUCTO S -1	19	1050x1050	1.60
CONDUCTO S -2	16	1000x1000	1.79

La expulsión de aire al exterior se realizará mediante una rejilla de intemperie marca Madel modelo DXT – 50, u otra similar. Las restricciones de área de paso están determinadas por el nivel sonoro equivalente máximo establecido por las normativas de la Comunidad de Madrid.

Según la información proporcionada por el fabricante, la velocidad límite de selección recomendada es de 4.5 m/s.

Teniendo en cuenta las restricciones sonoras, el caudal a extraer, y la velocidad, se seleccionan del catálogo las siguientes rejillas:

Tabla 29. Pérdidas de carga en rejillas de toma de aire exterior

	CAUDAL (m ³ /h)	DIMENSIONES (mm x mm)	Área paso libre (m ²)	Velocidad (m/s)	Pc (Pa)
CONDUCTO S -1	24000	2000x1000	1.585	4.21	70
CONDUCTO S -2	20000	2000x900	1.276	4.35	75

CUADRO RESUMEN DE PÉRDIDAS DE CARGA EN LOS CONDUCTOS

SÓTANO -2.

RED 1 DE VENTILACIÓN

Tabla 30. Cuadro resumen pérdidas de carga red1 sótano-2

Pérdida de carga (Pa)	Principal + Bif 1	Principal + Bif 2
Pfricción	65,60	63,11
Pcsección	40,06	40,06
Pcodos	16,73	20,07
Pbifurcación	7,99	7,99
Prejillas	36	36
Conducto vertical	76,60	76,60
	242,98	243,84

La mayor pérdida de carga se produce en la bifurcación 2, por lo que será esta pérdida de carga la que determine la presión del ventilador.

$$P_{1-s2} = 243.84 Pa$$

RED 2 DE VENTILACIÓN

Tabla 31. Cuadro resumen pérdidas de carga red2 sótano-2

Pérdida de carga	Principal + Bif 1	Principal + Bif 2 + Bif 2-1	Principal + Bif 2 + Bif 2-2
Pfricción	44,814	21,247	46,880
Pcsección	24,039	20,411	41,702
Pcodos	0,000	41,624	49,059
Pbifurcación	17,899	30,066	30,066
Prejillas	24	24	36
Conducto vertical	76,60	76,60	76,60
	187,353	213,948	280,307

La mayor pérdida de carga se produce en la bifurcación 2 - 2, por lo que será esta pérdida de carga la que determine la presión del ventilador.

$$P_{2-s2} = 280.307 Pa$$

SÓTANO -1**RED 1 DE VENTILACIÓN**

Tabla 32. Cuadro resumen pérdidas de carga red1 sótano-1

Pérdida de carga	Principal + Bif 1	Principal + Bif 2
Pfricción	56,387	52,459
Pcsección	35,330	37,657
Pcodos	32,029	20,499
Pbifurcación	21,7285319	21,7285319
Prejillas	48	36
Conducto vertical	71,78	71,788
	265,262	240,131

La mayor pérdida de carga se produce en la bifurcación 1, por lo que será esta pérdida de carga la que determine la presión del ventilador.

$$P_{1-s1} = 265.262 \text{ Pa}$$

RED 2 DE VENTILACIÓN

Tabla 33. Cuadro resumen pérdidas de carga red2 sótano-1

Pérdida de carga	Ppal+bif1	Ppal+bif2+ bif 2-1	Ppal+bif2+ bif 2-22
Pfricción	24,268	18,819	40,099
Pcsección	23,437	22,138	44,631
Pcodos	0,000	38,995	56,078
Pbifurcación	17,652	31,338	31,338
Prejillas	28	20	44
Conducto vertical	71,7880176	71,7880176	71,7880176
	165,144	203,079	287,933

La mayor pérdida de carga se produce en la bifurcación 2-2, por lo que será esta pérdida de carga la que determine la presión del ventilador.

$$P_{2-s1} = 287.933 \text{ Pa}$$

4.1.4. ELECCIÓN DE LOS VENTILADORES

Una vez se obtiene la pérdida de carga del conducto y el caudal de aire a extraer, se puede seleccionar el ventilador adecuado para cada caso.

Para la elección del ventilador se utiliza el software Easyvent, facilitado por la empresa de ventilación Soler y Palau. Se elegirán equipos que se encuentren por encima del punto de trabajo estimado, con unas tolerancias del 5% en caudal, y del 10% en pérdida de carga.

Según la actualización del CTE DB SI – 3, los ventiladores elegidos deberán tener una clasificación de F 300 – 60, pero en los catálogos de los fabricantes solo se encuentran ventiladores con clasificación F400 – 90. Esto implica una mayor resistencia al fuego, puesto que los extractores elegidos aguantarán a 400° durante un tiempo máximo de 90 minutos.

Para cumplir con lo especificado en el RITE 2007, la selección de los equipos de propulsión de fluidos portadores se realizará de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento.

Además, los ventiladores deberán ser de categoría SFP 1 o SFP 2, es decir, cuya potencia específica no sobrepase el valor de 750 W/(m³/s), por tratarse de un sistema de ventilación y extracción.

Esta potencia específica se calculará dividiendo la potencia absorbida por el motor entre el caudal de fluido transportado.

$$W_{esp} = \frac{W}{Q}$$

➤ **SÓTANO -2. Red 1 de ventilación**

Teniendo en cuenta las normativas a cumplir, y que la pérdida de carga será igual a 243.84 Pa, se elige de entre todas las posibilidades una caja de ventilación axial F400 – 90 marca S&P modelo CHGT/4-710-7/30-4kW, o similar.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características:

- Caudal = 20297 m³/h
- Ptotal = 251 Pa

- $$W_{esp} = \frac{4000}{20297/3600} = 709.13 \text{ W/m}^3\text{s} \quad (\text{Categoría SFP 2})$$

La curva que nos proporciona el programa es la siguiente:

Aire Seco normal a 20 °C y 700 m a nivel del mar.
 Ensayos realizados de acuerdo a Normas:
 ISO 5801 y AMCA 210-99.

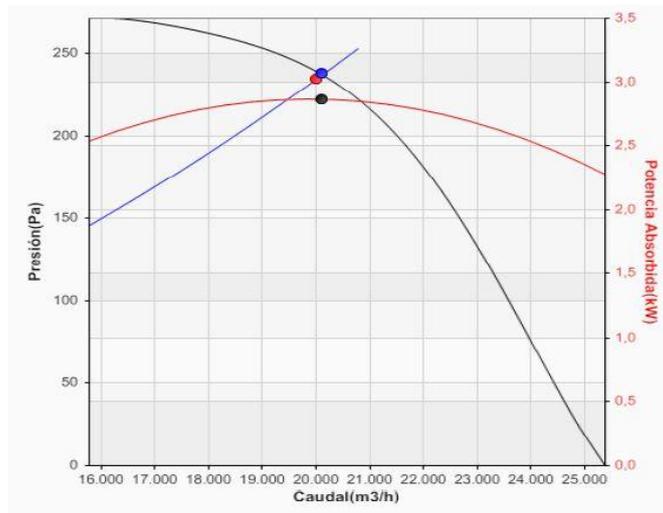


Ilustración 11. Curva característica ventilador red1 s-2

Debemos comprobar que el punto de trabajo proporcionado por el ventilador está dentro de la curva resistiva de nuestra instalación.

Esta curva se hallará mediante la ecuación fundamental de los ventiladores, que relaciona las pérdidas de carga con los caudales. En este caso,

$$P_{c_{vent}} = 243.84 \left(\frac{20297^2}{20000^2} \right)$$

$$P_{c_{vent}} = 251.13 \text{ Pa}$$

Es un resultado correcto, puesto que entra dentro del rango establecido por la tolerancia.

➤ **SÓTANO -2. Red 2 de ventilación**

En este caso, la pérdida de carga será igual a 280.307 Pa, así que se elige de entre todas las posibilidades una caja de ventilación axial F400 – 90 marca S&P modelo CHGT/4-710-7/34-5.5 kW, o similar.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características:

- Caudal = 20062 m³/h
- Ptotal = 282 Pa
- $W_{esp} = \frac{5500}{20062/3600} = 746.94 \text{ W/m}^3\text{s}$ (Categoría SFP 2)

La curva que nos proporciona el programa es la siguiente:

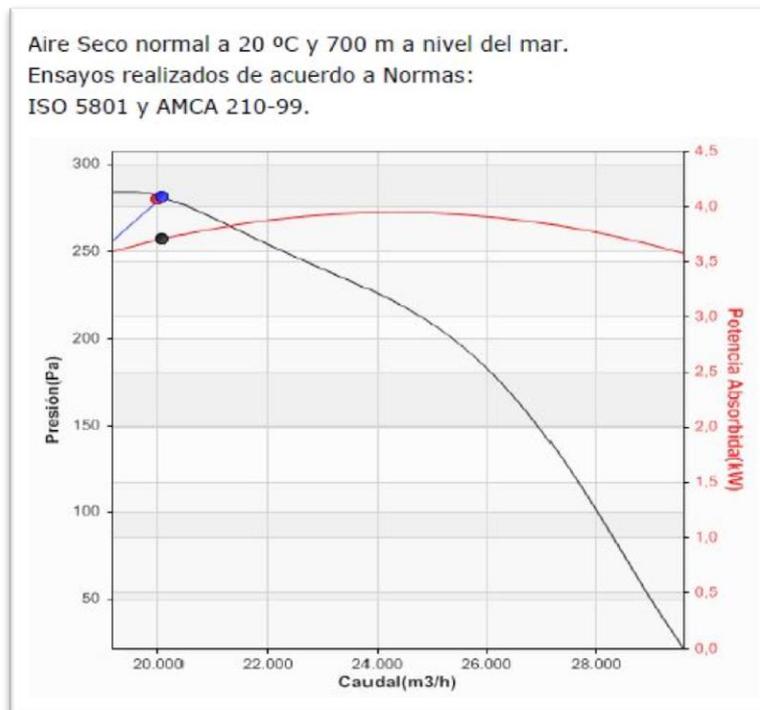


Ilustración 12. Curva característica ventilador red2 s-2

También se debe comprobar que el punto de trabajo proporcionado por el ventilador está dentro de la curva resistiva de nuestra instalación.

$$P_{C_{vent}} = 280.307 \left(\frac{20062^2}{20000^2} \right)$$

$$P_{C_{vent}} = 282.047 \text{ Pa}$$

Es un resultado correcto, puesto que el punto de trabajo calculado por la aplicación corresponde con la estimación hecha.

➤ **SÓTANO -1. Red 1 de ventilación**

En este caso, el caudal a extraer es de 24000 m³/h, y la pérdida de carga será igual a 265.262 Pa, así que se elige una caja de ventilación axial F400 – 90 marca S&P modelo CHGT/4-800-9/20-5.5 kW, o similar.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características:

- Caudal = 24106 m³/h
- Ptotal = 267 Pa
- $W_{esp} = \frac{5500}{24106/3600} = 746.70 \text{ W/m}^3\text{s}$ (Categoría SFP 2)

La curva que nos proporciona el programa es la siguiente:

Aire Seco normal a 20 °C y 700 m a nivel del mar.
 Ensayos realizados de acuerdo a Normas:
 ISO 5801 y AMCA 210-99.

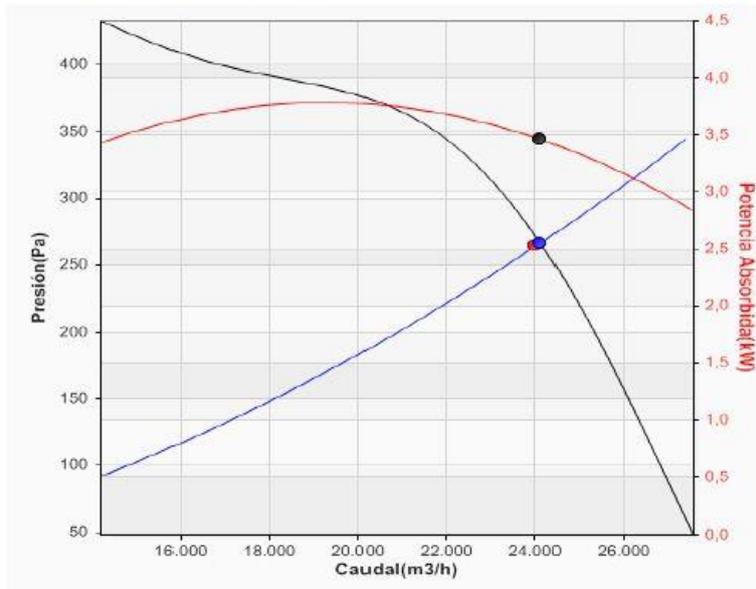


Ilustración 13. Curva característica ventilador red1 s-1

Se comprueba que el punto de trabajo proporcionado por el ventilador está dentro de la curva resistiva de la instalación.

$$P_{C_{vent}} = 265.262 \left(\frac{24106^2}{24000^2} \right)$$

$$P_{C_{vent}} = 267.61 \cong 267 \text{ Pa}$$

Es un resultado correcto, puesto que el punto de trabajo calculado por la aplicación corresponde con la estimación hecha.

➤ **SÓTANO -1. Red 2 de ventilación**

En este caso, la pérdida de carga será igual a 287.933 Pa, así que se elige una caja de ventilación axial F400 – 90 marca S&P modelo CHGT/4-800-6/22-5.5 kW, o similar.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características:

- Caudal = 24266 m³/h
- Ptotal = 296 Pa
- $W_{esp} = \frac{5500}{\frac{24266}{3600}} = 715.96 \text{ W/m}^3\text{s}$ (Categoría SFP 2)

La curva que nos proporciona el programa es la siguiente:

Aire Seco normal a 20 °C y 700 m a nivel del mar.
 Ensayos realizados de acuerdo a Normas:
 ISO 5801 y AMCA 210-99.

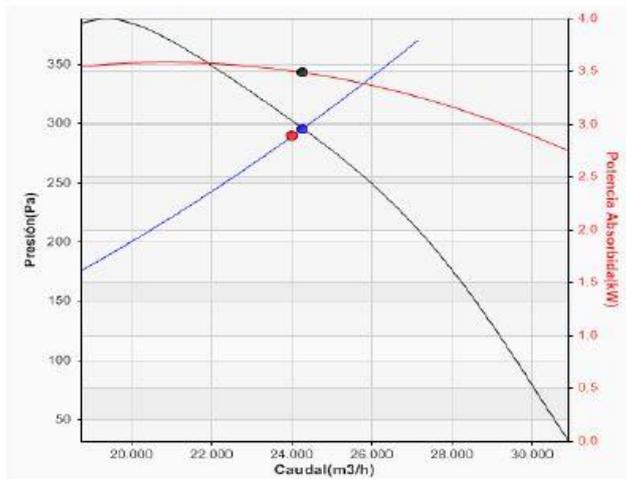


Ilustración 14. Curva característica ventilador red2 s-1

También se debe comprobar que el punto de trabajo proporcionado por el ventilador está dentro de la curva resistiva de nuestra instalación.

$$P_{C_{vent}} = 287.933 \left(\frac{24266^2}{24000^2} \right)$$

$$P_{C_{vent}} = 295.6 \cong 296 \text{ Pa}$$

Es un resultado correcto, puesto que el punto de trabajo calculado por la aplicación corresponde con la estimación hecha.

4.2. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PRESURIZACIÓN DE LAS ESCALERAS

Se tienen en total dos escaleras que ascienden desde la planta Sótano -2 hasta la superficie. Las dos escaleras tienen una puerta de una sola hoja que las unen con los vestíbulos de independencia correspondientes en cada planta.

Para realizar los cálculos del sistema de presurización de la escalera, habrá que determinar: el caudal de ventilación necesario, las dimensiones del conducto, las pérdidas de carga correspondientes, y el ventilador adecuado para la impulsión del aire.

4.2.1. CAUDAL DE VENTILACIÓN

Para poder determinar el caudal de ventilación, se deberá tener en cuenta a sección de las puertas de acceso al aparcamiento, ya que son los únicos puntos de fuga de aire, al no haber ventanas ni accesos al exterior directos.

El área de fuga se calcula, según la norma UNE, para dos puertas en serie (del vestíbulo de independencia), de la siguiente manera:

$$A_f = \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 + A_2^2}} = 1.131 \text{ m}^2$$

Siendo el área efectiva de paso de las puertas $A = 1.6 \text{ m}^2$

Por tanto, el caudal de ventilación a impulsar por el sistema, teniendo en cuenta los requisitos exigidos por la normativa será:

$$Q = v A_f = 0.75 \cdot 1.131 = 0.845 \text{ m}^3/\text{s} = 3054.70 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por normativa, este caudal deberá sobredimensionarse un 15% en previsión de las posibles fugas que se puedan producir.

$$Q_{esc} = 3512.91 \text{ m}^3/\text{h} \cong 3550 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.2.2. DIMENSIONADO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

Para cumplir con las especificaciones del apartado 2.3.4.2: *Ventilación mecánica de las escaleras*, se deberá dimensionar el **conducto de ventilación** de tal manera que la velocidad no sobrepase los 10 m/s. Para asegurar un reparto uniforme del caudal de aire a través de la escalera, no se colocarán rejillas cerca de las puertas.

Aunque según la normativa, en edificios de altura inferior a 11 m, como es el caso del aparcamiento proyectado, es aceptable un solo punto de suministro de aire para cada caja de escalera presurizada, pero en este caso se colocarán dos rejillas, una en cada planta, para que distribuyan la mitad del caudal.

Estas rejillas permitirán una distribución más uniforme del aire a lo largo de la escalera, además de disminuir el coste, por su menor sección y facilidad de instalación.

Para el dimensionado de las **rejillas de impulsión** colocadas en cada planta, se tendrá en cuenta la condición impuesta por el CTE, en la que se establece una velocidad de paso del aire menor a 2.5 m/s.

$$A_{min} = \frac{Q}{v} = \frac{1775/3600}{2.5} = 0.197 \text{ m}^2$$

Con esta área de paso mínima, se elegirán de entre todas las opciones proporcionadas por el fabricante, dos rejillas de impulsión Madel AMT de dimensiones 450x600.

Además, se colocarán **rejillas de intemperie** Madel DXT o similares al final del conducto vertical, diseñadas para la aspiración de aire exterior o expulsión de aire viciado.

Sabiendo que el caudal total del aire a expulsar es de 3550 m³/h, y que según los datos proporcionados por el fabricante, la velocidad máxima recomendada para este tipo de rejillas es de 4.5 m/s, se eligen modelos de dimensiones 500x600.

$$v = \frac{Q}{A} \leq 4.5 \Rightarrow A_{min} = \frac{3550/3600}{4.5} = 0.219 \text{ m}^2$$

En el anexo 2 se adjuntan las hojas técnicas proporcionadas por el fabricante.

Pérdidas primarias conducto

	CAUDAL (m ³ /h)	LONGITUD TRAMO (m)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Dh (mm)	Re	hf (m)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
P0 a S-1	3550	7,00	400	350	7,04	408,80	186910089	0,676	7,370	0,751
S-1 a S-2	1775	3,50	300	250	6,57	299,07	127622554	0,432	4,701	0,479

Tabla 34. Pérdidas primarias conducto escaleras

Rejillas de impulsión

	CAUDAL (m ³ /h)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Área libre (m ²)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
S-1	1775	600	450	2,44	0,202	9	0,917
S-2	1775	600	450	2,44	0,202	9	0,917

Tabla 35. Pérdidas primarias rejillas impulsión escaleras

Rejilla de admisión de aire exterior

	CAUDAL (m ³ /h)	ANCHURA (mm)	ALTURA (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Área libre (m ²)	Pf (Pa)	Pf (mmca)
EXTERIOR	3550	600	500	4,44	0,222	80	8,155

Tabla 36. Pérdidas primarias rejillas admisión escaleras

Pérdida de carga total

Se sobredimensiona con un coeficiente igual a 1.5, asegurando una presión más que suficiente en el ventilador.

$$P_{escalera} = 165,107 Pa$$

4.2.3. ELECCIÓN DEL VENTILADOR

Una vez se obtiene la pérdida de carga del conducto y el caudal de aire a extraer, se puede seleccionar el ventilador adecuado para cada caso.

Para la elección del ventilador se utiliza el software Easyvent, se introducirán los datos de presión y caudal necesarios, y se elegirá una caja de ventilación axial inmersa marca S&P modelo **CGT/4-500-6/16-0.55 kW**.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características:

- Caudal = $3656 \text{ m}^3/\text{h}$
- $P_{\text{total}} = 176 \text{ Pa}$
- $W_{\text{esp}} = \frac{550}{3656/3600} = 541.58 \text{ W}/\text{m}^3\text{s}$ (Categoría SFP 1)

La curva que nos proporciona el programa es la siguiente:

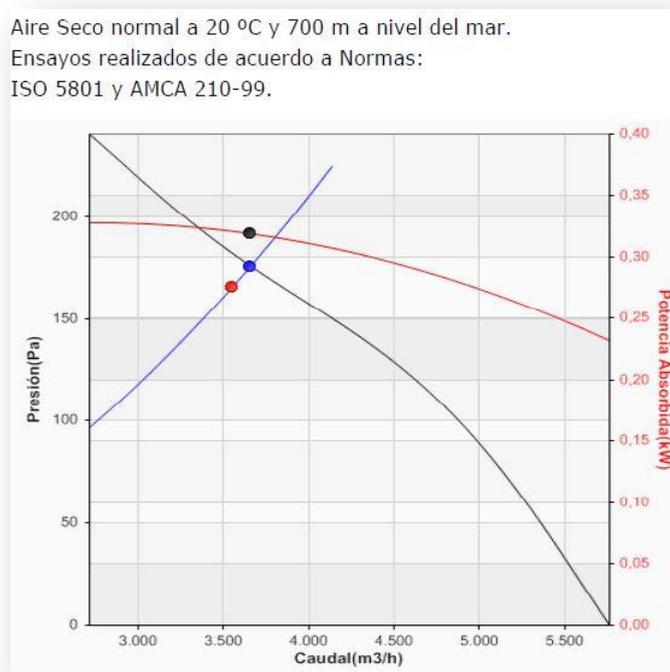


Ilustración 15. Curva característica ventilador escalera

4.2.4. RESTO DE ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

La única forma de que el sistema funcione correctamente es realizar una instalación de sondas de presión que proporcionen información a un variador de frecuencia, que a su vez controle la velocidad de giro de los ventiladores, garantizando así los caudales y presiones mínimos requeridos por el sistema.

Todo el sistema estará controlado por la central de incendios.

- Se elige un variador de frecuencia de la marca S&P modelo VFTM MONO 0.55, especial para motores de 0.55 kW.
- La sonda de presión se instalará en la escalera, y se escoge el modelo TDP-D.

En caso de que se produzca un incendio con las puertas cerradas, la sonda de presión detectará la sobrepresión, y el variador de frecuencia mantendrá un régimen del ventilador suficiente para dar una sobrepresión de 50 Pa, tal y como se establece en la normativa.

En el caso en el que se encontraran las puertas abiertas, no habrá diferencia de presión y el ventilador funcionará a máxima velocidad.

4.3. CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN NATURAL DE LAS ESCALERAS

Como se ha descrito en el apartado 2.2.4.1. “Ventilación natural de las escaleras”, el sistema de presurización solo actuará en caso de producirse un incendio.

El modo habitual de ventilación en estas será la natural, aprovechando el conducto instalado para la ventilación mecánica, además de las citadas holguras o la apertura frecuente de las puertas de la instalación.

Se comprueba en este apartado el caudal de aire que se podría renovar a través del conducto, mediante las indicaciones que aparecen en el CTE HS – 3.

$$A = 8q_v, \text{ siendo } A, \text{ el área libre de paso de la rejilla.}$$

Teniendo en cuenta que se ha elegido un modelo con un área de paso $A = 0.222 \text{ m}^2$, el caudal que podría renovar el conducto de forma natural sería el siguiente:

$$q_v = \frac{0.222}{8} = 999 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se calcula el número aproximado de renovaciones por hora que se producirían en el recinto de la escalera con el caudal anterior, tomando como el volumen del local un valor aproximado de 200 m^3 .

$$n^{\circ} \text{ renovaciones/hora} = \frac{q_v}{V} \cong 5$$

Este valor supone una renovación constante suficiente, sin tener en cuenta el resto de factores que ayudan a mantener el proceso de ventilación, especialmente por la acción de apertura de las puertas de acceso al recinto.

4.4. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

4.4.1. CÁLCULO DE LA RED DE BIE

Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias.

4.4.1.1. Capacidad del aljibe

De acuerdo con el RD 1942/1993, la capacidad del aljibe debe ser suficiente para que se produzca el funcionamiento de dos BIE de forma simultánea durante al menos una hora.

Dos BIE suponen un caudal

$$1.6 \text{ L/s} \cdot 2 = 3.2 \text{ L/s} = 11520 \text{ L/hora}$$

Tabla 37. Gasto por hora dos BIE simultáneas

	Caudal unitario (L/s)	Gasto simultáneo (L/s)	Gasto por hora (m3/h)
BIE 25 mm	1.6	3.2	11.52

Debido a esto, tendremos un volumen total del aljibe de **12 m³** para abastecer de manera adecuada a la instalación, alimentado desde la red principal de abastecimiento de agua.

Se aprovechará el depósito de 15 m³ previamente construido en el aparcamiento para este fin.

4.4.1.2. Diámetro de la red de tuberías

El diseño de instalación se ha realizado mediante una única red general que abastece a todos los puestos de la ampliación, de 25 mm de diámetro.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en las hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.

Las condiciones establecidas de presión caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

Una vez conocido los caudales, las secciones en cada tramo de tubería deberán calcularse de la siguiente manera:

$$Q = vA$$

Tomando una velocidad máxima por puesto de manguera de 2.5 m/s, el diámetro en cada derivación será el siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 2.5}} = 0.028m$$

Se toma como diámetro para cada derivación **1 ¼"**.

Para el cálculo del diámetro de la red general, consideramos a dos puestos en funcionamiento simultáneo, manteniendo la velocidad del apartado anterior; lo que daría como resultado lo siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.2 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 2.5}} = 0.041m$$

Se toma entonces como diámetro para la red general **2"**.

4.4.1.3. Pérdidas de carga en la red de tuberías

Para la pérdida lineal de carga por fricción en la tubería se utiliza la fórmula de Hazen-William simplificada para sección circular.

$$h_l = \frac{10.665Q^{1.85}}{C^{1.852}} \cdot \frac{L}{D^{4.8705}}, \text{ donde:}$$

- h = Pérdida de carga lineal [m.c.a.]
- C = Coeficiente de Hazen-William
- L = Longitud del tramo de tubería [m]
- Q = Caudal [m³/s]

A estas pérdidas de carga habrá que añadirle las producidas por singularidades, como pueden ser cambios de dirección o derivaciones en la red. Estas pérdidas se calcularán con la siguiente expresión:

$$h_s = K \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

- K = Coeficiente adimensional
- V = Velocidad del fluido a través de la tubería m/s]

Los valores más característicos del coeficiente K se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 38. Valores característicos de K

Tipo de singularidad	K
Válvula de retención (completamente abierta)	2
Válvula de compuerta (completamente abierta)	0.2
Codo a 90°	0.75
Codo a 45°	0.4
Derivación en forma de T	1.8

Por último, deberá sumarse a las anteriores la altura entre el grupo de presión y la boca más desfavorable, que en este caso es $h_g = 8$ m.c.a.; y la presión mínima en la punta de lanza $h_{BIE} = 35$ m.c.a.

La pérdida de carga total será la suma de todas las pérdidas calculadas para el circuito más desfavorable.

$$h = h_l + h_s + h_g + h_{BIE} = 17.120 + 1.61 + 8 + 35 = 61.73 \text{ m. c. a.}$$

A continuación se muestran los valores obtenidos de pérdidas para cada tramo de la red de tuberías.

Pérdidas de carga lineales en la red de tuberías para el funcionamiento simultáneo de [BIE05]+[BIE10]

Tabla 39. Pérdidas de carga lineales de la red de BIE

Tramo	Tipo	D (m)	Nº BIE simultáneas	Caudal (l/s)	Caudal (m ³ /s)	Long tramo (m)	h _l (m.c.a)
Gpresión - N1	RAMAL PPAL	0,05	2	3,2	0,0032	4	0,317
N1-N2	RAMAL PPAL	0,05	2	3,2	0,0032	25	1,979
N2-N3	RAMAL PPAL	0,05	2	3,2	0,0032	18	1,425
N3-N4	RAMAL PPAL	0,05	2	3,2	0,0032	8	0,633
N4-B05	DERIVACIÓN A BIE	0,03	1	1,6	0,0016	28	6,066
N4-N9	DERIVACIÓN A PLANTA S-1	0,05	2	3,2	0,0032	8	0,633
N9-B10	DERIVACIÓN A BIE	0,03	1	1,6	0,0016	28	6,066
							17,120

Pérdidas de carga por singularidades para el funcionamiento simultáneo de [BIE05]+[BIE10]

Tabla 40. Pérdidas de carga por singularidades de la red de BIE

Tramo	Tipo	v (m/s)	Singularidad	K	h _s (m.c.a)
Gpresión - N1	RAMAL PPAL	1,630	T	1,8	0,243
N1-N2	RAMAL PPAL	1,630	Codo 45	0,4	0,054
		1,630	T	1,8	0,243
N2-N3	RAMAL PPAL	1,630	T	1,8	0,243
N3-N4	RAMAL PPAL	1,630	T	1,8	0,243
N4-B05	DERIVACIÓN A BIE	2,086	codo 90	0,75	0,166
N4-N9	DERIVACIÓN A PLANTA S-1	1,630	T	1,8	0,243
N9-B10	DERIVACIÓN A BIE	2,086	codo 90	0,75	0,166
					1,605

4.4.1.4. Elección del grupo de presión

Se ha previsto la instalación de un grupo de presión, para el abastecimiento de la red de puestos de manguera. Este grupo aspirará de su aljibe correspondiente con capacidad para un mínimo de funcionamiento de dos horas en el caso más desfavorable, lo que representa una capacidad de 12 m³ útiles como mínimo.

El conjunto estará formado por un Grupo de presión compacto para instalaciones contra incendios según UNE 23500:12, de 12 m³/h de caudal nominal y 65 m.c.a. de altura manométrica nominal, de funcionamiento automático, con una bomba principal accionada por motor eléctrico de 11 kW de potencia, bomba jockey y cuadro eléctrico de protección y maniobra, montado sobre bancada, conectado a la red de servicio y a la red eléctrica.

5. ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO

5.1. OBJETO DEL ESTUDIO

El presente documento contiene el estudio de impacto acústico para el diseño y las instalaciones de ventilación y protección contra incendios de un aparcamiento subterráneo, situado en la ciudad de Madrid.

El ruido se considera contaminación acústica cuando implica molestia, riesgo o daño para las personas, para el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza.

Este estudio se centra únicamente en el cumplimiento de la correcta emisión acústica de los elementos instalados en los sistemas de ventilación y protección contra incendios. Este estudio no abarca las medidas de aislamiento que proporcionan los elementos constructivos con los que cuenta el edificio, puesto que no son objeto de este proyecto.

5.2. DATOS DE PARTIDA

5.2.1. EMPLAZAMIENTO

El aparcamiento proyectado se encuentra en el barrio de El Pilar, al norte de la ciudad de Madrid, con una densidad aproximada de 385 Hab/Ha, y con un urbanismo representado por una mayoría de edificios altos y viales con flujo de tráfico muy intenso pero fluido.

En las calles próximas a la situación del edificio, según un estudio acústico realizado por el Ayuntamiento de Madrid, el nivel continuo equivalente medio de ruido es $L_{Aeq,t} = 65-70$ dB.

En la siguiente imagen se aprecia el nivel continuo equivalente de ruido en las proximidades del emplazamiento.

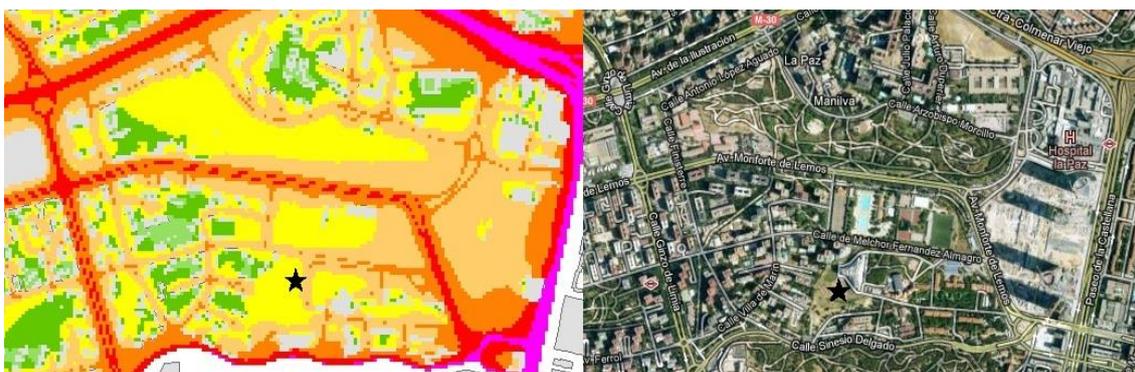


Ilustración 16. Nivel continuo equivalente de ruido. Barrio La Paz – Madrid

5.2.2. NORMATIVA APLICABLE

Se cumplirán los parámetros que exige la Normativa de aplicación más restrictiva en materia de contaminación acústica, la Ordenanza de Protección de la Atmósfera contra la Contaminación por Energía del Ayuntamiento de Madrid (ANM 2004/38).

5.3. PARÁMETROS ACÚSTICOS

Según la clasificación de áreas acústicas de la ANM 2004/38, se establecen los edificios de uso Aparcamiento como “Dotacional transporte”, y por tanto de tipo IV: *Área ruidosa*.

Los máximos niveles sonoros para este tipo de área son los siguientes:

Tabla 41. *Niveles máximos sonoros*

	Horario diurno (16h)	Horario nocturno (8h)
Nivel Sonoro máximo (dB)	70	60

5.3.1. EMISIÓN SONORA DE LOS SISTEMAS DE VENTILACIÓN

La potencia sonora que se emite al exterior debido a las instalaciones del sistema de ventilación se produce a través de:

- Rejillas de expulsión de aire al exterior del sistema de extracción
- Rejillas de toma de aire exterior del sistema de presurización de las escaleras
- Ventiladores

Rejillas de expulsión de aire del sistema de extracción

Se comprueban en las hojas técnicas facilitadas por el fabricante los valores de potencia sonora para los modelos elegidos:

Tabla 42. *Nivel de potencia sonora rejillas expulsión aire*

	DIMENSIONES (mm x mm)	Velocidad (m/s)	Lp (dB)
CONDUCTO S-1	2000x1000	4.21	53
CONDUCTO S-2	2000x900	4.35	55

Rejillas de toma de aire exterior del sistema de presurización de las escaleras

Tabla 43. Nivel de potencia sonora rejillas toma aire escaleras

	DIMENSIONES (mm x mm)	Velocidad (m/s)	Lp (dB)
CONDUCTO ESCALERA	600x500	4.44	58

Ventiladores

Tabla 44. Nivel de potencia sonora ventiladores

	Modelo	Lp (dB)
Red1 S-2	CHGT/4-710-7/30-4kW	86
Red2 S-2	CHGT/4-710-7/34-5.5 kW	87
Red1 S-1	CHGT/4-800-9/20-5.5 kW	91
Red2 S-1	CHGT/4-800-6/22-5.5 kW	89
Escaleras	CGT/4-500-6/16-0.55 kW	80

Como se puede apreciar en la anterior tabla, los niveles de potencia sonora en los ventiladores elegidos son mayores a lo permitido por la normativa.

5.4. MEDIDAS CORRECTORAS

Para evitar el malestar de los usuarios del aparcamiento y de las zonas colindantes, se instalarán los ventiladores en cuartos de extractores proyectados en la planta sótano - 1 y en la cubierta del aparcamiento, y previamente aislados acústicamente.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6.1. OBJETO DEL ESTUDIO

EL presente documento contiene el estudio de seguridad y salud para el diseño y las instalaciones de ventilación y protección contra incendios de un aparcamiento subterráneo, situado en la ciudad de Madrid.

El objetivo de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es definir los riesgos laborales que pueden surgir en la obra según los parámetros (tecnología, diseño y materiales) empleados en el proyecto. Una vez definidos los riesgos que afectan a la salud y a la integridad física del personal que intervendrá en la construcción, se proponen las medidas de prevención y protección para reducirlos y/o controlarlos.

Estos riesgos y sus medidas de prevención y protección tendrán que ser tenidos en consideración por el contratista cuando elabore o actualice el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo de la obra que estará en función del proceso y tecnología que empleará.

Todo aquel riesgo no previsto en este Estudio Básico y que surgiese en el desarrollo de la obra, se estudiará con los responsables de seguridad para arbitrar aquellas medidas de protección adicionales que se integrarán en el Plan de Seguridad del Contratista.

6.2. DATOS DE PARTIDA

6.2.1. CONDICIONES INICIALES DE LA OBRA

La obra se realiza en la ciudad de Madrid, a 667 m de altura sobre el nivel del mar.

Al realizar las obras se efectuarán pruebas y ensayos de las instalaciones antes, durante y tras su colocación.

Por tratarse de un proyecto sobre un espacio previamente construido, el estudio no abarcará los aspectos relativos a las fases de demolición, movimiento de tierras, cimentación y estructuras.



6.2.2. NORMATIVA APLICABLE

- Real Decreto 1627/1997 del 24 de Octubre que fija las disposiciones máximas de seguridad y salud en las obras.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre sobre Protección de Riesgos Laborales.
- Todo lo articulado de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, y su adecuación en la construcción, que este vigente en la fecha de hoy.

6.3. RIESGOS GENERALES MÁS FRECUENTES

Existen riesgos que pueden minimizarse, siempre que se cumplan una serie de normas generales, y se utilicen las protecciones adecuadas.

A continuación se enumeran los riesgos que suelen suceder durante un proceso constructivo, y se pondrá especial atención a ellos, además de los que aparecerán en cada una de las fases de la obra, ya que ninguno de los enumerados son evitables.

- Ocasionados por trabajar en condiciones climáticas desfavorables (lluvias, altas o bajas temperaturas, etc.)
- A causa de terceras personas por entrar sin permiso a la obra, en especial en las horas en las que los trabajadores no están en sus puestos.
- Contactos directos e indirectos con energía eléctrica o por conexiones peligrosas.
- Derivados de los trabajos en ambientes pulverulentos, principalmente afecciones en las vías respiratorias.
- Ruido ambiental y puntual.
- Caídas del personal a distinto nivel, en particular por encontrarse con huecos horizontales.
- Caídas del personal al mismo nivel, lesiones en articulaciones inferiores, por encontrar suelo en mal estado, debido al derrame de líquidos, desorden de obra, pisadas sobre objetos o falta de iluminación.
- Caídas al mismo nivel por mareos o lipotimias.
- Sobreesfuerzos y distensiones por trabajar en posturas forzadas durante largo tiempo o por continuo traslado de material pesado.
- Proyección violenta de partículas y objetos.
- Golpes, erosiones o cortes por manejo de herramientas.

6.4. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Estas normas deben cumplirse en todo momento por todas las personas que intervienen en el proceso constructivo.

- Uso obligatorio del casco.
- Todas las personas cumplirán con sus obligaciones particulares.
- Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas.
- Orden y limpieza de todo el recinto, sin apilar material en las zonas de tránsito, sino en las zonas delimitadas para ese uso.
- Mantenimiento de los accesos desde el principio del recorrido, delimitando la zona de trabajo, señalizando especialmente las zonas en las que exista cualquier tipo de peligro. En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra.
- Uso obligatorio de los equipos de protección individual.
- Mantenimiento adecuado de todos los medios de protección colectiva,
- Se utilizarán los medios auxiliares adecuados para los trabajos (escaleras, andamios, etc.), de modo que se prohíbe utilizar bidones, cajas o similares, para evitar accidentes por trabajos sobre andamios inseguros.
- Utilización de maquinaria que cumpla con la normativa vigente. La maquinaria deberá ser sometida a un control de mantenimiento adecuado.
- Todos los trabajos serán realizados por personal especializado, en particular la utilización, reparación y mantenimiento de toda la maquinaria
- Se prohíbe expresamente la anulación de la toma de tierra de las máquinas-herramientas. Se instalará en cada una de ellas una indicación en ese sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.
- Disposición de un cuadro eléctrico de obra, con las protecciones indicadas por la normativa vigente, así como un correcto mantenimiento del mismo y vigilancia continua del funcionamiento de las protecciones contra el riesgo eléctrico.
- La iluminación mediante portátiles se hará mediante portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección, alimentados a 24 voltios y seguros para la iluminación.



- Nunca se utilizarán como toma de tierra o neutro las canalizaciones de otras instalaciones.
- Se delimitará la zona de trabajo señalizándola, evitando en lo posible el paso de personal por la vertical de los trabajos.
- A las zonas de trabajo se accederá siempre de forma segura.
- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos con barandillas reglamentarias, para la prevención de accidentes, no utilizándose en ningún caso cuerdas o cadenas ni otro tipo de señalización.
- La empresa constructora acreditará mediante certificado médico que los operarios son aptos para desarrollar el trabajo.

En relación con terceros:

- Vallado de la obra y vigilancia permanente de los elementos limitadores de acceso público a la obra.
- Señalización en los accesos, indicando zona de obra, limitaciones de velocidad, etc.
- Señalización en los accesos a la obra “Prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra”.
- Carteles informativos dentro de la obra.
- Señales normalizadas de seguridad en distintos puntos de la misma: de prohibición, obligación o advertencia.

6.5. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVOS

Se utilizan de forma prioritaria, con el fin de cuidar la seguridad de cualquier persona que permanezca en la obra, así como para causar el menor número posible de molestias posibles al operario.

6.5.1. VÍAS DE EMERGENCIA

Las vías y salidas de emergencia deberán desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad, para que, en caso de peligro, todos los lugares de la obra puedan evacuarse en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

Las vías y salidas de emergencia no deberán ser obstaculizadas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse en cualquier momento.

En caso de avería en el sistema de alumbrado, las vías de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con alumbrado de seguridad.

6.5.2. DETECCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El recinto de la obra deberá estar dotado de un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios, que serán verificados previamente, y sometidos a pruebas de mantenimiento regularmente.

Los dispositivos de lucha contra incendios deberán ser fácilmente accesibles y estar señalizados.

6.5.3. VENTILACIÓN Y FACTORES ATMOSFÉRICOS

Los trabajadores deberán siempre de disponer de aire limpio en cantidad suficiente, así como protegidos frente a elementos nocivos como polvo, gases o vapores.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra las incidencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

La temperatura deberá ser la adecuada para el trabajador durante todo el tiempo de trabajo, teniendo en cuenta las cargas físicas impuestas y los métodos de trabajo que se apliquen.

6.5.4. ILUMINACIÓN

El recinto de la obra deberá disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural, además de iluminación artificial adecuada durante la noche y cuando no se consigan los niveles adecuados de luz natural.

El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar ni influir en la percepción de las señales.

6.5.5. VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ESPACIOS DE TRABAJO

Toda vía de circulación incluida en el recinto de la obra deberá estar preparada para que pueda ser usada fácilmente, con seguridad y conforme al uso al que haya sido destinada, de tal manera que los trabajadores no corran ningún riesgo.

Las dimensiones del espacio de trabajo deberán ser calculadas de tal manera que los trabajadores dispongan de suficiente libertad de movimientos para las actividades que deban realizar

6.5.6. ANDAMIOS Y ESCALERAS

Los andamios deberán proyectarse y mantenerse adecuadamente de manera que se evite el desplome o el desplazamiento accidentalmente.

Los trabajos en altura se realizarán con la ayuda de equipos de protección colectiva. Si esto no fuera posible, deberán disponer de equipos de protección individual adecuados para el trabajo a realizar.

Las plataformas de trabajo, las escaleras y las pasarelas de los andamios deberán protegerse de manera que se evite que las personas tengan riesgo de caer o estén expuestas a la caída de objetos.

6.6. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

En ningún caso sustituirán a ninguno de los elementos utilizados como medio de protección colectiva. Se deberán utilizar por los trabajadores de la obra para garantizar su seguridad.

- Los trabajadores deberán llevar cascos homologados de protección contra choques e impactos.
- Cuando el ruido supera el límite establecido por las Ordenanzas, se utilizarán elementos de protección auditiva.
- Los medios de protección ocular se determinarán en función del riesgo específico al que vayan a ser sometidos.
- Al realizar la obra en un enclave cerrado, como es el aparcamiento, la protección de las vías respiratorias será de extrema importancia para la consecución de las obras. El principal elemento a combatir será el polvo.
- El personal deberá utilizar adaptadores faciales, tipo mascarillas, dotados con filtros mecánicos con capacidad mínima de retención del 95%.
- En el caso de los trabajos en los que se produzca polvo debido al corte de materiales, debemos extremar las precauciones, humedeciendo las piezas antes de maniobrar con ellas.
- El calzado a utilizar será el normal, excepto en los casos de trabajos con corrientes eléctricas, en los que se deberá utilizar botas aislantes de electricidad.
- En estos tipos de trabajos, la parte más expuesta a sufrir deterioro son las manos. Por ellos se deben utilizar medios de protección específicas para el trabajo a ejecutar.
- En el caso de que los trabajadores se vayan a someter a sobreesfuerzos en algún momento, deberán llevar faja de protección contra las vibraciones.

7. PLIEGO DE CONDICIONES

7.1. OBJETO

El presente Pliego, en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción del presente proyecto.

7.2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

7.2.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente Pliego, conjuntamente con los Planos, la Memoria Técnica y el Presupuesto, forma parte del Proyecto de Ejecución que servirá de base para la ejecución de las obras. El Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre el Pliego y el resto de la documentación del Proyecto, se estará a lo que disponga al respecto la Dirección Facultativa. En cualquier caso, ambos documentos tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de la Edificación.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el presupuesto.

7.2.2. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

El director de ejecución de la obra

De conformidad con la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre), corresponde al Aparejador o Arquitecto Técnico en su condición de Director de Ejecución de la obra:



- Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra (este último junto con el arquitecto director de obra), así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.
- Comprobar las instalaciones provisionales y medios auxiliares, controlando su correcta ejecución.

El constructor

Corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Velar por el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Arquitecto y el Aparejador o Arquitecto Técnico, el acta de replanteo de la obra.



- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Custodiar el Libro de órdenes y asistencias, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar a la Dirección Facultativa, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros, que resulten preceptivos, durante la obra.

7.2.3. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

Observancia de estas condiciones

Las presentes condiciones serán de obligada observación por el Contratista, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas.

Normativa vigente

El Contratista se sujetará a las leyes, reglamentos, ordenanzas y normativa vigentes, así como a las que se dicten antes y durante la ejecución de las obras.

Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario solicitará las aclaraciones pertinentes.

Plan de seguridad y salud.

El Constructor, a la vista del Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en obra de Seguridad y Salud.

Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina que dispondrá de una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos y estará convenientemente acondicionada para que en ella pueda trabajar la Dirección Facultativa con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Representación del constructor

El constructor viene obligado a comunicar a la Dirección Facultativa la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el Proyecto.

El incumplimiento de estas obligaciones o, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Dudas de interpretación.

Todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa.

Conceptos no reflejados en parte de la documentación.

En la circunstancia de que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa; recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en los documentos escritos, la especificación de los mismos será decidida igualmente por la Dirección Facultativa.

Trabajos no estipulados expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta

interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, crea oportuno hacer el Constructor habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Requerimiento de aclaraciones por parte del constructor

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Reclamación contra las órdenes de la dirección facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de tipo técnico del Arquitecto, del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Subcontrataciones por parte del constructor

El Constructor podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros Contratistas e industriales, con sujeción a lo dispuesto por la legislación sobre esta materia y, en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, todo ello sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

7.2.4. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Recepción de la obra

Tras la recepción de la obra sin objeciones, o una vez que estas hayan sido subsanadas, el Constructor quedará relevado de toda responsabilidad, salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción, de los cuales responderá, en su caso, en el plazo de tiempo que marcan las leyes.

Garantía

El plazo de las garantías establecidas por la Ley de Ordenación de la Edificación comenzará a contarse a partir de la fecha consignada en el Acta de Recepción de la obra o cuando se entienda ésta tácitamente producida.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan, el Contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

Autorizaciones de uso

Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el Constructor las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran.

Los gastos de todo tipo que dichas autorizaciones originen, así como los derivados de arbitrios, licencias, vallas, alumbrado, multas, etc., que se ocasionen en las obras desde su inicio hasta su total extinción serán de cuenta del Constructor.

7.2.5. DE LOS TRABAJOS, LOS MATERIALES Y LOS MEDIOS AUXILIARES

Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo estipulado, desarrollándose en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista contar con la autorización expresa del Arquitecto y dar cuenta al Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con cinco días de antelación.

Orden de los trabajos

En general la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

Obras de carácter urgente

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier otra obra de carácter urgente.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Constructor no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiera proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en artículos precedentes.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Técnicas particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Ensayos y análisis

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuados los ensayos, pruebas, análisis y extracción de muestras de obra realizada que permitan comprobar que tanto los materiales como las unidades de obra están en perfectas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego.

El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

Materiales no utilizables

Se estará en todo a lo dispuesto en la legislación vigente sobre gestión de los residuos de obra.

7.2.6. MEDICIONES Y VALORACIONES

La medición del conjunto de unidades de obra se verificará aplicando a cada una la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, metros lineales, cuadrados, o cúbicos, kilogramos, partida alzada, etc.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Constructor derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el Proyecto, salvo cuando se trate de modificaciones de este aprobadas por la Dirección Facultativa y con la conformidad del promotor que vengan exigidas por la marcha de las obras, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente Proyecto se efectuarán multiplicando el número de estas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

El Constructor no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse.

7.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

7.3.1. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES, SOBRE LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA Y SOBRE VERIFICACIONES EN LA OBRA TERMINADA

El director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según las necesidades de la obra y según sus respectivas competencias, el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra, con el fin de comprobar que sus características técnicas satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros, para lo que se requerirá a los suministradores los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, comprenderá al menos lo siguiente:
 - Acreditación del origen, hoja de suministro y etiquetado.
 - El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.
- El control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
 - Los Distintivos de Calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
 - Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 de la Parte I del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

- El control de recepción mediante ensayos:
 - Si es necesario, se realizarán ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.
 - La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.
- Todos los materiales a emplear en la presente obra dispondrán de Distintivo de Calidad, Certificado de Garantía del fabricante y en su caso marcado CE. Serán de buena calidad reuniendo las condiciones establecidas en las disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.
- Todos los materiales que la Dirección Facultativa considere necesarios podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la Contrata, para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.
- Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las normas de la buena construcción y cumplirán estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa.
- El Constructor reflejará, con el visto bueno de la Dirección Facultativa, las variaciones producidas sobre copia de los planos correspondientes, quedando unida a la documentación técnica de la obra.
- La obra se llevará a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor. Estará sujeta a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, así como a las instrucciones del arquitecto y del aparejador o arquitecto técnico
- Durante la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan otras administraciones públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el CTE, Parte I, anejo II, se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la obra.

- En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.
- Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos
- En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.
- En la obra terminada, bien sobre toda ella en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.
- La documentación de la obra ejecutada, para su inclusión en el Libro del Edificio establecido en la LOE y por las administraciones públicas competentes, se completará con lo que se establezca, en su caso, en los DB para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE.
- Se incluirá en el libro del edificio la documentación indicada en apartado del presente pliego de condiciones respecto a los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra. Contendrá, asimismo, las instrucciones de uso y mantenimiento de la obra terminada, de conformidad con lo establecido en la normativa aplicable.

7.3.2. CLÁUSULAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LAS UNIDADES DE OBRA

Las prescripciones concretas sobre cada uno de los materiales o de las unidades de obra serán las descritas en la documentación técnica del proyecto. Para todo lo no incluido en el proyecto se estará a lo que determine la dirección facultativa.

De cualquier forma se cumplirá lo que establezcan para cada caso el CTE y el resto de normativa o reglamentación técnica.

8. PRESUPUESTO

En este apartado se ha generado un informe del presupuesto que significaría la adaptación de este proyecto a la realidad. Se ha elaborado un estudio de cada sistema incorporado adjuntando el montante económico que ello conllevaría.

Para realizar este presupuesto se ha dividido el informe en los distintos sistemas que sería necesario instalar, detallando de manera precisa las unidades consumidas y el importe económico que ello conllevaría.

Este importe económico ha sido extraído del PREEC 2012, cuyas siglas corresponden a la base de datos de Precios de Edificación y Obra Civil de 2012.

Se ha realizado con el programa Presto, programa informático de gestión de costes para edificación y obra civil, y se ha dividido en tres partes:

- Resumen del presupuesto
- Presupuesto y mediciones
- Cuadro de descompuestos

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	VENTILACIÓN	177.445,79
02	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	29.208,76
03	ESTUDIOS	575,00
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	207.229,55
	13,00 % Gastos generales	26.939,84
	6,00 % Beneficio industrial	12.433,77
	SUMA DE G. G. y B. I.	39.373,61
	21,00 % I. V. A.	51.786,66
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	298.389,82
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	298.389,82

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

, a 3 de enero de 2013.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 01 VENTILACIÓN									
SUBCAPITULO 01.01 VENTILADORES									
V01	<p>u CHGT 4-710-714kW</p> <p>Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-710-71-4kW-F400-400V-50Hz</p>						1,00	3.167,11	3.167,11
V02	<p>u CHGT 4-710-715,5kW</p> <p>Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-710-71-5,5kW-F400-400V-50Hz</p>						1,00	3.417,97	3.417,97
V03	<p>u CHGT 4-800-915,5kW</p> <p>Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-800-91-5,5kW-F400-400V-50Hz</p>						1,00	3.688,58	3.688,58
V04	<p>u CHGT 4-800-615,5kW</p> <p>Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-800-61-5,5kW-F400-400V-50Hz</p>						1,00	3.592,68	3.592,68
V06	<p>SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA</p> <p>Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos</p>						4,00	674,24	2.696,96
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 VENTILADORES									16.563,30
SUBCAPÍTULO 01.02 REJILLAS									
R01	<p>u AMT 450x600</p> <p>Rejilla de simple deflexión para impulsión con aletas orientables individualmente y paralelas a la cota mayor serie AMT AA de diferentes dimensiones, construida en aluminio y acabado anodizado AA con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro SP, fijación con clips (S) y marco de montaje CM. Marca MADEL.</p>						4,00	39,77	159,08
R02	<p>u DXT-50 500x600</p> <p>Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.</p>						2,00	102,15	204,30
R03	<p>u DXT-50 2000x1000</p> <p>Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.</p>						1,00	504,01	504,01



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
R04	<p>u DXT-50 2000x900</p> <p>Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.</p>						1,00	474,57	474,57
R05	<p>u DMT 1000x250</p> <p>Rejilla para retomo de aire con aletas fijas a 45° y paralelas a la cota mayor serie DMT, construida en aluminio y acabado anodizado AA con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro SP, fijación con clips (S) y marco de montaje CM. Marca MADEL.</p>						35,00	49,12	1.719,20
R06	<p>u DXT-50 1600x600</p> <p>Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.</p>						30,00	303,58	9.107,40
R07	<p>SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA</p> <p>Incluye suministro, montaje, mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos</p>						1,00	3.458,27	3.458,27
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 REJILLAS									15.626,83
SUBCAPÍTULO 01.03 CONDUCTOS									
C01	<p>m² PANEL CONDUCTO E600 90</p> <p>Panel de chapa galvanizada para construcción de conductos de admisión y extracción. Clasificación E600 90. Monosector.</p>						950,00	25,14	23.883,00
C02	<p>m² CH-E CHAPA GALVANIZADA</p> <p>Piezas especiales de chapa de acero galvanizado para la construcción de formas en conductos. Codos, cambios de sección y derivaciones</p>						500,00	34,56	17.280,00
C03	<p>u MATERIAL AUXILIAR</p> <p>Incluye material auxiliar para la fabricación de conductos. Refuerzos externos para fijación de techo, soportes para conductos horizontales, tomillería, pegamento para tratamiento de juntas.</p>						300,00	15,00	4.500,00
C05	<p>u SUMINISTRO, MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA</p> <p>Incluye suministro, mano de obra especializada, trabajos de albañilería, medios auxiliares y costes indirectos</p>						1,00	59.212,00	59.212,00
C04	<p>m² CH-08 CHAPA GALVANIZADA</p> <p>Chapa de acero galvanizada de 0,8 mm de espesor.</p>						910,00	33,20	30.212,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 CONDUCTOS									135.087,00



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.04 DETECCIÓN DE CO									
D01	u CENTRALITA DE CO Centralita de CO, marca Honeywell, model PARK, programable a diferentes niveles de concentración. Dos zonas.						1,00	450,03	450,03
D02	u DETECTORES CO Detector de monóxido con base homologado.						22,00	74,97	1.649,34
D03	u SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro, montaje, mano de obra especializada, materiales auxiliares (tubo PVC, conexiones detectores), medios auxiliares y costes indirectos.						1,00	1.417,03	1.417,03
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 DETECCIÓN DE CO									3.516,40
SUBCAPÍTULO 01.05 SISTEMA SOBREPRESIÓN ESCALERAS									
S01	u CGT 4-500-6/0,55kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P modelo CGT/4-500-6/-0,55kW-230/400V-50H						1,00	838,37	838,37
S02	u TRANSMISOR DE PRESIÓN TDP-D Sondas de presión S&P para instalación en sobrepresión de escaleras. Incluye conexionado						1,00	441,12	441,12
S03	u VTFM MONO 0.55 Variador de frecuencia para potencias de 0.55 kW. MArca S&P						1,00	358,14	358,14
S04	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos						2,00	844,25	1.688,50
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 SISTEMA SOBREPRESIÓN									6.652,26
TOTAL CAPÍTULO 01 VENTILACIÓN									177.445,79



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
CAPÍTULO 02 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS										
SUBCAPÍTULO 02.01 SISTEMA DETECCIÓN DE INCENDIOS										
DET01	u CENTRAL DE TECCIÓN ANALÓGICA ID 3000 Unidad de central analógica marca Honeywell ID3000. Multiprogramable y con adaptación individualizada de cada sensor.						1,00	2.740,00	2.740,00	
DET02	u DETECTOR ÓPTICO NFX-ISO-OPT Detector óptico de humos analógico para detección de incendios marca Honeywell. Funciones programables desde la central de incendios						70,00	54,08	3.785,60	
DET03	u DETECTOR TÉRMICO NFX-ISO-TDIFF Detector térmico analógico para detección de incendios marca Honeywell. Funciones programables desde la central de incendios						70,00	51,59	3.611,30	
DET04	u PULSADOR DE ALARMA M700 KAC Pulsador de alarma rearmable para sistema analógico con aislador de cortocircuito marca Honeywell.						20,00	14,00	280,00	
DET05	u ALARMA DE INCENDIOS NFXI-WSF-RR Alarma de incendios óptica-acústica marca Honeywell						10,00	27,25	272,50	
DET06	u MATERIAL AUXILIAR Incluye elementos necesarios para el montaje del sistema. Tornillería, cableado.						1,00	327,10	327,10	
DET07	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro del material, mano de obra especializada, montaje y pruebas.						1,00	895,38	895,38	
								1,00	895,38	895,38
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 SISTEMA DETECCIÓN DE										11.911,88



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.02 SISTEMA EXTINCIÓN DE INCENDIOS									
EXT01	u EXTINTOR P21A-113B Extintor portátil de polvo químico polivalente, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B, con 6 kg de agente extintor.						20,00	59,43	1.188,60
EXT02	u BIE 25 mm Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie						10,00	347,72	3.477,20
EXT03	m RED TUBERÍAS						1,00	5.101,06	5.101,06
EXT04	u HIDRANTE COLUMNA SECA 3" Hidrante de columna seca de 3" DN 80 mm, con toma recta, racores y tapones antirrobo de hierro.						1,00	849,80	849,80
EXT06	u MATERIAL AUXILIAR						1,00	669,08	669,08
EXT07	SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro del material, mano de obra especializada, montaje y pruebas.						1,00	1.750,00	1.750,00
EXT05	u GRUPO DE PRESIÓN 12 m ³ /h 65 m.c.a. Grupo de presión para tubería de diámetro 2", 65 m.c.a y 12 m ³ /h. Montado sobre panel de chapa fijada a la pared. Las uniones de las tuberías se harán mediante anillos de compresión de latón.						1,00	3.714,84	3.714,84
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 SISTEMA EXTINCIÓN DE									16.750,58
SUBCAPÍTULO 02.03 SEÑALIZACIÓN MEDIOS DE EXTINCIÓN Y EVACUACIÓN									
SEÑ01	LETREROS FOTOLUMINISCENTES 210x210 mm						50,00	5,00	250,00
SEÑ02	LETREROS FOTOLUMINISCENTES 420x420 mm						40,00	12,14	485,60
SEÑ03	LETREROS FOTOLUMINISCENTES 420x594mm						30,00	19,28	578,40
SEÑ04	SUMINISTRO Y MONTAJE DEL SISTEMA Incluye suministro del material, mano de obra especializada, costes indirectos y medios auxiliares						1,00	635,27	635,27
TOTAL SUBCAPÍTULO 02.03 SEÑALIZACIÓN MEDIOS DE									1.949,27
TOTAL CAPÍTULO 02 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS									30.611,73



PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTUDIOS									
EST01	U ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD								
							1,00	275,00	275,00
EST02	u ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO								
							1,00	300,00	300,00
TOTAL CAPÍTULO 03 ESTUDIOS									575,00
TOTAL									208.632,52



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPITULO 01 VENTILACIÓN					
SUBCAPÍTULO 01.01 VENTILADORES					
V01	u	CHGT 4-710-7/4kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignifugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anti-corrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-710-7/-4kW-F400-400V-50Hz Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					3.167,11
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS con ONCE CÉNTIMOS					
V02	u	CHGT 4-710-7/5,5kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignifugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anti-corrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-710-7/-5,5kW-F400-400V-50Hz Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					3.417,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
V03	u	CHGT 4-800-9/5,5kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignifugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anti-corrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-800-9/-5,5kW-F400-400V-50Hz Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					3.688,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
V04	u	CHGT 4-800-6/5,5kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignifugo de melamina , para 400° 2h. Inmersa, con carcasa exterior anti-corrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, para usos S1 y S2 (Confort y Emergencia), marca S&P modelo CHGT/4-800-6/-5,5kW-F400-400V-50Hz Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					3.592,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
V06		SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA					674,24
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS					



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.02 REJILLAS						
R01	u		AMT 450x600 Rejilla de simple deflexión para impulsión con aletas orientables individualmente y paralelas a la cota mayor serie AMT AA de diferentes dimensiones, construida en aluminio y acabado anodizado AA con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro SP, fijación con clips (S) y marco de montaje CM. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			39,77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
R02	u		DXT-50 500x600 Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			102,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DOS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS						
R03	u		DXT-50 2000x1000 Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			504,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS						
R04	u		DXT-50 2000x900 Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			474,57
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
R05	u		DMT 1000x250 Rejilla para retorno de aire con aletas fijas a 45° y paralelas a la cota mayor serie DMT, construida en aluminio y acabado anodizado AA con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro SP, fijación con clips (S) y marco de montaje CM. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			49,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con DOCE CÉNTIMOS						
R06	u		DXT-50 1600x600 Rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie DXT-A construida en aluminio y acabado anodizado AA, fijación con tornillos visibles. Marca MADEL.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			303,58
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS TRES EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS						
R07			SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro, montaje, mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			3.458,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.03 CONDUCTOS						
C01	m ²		PANEL CONDUCTO E600 90 Panel de chapa galvanizada para construcción de conductos de admisión y extracción. Clasificación E600 90. Monosector.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			25,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS						
C02	m ²		CH-E CHAPA GALVANIZADA Piezas especiales de chapa de acero galvanizado para la construcción de formas en conductos. Codos, cambios de sección y derivaciones			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			34,56
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
C03	u		MATERIAL AUXILIAR Incluye material auxiliar para la fabricación de conductos. Refuerzos externos para fijación de techo, soportes para conductos horizontales, tornillería, pegamento para tratamiento de juntas.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			15,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS						
C05	u		SUMINISTRO, MONTAJE Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro, mano de obra especializada, trabajos de albañilería, medios auxiliares y costes indirectos			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			59.212,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS DOCE EUROS						
C04	m ²		CH-08 CHAPA GALVANIZADA Chapa de acero galvanizada de 0,8 mm de espesor.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			33,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS						
SUBCAPÍTULO 01.04 DETECCIÓN DE CO						
D01	u		CENTRALITA DE CO Centralita de CO, marca Honeywell, model PARK, programable a diferentes niveles de concentración. Dos zonas.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			450,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS con TRES CÉNTIMOS						
D02	u		DETECTORES CO Detector de monóxido con base homologado.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			74,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS						
D03	u		SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro, montaje, mano de obra especializada, materiales auxiliares (tubo PVC, conexiones detectores), medios auxiliares y costes indirectos.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			1.417,03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS DIECISIETE EUROS con TRES CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.05 SISTEMA SOBREPRESIÓN ESCALERAS						
S01	u		CGT 4-500-6/0,55kW Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P modelo CGT/4-500-6/-0,55kW-230/400V-50H			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			838,37
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS						
S02	u		TRANSMISOR DE PRESIÓN TDP-D Sondas de presión S&P para instalación en sobrepresión de escaleras. Incluye conexionado			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			441,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con DOCE CÉNTIMOS						
S03	u		VTFM MONO 0.55 Variador de frecuencia para potencias de 0.55 kW. MARCA S&P			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			358,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS						
S04			SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye mano de obra especializada, medios auxiliares y costes indirectos			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			844,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS						
SUBCAPÍTULO 02.01 SISTEMA DETECCIÓN DE INCENDIOS						
DET01	u		CENTRAL DETECCIÓN ANALÓGICA ID 3000 Unidad de central analógica marca Honeywell ID 3000. Multiprogramable y con adaptación individualizada de cada sensor.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			2.740,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SETECIENTOS CUARENTA EUROS						
DET02	u		DETECTOR ÓPTICO NFX-ISO-OPT Detector óptico de humos analógico para detección de incendios marca Honeywell. Funciones programables desde la central de incendios			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			54,08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con OCHO CÉNTIMOS						
DET03	u		DETECTOR TÉRMICO NFX-ISO-TDIFF Detector térmico analógico para detección de incendios marca Honeywell. Funciones programables desde la central de incendios			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			51,59
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS						
DET04	u		PULSADOR DE ALARMA M700 KAC Pulsador de alarma rearmable para sistema analógico con aislador de cortocircuito marca Honeywell.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			14,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS						
DET05	u		ALARMA DE INCENDIOS NFXI-WSF-RR Alarma de incendios óptica-acústica marca Honeywell			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			27,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS						
DET06	u		MATERIAL AUXILIAR Incluye elementos necesarios para el montaje del sistema. Tornillería, cableado.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			327,10
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS						
DET07			SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro del material, mano de obra especializada, montaje y pruebas.			
					Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA			895,38
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.02 SISTEMA EXTINCIÓN DE INCENDIOS						
EXT01		u	EXTINTOR P21A-113B Extintor portátil de polvo químico polivalente, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B, con 6 kg de agente extintor.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			59,43
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS						
EXT02		u	BIE 25 mm Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			347,72
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS						
EXT03		m	RED TUBERÍAS			
EXT03.01	112,000	m	Tubo acero DIN 2440 1 1/4"	25,24	2.826,88	
EXT03.02	87,000	m	Tubo acero DIN 2440 2"	26,14	2.274,18	
			TOTAL PARTIDA			5.101,06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO UN EUROS con SEIS CÉNTIMOS						
EXT04		u	HIDRANTE COLUMNA SECA 3" Hidrante de columna seca de 3" DN 80 mm, con toma recta, racores y tapones antirrobo de hierro.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			849,80
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS						
EXT06		u	MATERIAL AUXILIAR			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			669,08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y NUEVE EUROS con OCHO CÉNTIMOS						
EXT07			SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA Incluye suministro del material, mano de obra especializada, montaje y pruebas.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			1.750,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS						
EXT05		u	GRUPO DE PRESIÓN 12 m3/h 65 m.c.a. Grupo de presión para tubería de diámetro 2", 65 m.c.a y 12 m3/h. Montado sobre panel de chapa fijada a la pared. Las uniones de las tuberías se harán mediante anillos de compresión de latón.			
						Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA			3.714,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SETECIENTOS CATORCE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS						



CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.03 SEÑALIZACIÓN MEDIOS DE EXTINCIÓN Y EVACUACIÓN						
SEÑ01			LETREROS FOTOLUMINISCENTES 210x210 mm			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			5,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS						
SEÑ02			LETREROS FOTOLUMINISCENTES 420x420 mm			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			12,14
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS						
SEÑ03			LETREROS FOTOLUMINISCENTES 420x594mm			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			19,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS						
SEÑ04			SUMINISTRO Y MONTAJE DEL SISTEMA			
			Incluye suministro del material, mano de obra especializada, costes indirectos y medios auxiliares			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			635,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS						

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ESTUDIOS						
EST01		U	ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			275,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS						
EST02		u	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO			
				Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA			300,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS EUROS						



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Llegados al final de este trabajo se puede afirmar que el objetivo principal de este Proyecto Fin de Carrera: “Diseño del sistema de ventilación y protección contra incendios de un aparcamiento subterráneo”, se ha cumplido a plena satisfacción.

El sistema diseñado garantiza la correcta ventilación del aparcamiento en todo momento. Además, la distribución de redes de extracción y el sistema de sobrepresión instalado en las escaleras ayudará a evacuar adecuadamente el humo lo más rápidamente posible en caso de producirse un incendio; estando la instalación preparada en su totalidad para su visado y posterior puesta en servicio.

El aparcamiento objeto del proyecto, con las medidas propuestas, proporciona un nivel de protección contra incendios apropiado, de acuerdo con lo exigido por la normativa vigente. Se ha conseguido una mejora del nivel de seguridad ante el fuego, que afectará a los ocupantes del recinto y a la integridad del edificio y de las instalaciones diseñadas, determinando las vías de evacuación y los dispositivos de detección y protección contra incendios más adecuados.

Al mismo tiempo, se ha optimizado en lo posible el consumo energético en el sistema de ventilación, realizando la elección de aquellos equipos más adecuados y eficientes según la función que vayan a desarrollar, y eligiendo los más económicos que cumplieran con las demandas exigidas.

Tal y como se puede apreciar en el presupuesto, las redes de conductos de ventilación son los componentes más caros de la instalación. Además, influyen en la optimización del consumo energético del sistema, puesto que la calidad de la ventilación depende en gran medida de la situación de los puntos de entrada y salida de aire. Es por ello que el diseño de las redes de extracción se ha realizado de manera que sea eficiente y adaptado al espacio previamente construido.

Las medidas correctoras aplicadas en el estudio de impacto acústico aseguran la calidad del servicio a los futuros usuarios del aparcamiento. Además, las normas de prevención definidas en el estudio básico de seguridad y salud facilitan la correcta consecución de la obra, garantizando en lo posible la seguridad de los trabajadores.

La ausencia de una normativa concreta para el dimensionado y diseño de la ventilación en aparcamientos obliga a tener que recoger una cantidad considerable de normativa, en general, poco precisa, lo que puede conducir a interpretaciones erróneas y contradictorias en algunos casos, por lo que sería recomendable la unificación de toda esta normativa para su uso en futuros proyectos.



REFERENCIAS

REFERENCIAS

[1] MARTÍN SÁNCHEZ, Franco. *Nuevo Manual de instalaciones de fontanería y saneamiento*. AMV Ediciones, 2008. 420p.

[2] NEIRA RODRIGUEZ, José Antonio. *Instalaciones protección contra incendios*. Fund. Confemetal, 2008. 384 p.

[3] UBEDA GÁZQUEZ, Pedro. *Seguridad contra incendios: Descripción y principios de diseño de equipos e instalaciones*. Autor-Editor, 2003. 460p.

[4] Promat. Catálogo de conductos de ventilación. [En línea]. < http://www.promat-iberica.es/templates/promat/images/pdf/Conductos_Ventilacion.pdf >

Último acceso: Enero -2013.

[5] Soler & Palau Sistemas de Ventilación < <http://www.solerpalau.es/> >

Último acceso: Enero -2013.

[6] Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid
< http://www.coam.org/pls/portal/coam_portada.web.inicio >

Último acceso: Enero -2013.

[7] Notifier by Honeywell. Sistemas de protección contra incendios.
< <http://www.notifier.es/> >

Último acceso: Enero -2013.

[8] Asociación Española de aparcamientos y garajes < <http://www.asesga.org/> >

Último acceso: Diciembre -2012.

[9] Honeywell España. *Información básica sobre aparcamientos* [En línea]. < http://www.honeywellanalytics.com/Technical%20Library/EMEA/1%20Types%20of%20Documents/Fact%20Sheet/Spanish/Fact%20Sheet_Car%20Park_ES.pdf >

Último acceso: Diciembre -2012.

[10] Ayuntamiento de Madrid. *Informes sobre contaminación acústica*. [En línea]. http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/calare/consulta/informe_Acustica.html >

Último acceso: Enero -2013.

[11] Universidad Politécnica de Madrid. *Apuntes sobre instalaciones*. Arquitectura técnica. Escuela de la Edificación. 2010.

[12] Universidad Politécnica de Madrid. *Curso de especialidad en protección contra incendios*. Arquitectura técnica. Escuela de la Edificación. 2010.

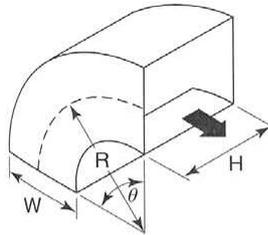
[13] UNED. *Apuntes sobre Gestión de Proyectos*. Ingeniería Industrial. 2012.



ANEXOS

ANEXO 1. CÁLCULO DE CONDUCTOS

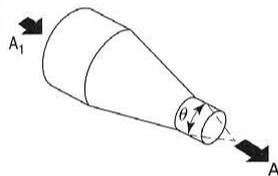
TABLAS DE COEFICIENTES DE PÉRDIDA EN ACCESORIOS (CONDUCTOS DE AIRE)



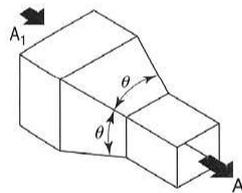
$\theta = 90^\circ$

r/W	H/W										
	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	5	6	8
0,5	1,5	1,40	1,30	1,20	1,10	1,10	0,98	0,92	0,89	0,85	0,83
0,75	0,57	0,52	0,48	0,44	0,40	0,39	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44
1	0,27	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,18	0,19	0,20	0,27	0,21
1,5	0,22	0,20	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
2	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15

Codo rectangular (radio suave)



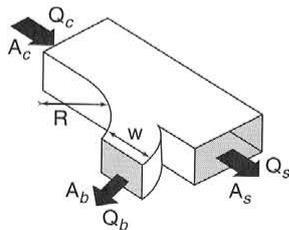
A ₁ /A	θ						
	10°	15°-40°	50°-60°	90°	120°	150°	180°
2	0,05	0,05	0,06	0,12	0,18	0,24	0,26
4	0,05	0,04	0,07	0,17	0,27	0,35	0,41
6	0,05	0,04	0,07	0,18	0,28	0,36	0,42
10	0,05	0,05	0,08	0,19	0,29	0,37	0,43



$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

(v_p = velocidad en la sección A)

Contracciones



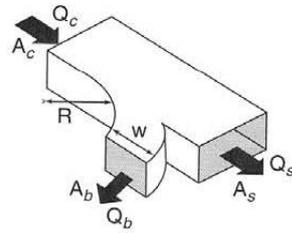
R/W = 10

(90°)

A _b /A _s	A _b /A _c	Q _b /Q _c							
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,25	0,25	0,55	0,50	0,60	0,85	1,2	1,8	3,1	4,4
0,35	0,25	0,35	0,35	0,50	0,80	1,3	2,0	2,8	3,8
0,50	0,50	0,62	0,48	0,40	0,40	0,48	0,60	0,78	1,1
0,67	0,50	0,52	0,40	0,32	0,30	0,34	0,44	0,62	0,92
1,0	0,50	0,44	0,38	0,38	0,41	0,52	0,68	0,92	1,2
1,0	1,0	0,67	0,55	0,46	0,37	0,32	0,29	0,29	0,30
1,33	1,0	0,70	0,60	0,51	0,42	0,34	0,28	0,26	0,26
2,0	1,0	0,60	0,52	0,43	0,33	0,24	0,17	0,15	0,17

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en derivación



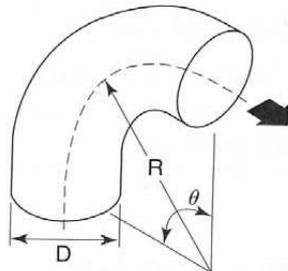
R/W = 10

(90°)

A _b /A _s	A _b /A _c	Q _b /Q _c								
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	
0,25	0,25	-0,01	-0,03	-0,01	0,05	0,13	0,21	0,29	0,38	
0,35	0,25	0,08	0	-0,02	-0,01	0,02	0,08	0,16	0,24	
0,50	0,50	-0,03	-0,06	-0,05	0	0,06	0,12	0,19	0,27	
0,67	0,50	0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,01	0,04	0,12	0,23	
1,0	0,50	0,72	0,48	0,28	0,13	0,05	0,04	0,09	0,18	
1,0	1,0	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	0,06	0,13	0,22	0,30	
1,33	1,0	0,10	0	0,01	-0,03	-0,01	0,03	0,10	0,20	
2,0	1,0	0,62	0,38	0,23	0,13	0,08	0,05	0,06	0,10	

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en conducto principal



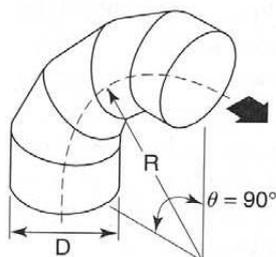
R/D	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
C ₀	0,71	0,33	0,22	0,15	0,13	0,12

theta	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
K	0	0,31	0,45	0,60	0,70	0,85	1,0	1,13	1,20	1,28	1,40

$$C = C_0 K$$

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

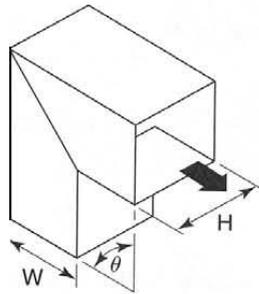
C en codo suave circular



Piezas	R/D				
	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
5	-	0,46	0,33	0,24	0,19
4	-	0,50	0,37	0,27	0,24
3	0,98	0,54	0,42	0,34	0,33

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

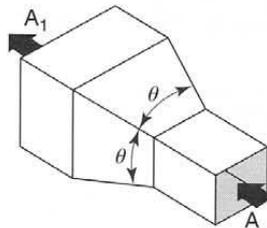
C en codo varias piezas



θ	H/W					
	0,5	0,75	1,0	2,0	3,0	4,0
20	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,06
30	0,17	0,17	0,16	0,15	0,13	0,13
45	0,37	0,36	0,34	0,31	0,28	0,27
60	0,59	0,57	0,55	0,52	0,46	0,43
75	0,87	0,84	0,81	0,77	0,67	0,63
90	1,30	1,20	1,20	1,10	0,98	0,92

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

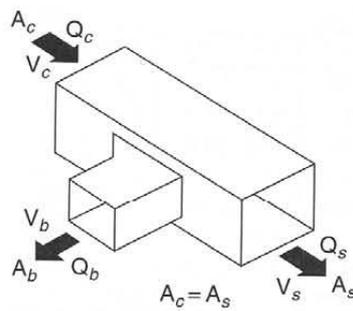
C en codo rectangular



A ₁ /A	θ					
	30	45	60	90	120	180
2	0,25	0,29	0,31	0,32	0,33	0,30
4	0,50	0,56	0,61	0,63	0,63	0,63
6	0,58	0,68	0,72	0,76	0,76	0,75
≥10	0,59	0,70	0,80	0,87	0,85	0,86

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en transición rectangular

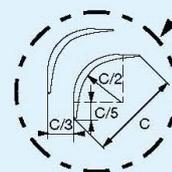
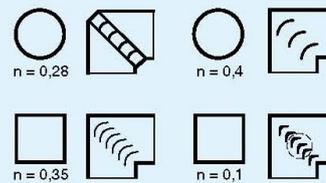
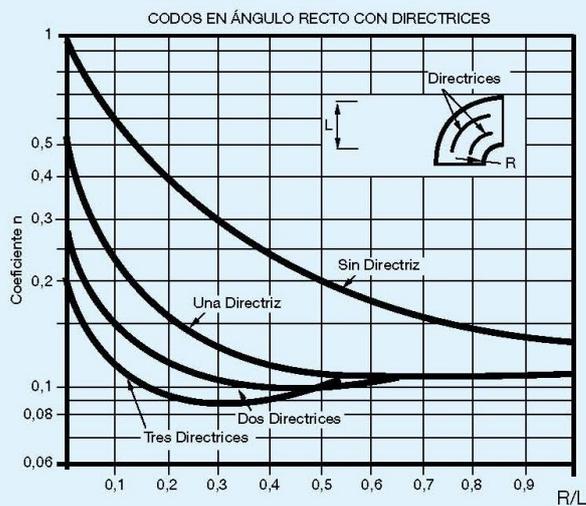
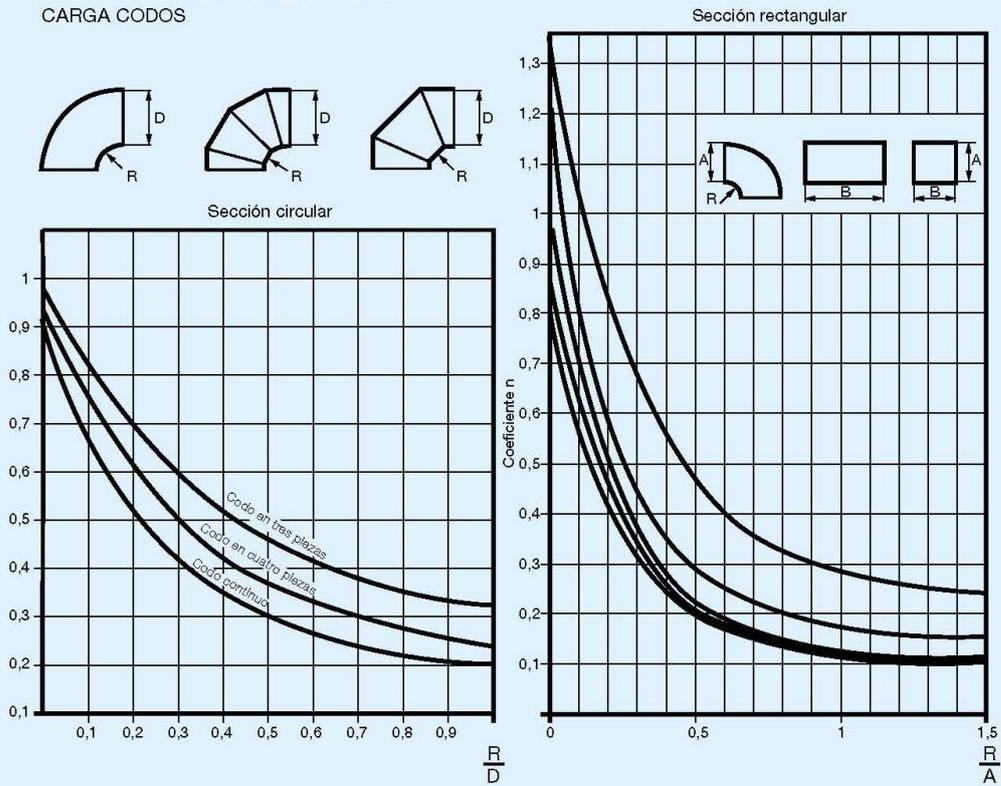


V _b /V _c	Q _b /Q _c							
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
0,2	0,91							
0,4	0,81	0,79						
0,6	0,77	0,72	0,70					
0,8	0,78	0,73	0,69	0,66				
1,0	0,78	0,98	0,85	0,79	0,74			
1,2	0,90	1,11	1,16	1,23	1,03	0,86		
1,4	1,19	1,22	1,26	1,29	1,54	1,25	0,92	
1,6	1,35	1,42	1,55	1,59	1,63	1,50	1,31	1,09

$$\Delta P = C \rho \frac{v_p^2}{2}$$

C en "T" (45°)

COEFICIENTES <<n>> DE PÉRDIDAS DE CARGA CODOS



Detalle álabes de grosor aerodinámico

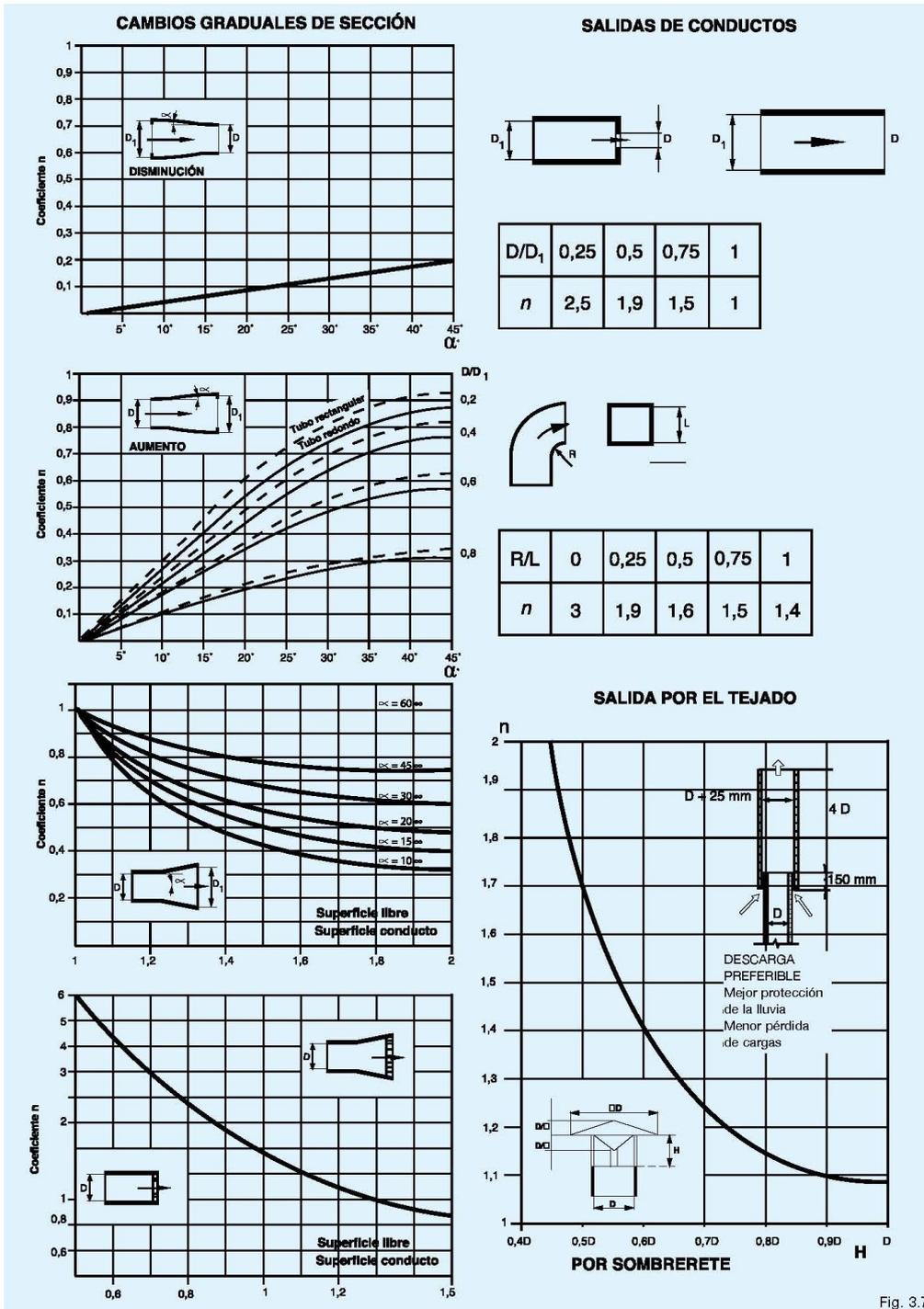


Fig. 3.7

ANEJO 2 HOJAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN



Proyecto **aparcamiento**
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 773941.1.5/773941

13/12/2012

CAJA DE DESENFUMAGE



[PV02443T20] - CHGT/4-800-9/20-5,5kW-F400-400V-50Hz

Descripción

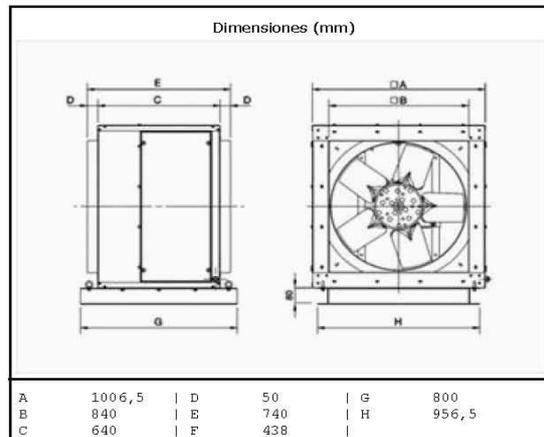
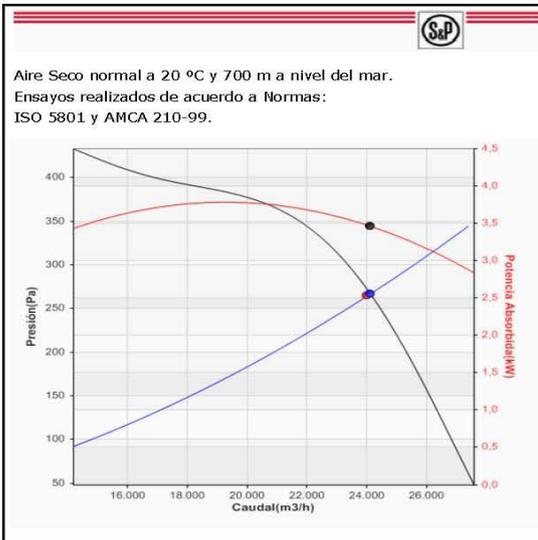
Caja de ventilación axial, Desenfumage 400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase H, marca S&P modelo CHGT/4-800-9/20-5,5kW-F400-400V-50Hz para un caudal [Q=24.106 m3/h] y presión estática [Pst=267 Pa].

Punto Requerido						
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia Hz	Tension V
24.000	265	20	700	1,12	50	400

Punto de Trabajo							
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Pr. Din Pa	Pr. Tot Pa	Pot útil kW	Vel imp m/s	Vel asp m/s	Vel vent r.p.m.
24.106	267	100	367	3,46	13,3	13,3	1450

Construcción							
Tipo	Diametro mm	Palas	Inclinación °	Peso kg	Flujo de Aire	Camisa	Certificación
CHGT	800	9	20	130	A	-1	F400

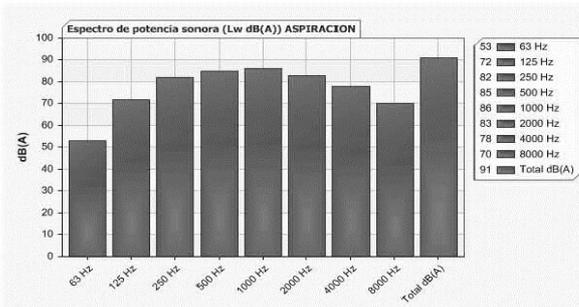
Características del Motor							
Vel Mot r.p.m.	Pot mot kW	Polos	Int nom A (230V)	Int nom A (400V)	IP	Clase mot	Certificación
1.450	5,5	4		11	IP-55	H	F400



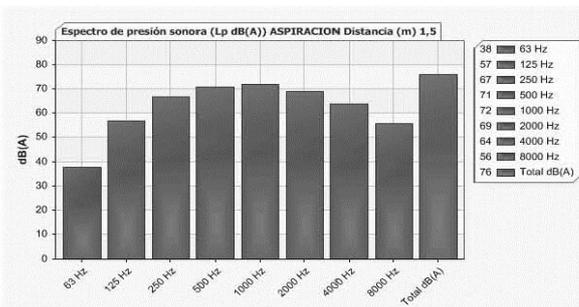


Proyecto **aparcamiento** 13/12/2012
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 773941.1.5/773941

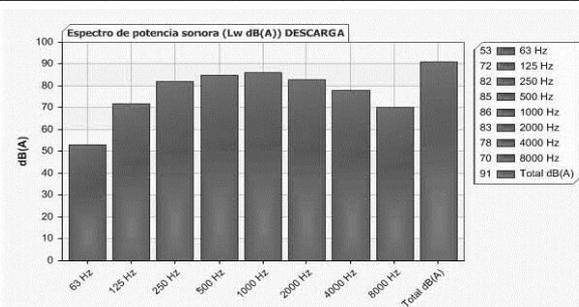
Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) ASPIRACION									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	53	72	82	85	86	83	78	70	91



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) ASPIRACION Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	38	57	67	71	72	69	64	56	76



Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) DESCARGA									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	53	72	82	85	86	83	78	70	91



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) DESCARGA Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	38	57	67	71	72	69	64	56	76



Proyecto **aparcamiento**
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 771232.1.4/771232

11/12/2012

CAJA DE DESENFUMAGE



[PV02433T22] - CHGT/4-800-6/22-5,5kW-F400-400V-50Hz

Descripción

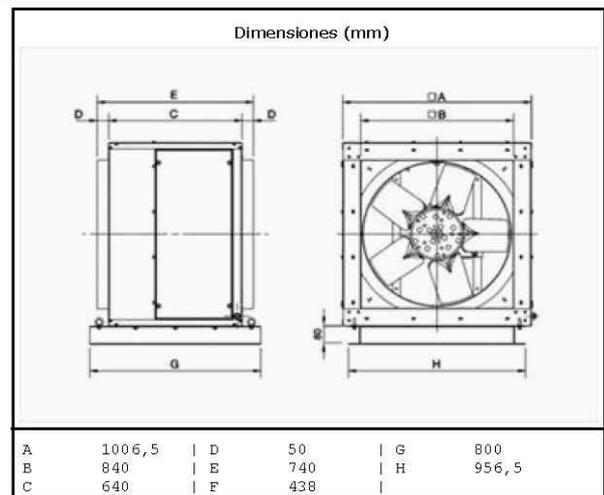
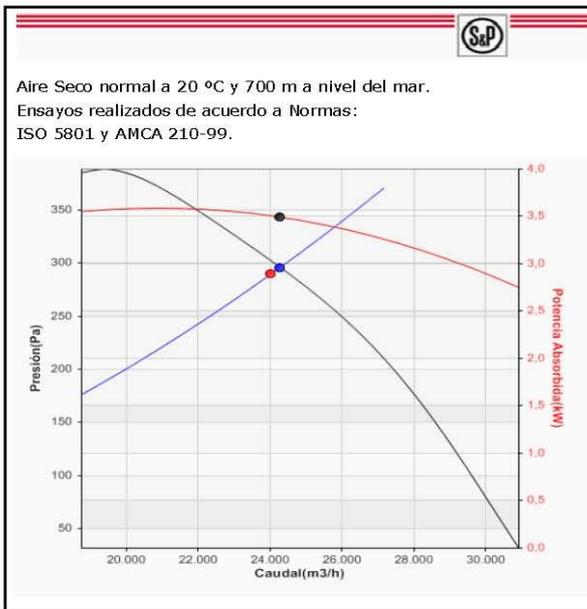
Caja de ventilación axial, Desenfumage 400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase H, marca S & P modelo CHGT/4-800-6/22-5,5kW-F400-400V-50Hz para un caudal [Q=24.266 m3/h] y presión estática [Pst=296 Pa].

Punto Requerido						
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia Hz	Tension V
24.000	290	20	700	1,12	50	400

Punto de Trabajo							
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Pr. Din Pa	Pr. Tot Pa	Pot útil kW	Vel imp m/s	Vel asp m/s	Vel vent r.p.m.
24.266	296	101	397	3,49	13,4	13,4	1450

Construcción							
Tipo	Diametro mm	Palas	Inclinación °	Peso kg	Flujo de Aire	Camisa	Certificación
CHGT	800	6	22	127	A	-1	F400

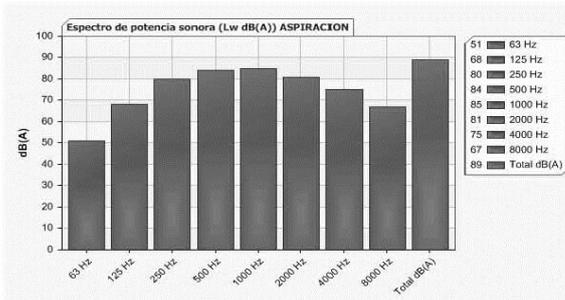
Características del Motor							
Vel Mot r.p.m.	Pot mot kW	Polos	Int nom A (230V)	Int nom A (400V)	IP	Clase mot	Certificación
1.450	5,5	4		11	IP-55	H	F400



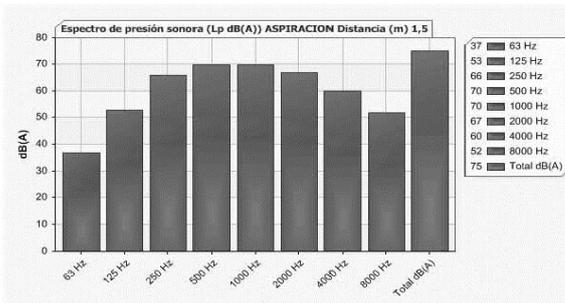


Proyecto **aparcamiento** 11/12/2012
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 771232.1.4/771232

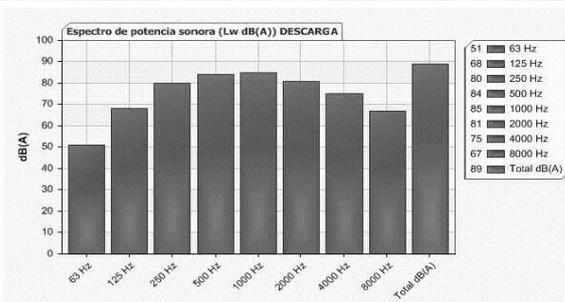
Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) ASPIRACION									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	51	68	80	84	85	81	75	67	89



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) ASPIRACION Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	37	53	66	70	70	67	60	52	75



Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) DESCARGA									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	51	68	80	84	85	81	75	67	89



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) DESCARGA Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	37	53	66	70	70	67	60	52	75



Proyecto **aparcamiento**
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 772784.1.3/772784

12/12/2012

CAJA DE DESENFUMAGE



[PVO2410T30] - CHGT/4-710-7/30-4kW-F400-400V-50Hz

Descripción

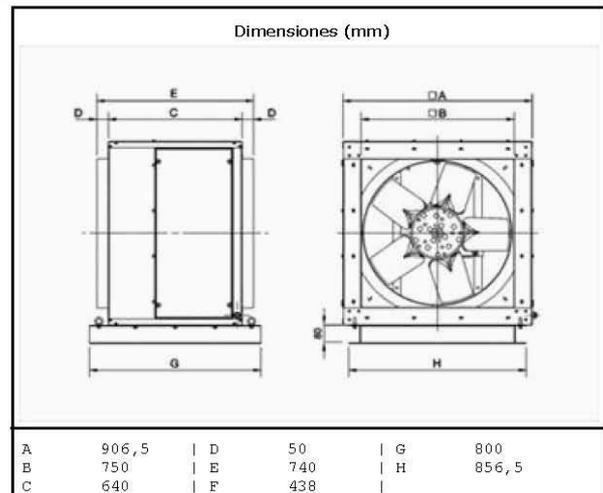
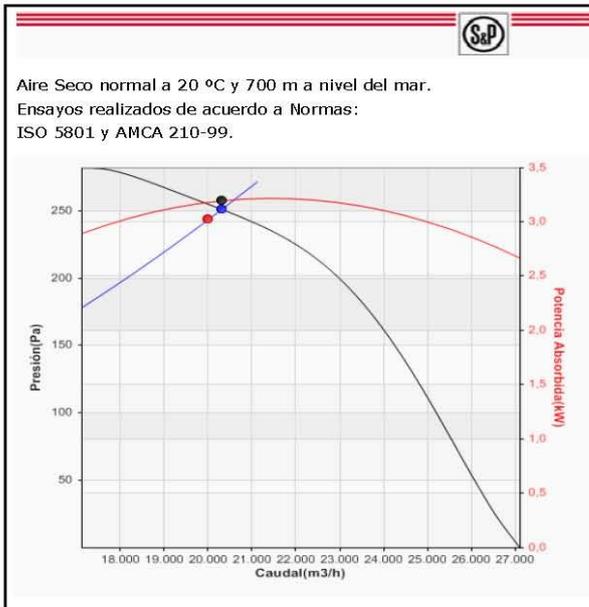
Caja de ventilación axial, Desenfumage 400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase H, marca S&P modelo CHGT/4-710-7/30-4kW-F400-400V-50Hz para un caudal [Q=20.297 m3/h] y presión estática [Pst=251 Pa].

Punto Requerido						
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia Hz	Tension V
20.000	244	20	700	1,12	50	400

Punto de Trabajo							
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Pr. Din Pa	Pr. Tot Pa	Pot útil kW	Vel imp m/s	Vel asp m/s	Vel vent r.p.m.
20.297	251	114	365	3,20	14,2	14,2	1440

Construcción							
Tipo	Diametro mm	Palas	Inclinación °	Peso kg	Flujo de Aire	Camisa	Certificación
CHGT	710	7	30	109	A	-1	F400

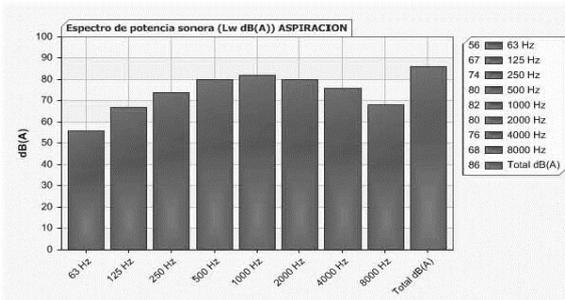
Características del Motor							
Vel Mot r.p.m.	Pot mot kW	Polos	Int nom A (230V)	Int nom A (400V)	IP	Clase mot	Certificación
1.440	4	4		8,18	IP-55	H	F400



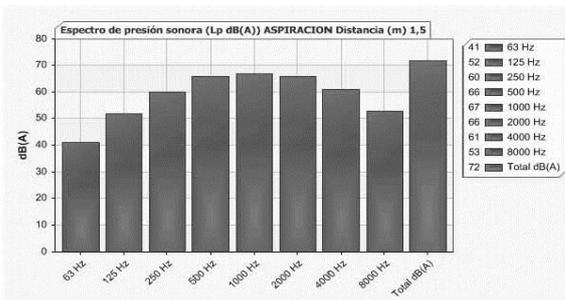


Proyecto **aparcamiento** 12/12/2012
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 772784.1.3/772784

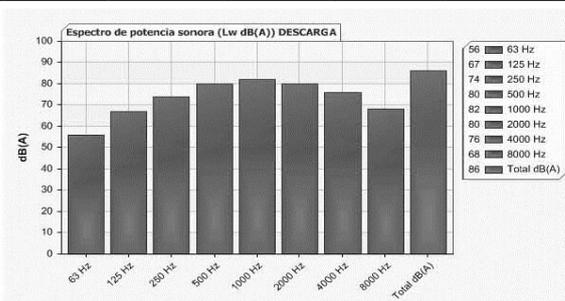
Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) ASPIRACION									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.440	56	67	74	80	82	80	76	68	86



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) ASPIRACION Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.440	41	52	60	66	67	66	61	53	72



Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) DESCARGA									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.440	56	67	74	80	82	80	76	68	86



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) DESCARGA Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.440	41	52	60	66	67	66	61	53	72



Proyecto **aparcamiento**
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 771214.1.3/771214

11/12/2012

CAJA DE DESENFUMAGE

[PVO2411T34] - CHGT/4-710-7/34-5,5kW-F400-400V-50Hz



Descripción

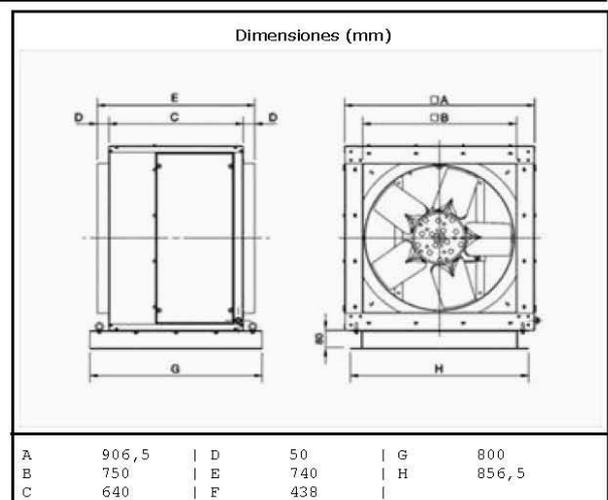
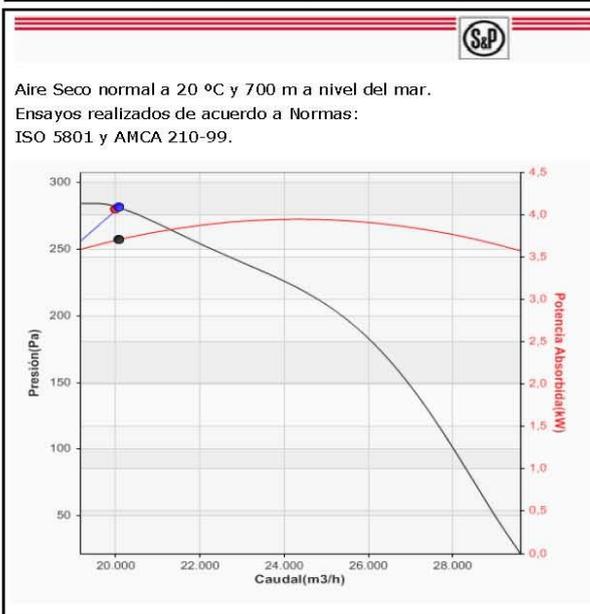
Caja de ventilación axial, Desenfumage 400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase H, marca S&P modelo CHGT/4-710-7/34-5,5kW-F400-400V-50Hz para un caudal [Q=20.062 m3/h] y presión estática [Pst=282 Pa].

Punto Requerido						
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia Hz	Tension V
20.000	280	20	700	1,12	50	400

Punto de Trabajo							
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Pr. Din Pa	Pr. Tot Pa	Pot útil kW	Vel imp m/s	Vel asp m/s	Vel vent r.p.m.
20.062	282	110	392	3,71	14,1	14,1	1450

Construcción							
Tipo	Diametro mm	Palas	Inclinación °	Peso kg	Flujo de Aire	Camisa	Certificación
CHGT	710	7	34	122	A	-1	F400

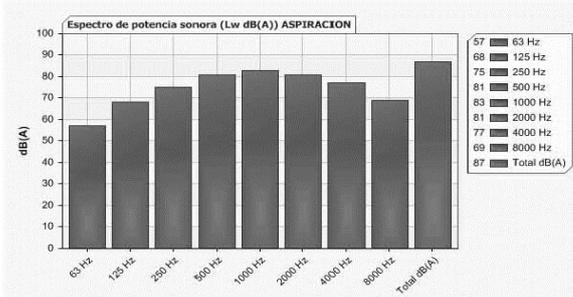
Características del Motor							
Vel Mot r.p.m.	Pot mot kW	Polos	Int nom A (230V)	Int nom A (400V)	IP	Clase mot	Certificación
1.450	5,5	4		11	IP-55	H	F400



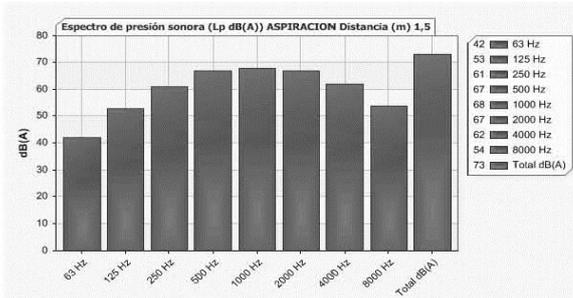


Proyecto **aparcamiento** 11/12/2012
 Ref Cliente L10
 Ref S&P 771214.1.3/771214

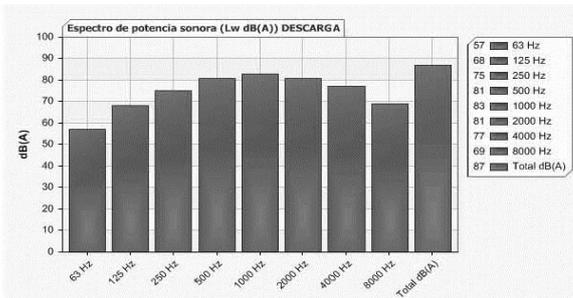
Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) ASPIRACION									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	57	68	75	81	83	81	77	69	87



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) ASPIRACION Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	42	53	61	67	68	67	62	54	73



Espectro de potencia sonora (Lw dB(A)) DESCARGA									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	57	68	75	81	83	81	77	69	87



Espectro de presión sonora (Lp dB(A)) DESCARGA Distancia (m) 1,5									
r.p.m.	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total dB(A)
1.450	42	53	61	67	68	67	62	54	73



Proyecto **Escalera**
 Ref Cliente R10
 Ref S&P 780327.1.4/780327

20/12/2012

CAJA DE VENTILACIÓN AXIAL

[PV01227T16] - CGT/4-500-6/16-0,55kW-230/400V-50Hz



Descripción

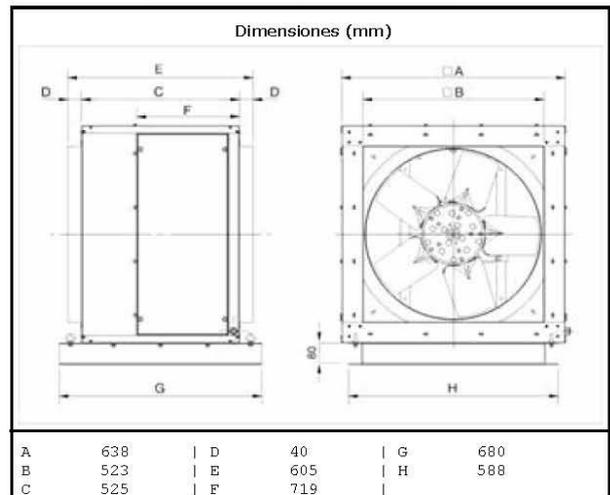
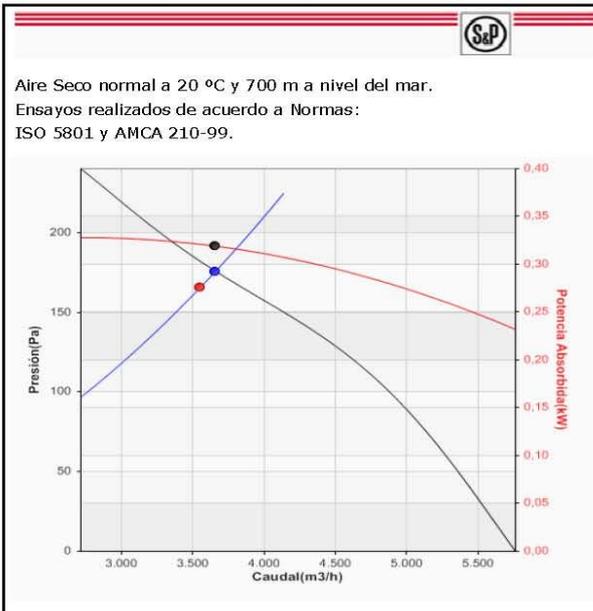
Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P modelo CGT/4-500-6/16-0,55kW-230/400V-50Hz para un caudal [Q=3.656 m3/h] y presión estática [Pst=176 Pa].

Punto Requerido						
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Temperatura (°C)	Altura (m)	Densidad (kg/m3)	Frecuencia Hz	Tension V
3.550	166	20	700	1,12	50	230/400

Punto de Trabajo							
Caudal m3/h	Pr. Est Pa	Pr. Din Pa	Pr. Tot Pa	Pot útil kW	Vel imp m/s	Vel asp m/s	Vel vent r.p.m.
3.656	176	15	191	0,32	5,2	5,2	1360

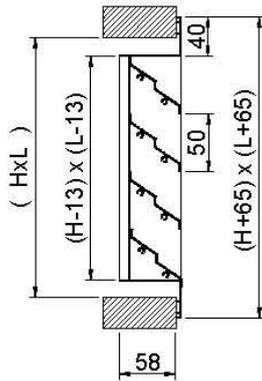
Construcción							
Tipo	Diametro mm	Palas	Inclinación °	Peso kg	Flujo de Aire	Camisa	Certificación
CGT	500	6	16	61	A	-1	ST

Características del Motor							
Vel Mot r.p.m.	Pot mot kW	Polos	Int nom A (230V)	Int nom A (400V)	IP	Clase mot	Certificación
1.360	0,55	4	2,2	1,27	IP-55	F	ST

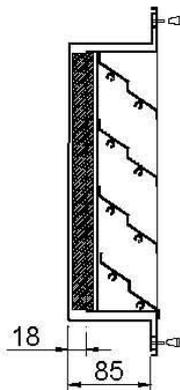




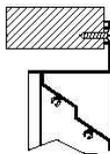
DXT-A



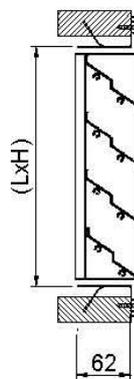
DXT-A + PFT



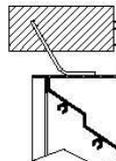
(T)



DXT-A + CX



(P)



CLASIFICACIÓN

DXT-A Rejilla con malla incorporada de lamas paralelas a la dimensión mayor.

EXT-A Rejilla con malla incorporada de lamas paralelas a la dimensión menor.

MATERIAL

Rejillas de aluminio extruido. Estas rejillas llevan incorporada una malla electrogalvanizada de 13x13.

ACCESORIOS ACOPABLES

PFT Portafiltro construido en acero galvanizado Incorpora malla y filtro (K/8 eficacia EN 779 G3) La sujeción a la rejilla se realiza mediante pomos roscados.

SISTEMAS DE FIJACIÓN

(T) La fijación se realiza mediante tornillos.

(P) Patillas para recibir en obra.

1) Marco metálico **CX** con patillas para recibir en obra.

ACABADOS

AA Anodizado color plata mate.

M9016 Lacado blanco similar al RAL 9016.

R9010 Lacado blanco RAL 9010.

RAL... Lacado otros colores RAL.

TEXTO DE PRESCRIPCIÓN

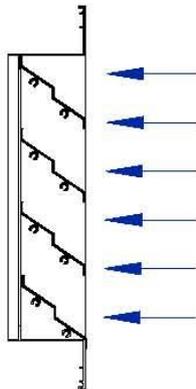
Sum. y col. de rejilla para toma de aire exterior con malla galvanizada y aletas paralelas a la cota mayor serie **DXT-A (T) AA dim.LxH**, construida en aluminio y acabado anodizado **AA**, fijación con tornillos visibles **(T)**. Marca **MADEL**.



DXT

SECCION LIBRE DE SALIDA DEL AIRE (m2).

H \ L	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	n
200	0,024	0,036	0,049	0,061	0,074	0,086	0,099	0,112	0,124	0,137	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250	4
300	0,039	0,06	0,081	0,102	0,123	0,144	0,165	0,186	0,207	0,228	0,249	0,291	0,333	0,375	0,417	6
400	0,055	0,084	0,114	0,143	0,173	0,202	0,231	0,261	0,290	0,319	0,349	0,408	0,467	0,525	0,584	8
500	0,071	0,108	0,146	0,184	0,222	0,259	0,297	0,335	0,373	0,411	0,449	0,524	0,600	0,675	0,751	10
600	0,086	0,133	0,179	0,225	0,271	0,317	0,364	0,410	0,456	0,502	0,548	0,641	0,733	0,826	0,918	12
700	0,102	0,157	0,211	0,266	0,321	0,375	0,432	0,484	0,539	0,594	0,648	0,757	0,867	0,976	1,085	14
800	0,118	0,181	0,244	0,307	0,370	0,432	0,496	0,559	0,622	0,684	0,748	0,874	1,001	1,126	1,252	16
900	0,134	0,205	0,276	0,348	0,419	0,490	0,562	0,663	0,705	0,776	0,848	0,990	1,133	1,276	1,418	18
1000	0,149	0,229	0,309	0,389	0,468	0,548	0,628	0,708	0,788	0,867	0,947	1,107	1,266	1,426	1,585	20

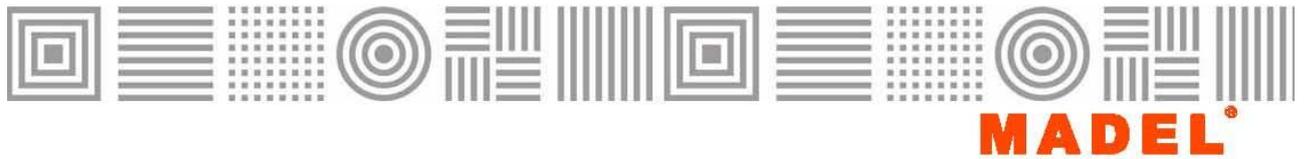


$$A_{\text{free}} \text{ (m}^2\text{)} = \frac{[(L \text{ (mm)} - 13)]^2 [42^{*(n-1)}]}{1.000.000}$$

$$V_f \text{ (m/s)} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{A_{\text{free}} \text{ (m}^2\text{)} * 3600}$$

$$V_f \text{ (m/s)} = \frac{Q \text{ (l/s)}}{A_{\text{free}} \text{ (m}^2\text{)} * 1000}$$

n = LAMAS

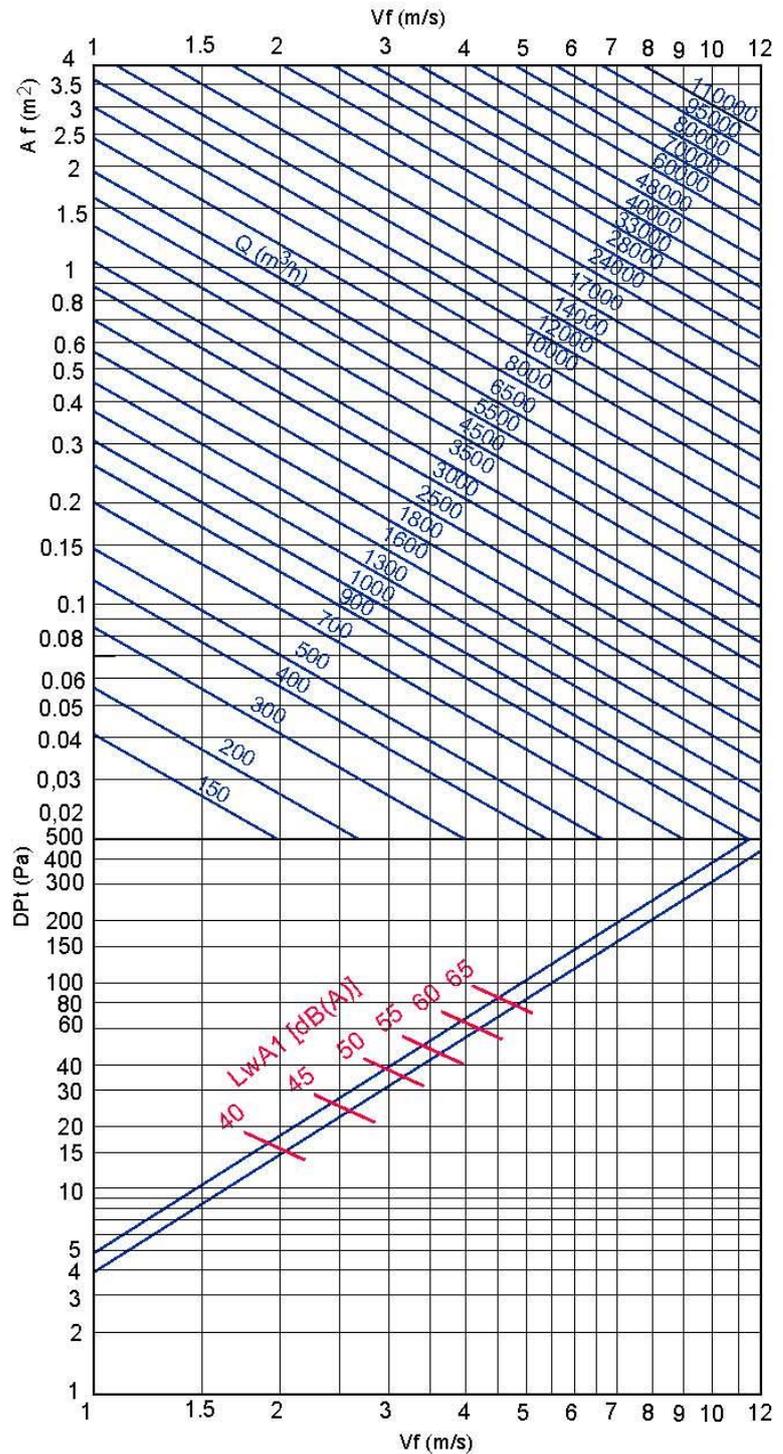


DXT

VELOCIDAD LIBRE, PERDIDA DE CARGA Y POTENCIA SONORA.

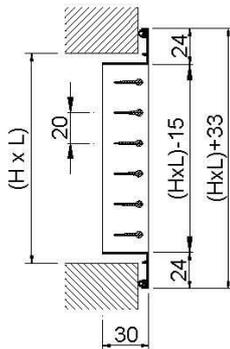
VELOCIDADES RECOMENDADAS.

Vmin m/s	Vmax m/s
2,5	4,5

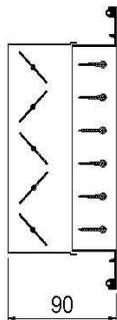




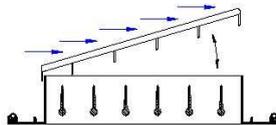
AMT



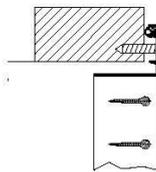
AMT + SP



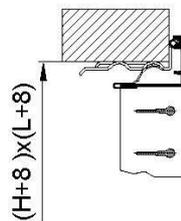
AMT + SD



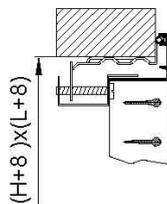
(T)



(S)



(O)



CLASIFICACIÓN

AMT Rejilla con aletas orientables paralelas a la dimensión mayor (cota L).

BMT Rejilla con aletas orientables paralelas a la dimensión menor (cota H).

MATERIAL

AMT-...

BMT-...

...-AN Rejilla de aluminio extruido.

...-N Rejilla de acero galvanizado.

ACCESORIOS ACOPABLES

SP Regulador de caudal de aletas opuestas construido en acero zincado lacado negro. Accionamiento mediante tornillo interior de fácil acceso. La sujeción a la rejilla se realiza mediante clips en "S".

SPM-A Regulador SP con mando exterior.

FD Captador de aire con regulador de inclinación. Está construido en acero galvanizado y esmaltado color negro.

SISTEMAS DE FIJACIÓN

(S) Clips. Precisa marco de montaje CM.

(O) Tornillo oculto. Precisa marco de montaje CM.

(T) Tornillos visibles.

ACABADOS

...-AN

AA Anodizado color plata mate.

M9016 Lacado blanco similar al RAL 9016.

...-N

M9006 Lacado gris similar al RAL 9006.

M9016 Lacado blanco similar al RAL 9016.

R9010 Lacado blanco RAL 9010.

RAL... Lacado otros colores RAL.

TEXTO DE PRESCRIPCIÓN

Sum. y col. de rejilla de simple deflexión para impulsión con aletas orientables individualmente y paralelas a la cota mayor serie

AMT-AN+SP+CM (S) M9016 dim. LxH, construida en aluminio y lacado color blanco

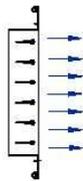
M9016 con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro **SP**, fijación con clips **(S)** y marco de montaje **CM**. Marca **MADEL**.



AMT

SECCIÓN LIBRE DE SALIDA DEL AIRE m².

H \ L	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000
100	0,006	0,009	0,013	0,017	0,020	0,024	0,027	0,031	0,034	0,038	0,041	0,049	0,056	0,063	0,070
150	0,009	0,015	0,021	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,054	0,060	0,066	0,077	0,088	0,099	0,110
200	0,012	0,020	0,027	0,035	0,042	0,050	0,057	0,064	0,072	0,079	0,087	0,102	0,116	0,131	0,146
250	0,016	0,025	0,035	0,044	0,054	0,063	0,073	0,082	0,092	0,101	0,111	0,130	0,149	0,168	0,187
300	0,019	0,030	0,042	0,053	0,064	0,076	0,087	0,098	0,109	0,121	0,132	0,155	0,178	0,200	0,223
350	0,023	0,036	0,049	0,063	0,076	0,089	0,103	0,116	0,129	0,143	0,156	0,183	0,210	0,236	0,263
400	0,026	0,041	0,056	0,071	0,086	0,101	0,117	0,132	0,147	0,162	0,178	0,208	0,238	0,269	0,299
450	0,029	0,046	0,064	0,081	0,098	0,115	0,132	0,150	0,167	0,184	0,202	0,236	0,271	0,305	0,340



VELOCIDADES RECOMENDADAS.

Vmin m/s	Vmax m/s
2	3.5

Determinación del caudal de aire.
Midiendo Vf en diferentes puntos de la rejilla hallamos Vfmed.

$$Q \text{ (l/s)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} * A_{free} \text{ (m}^2) * 1000$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} * A_{free} \text{ (m}^2) * 3600$$

VALORES DE CORRECCIÓN PARA Lwa1.

Afree m ²	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4
Lwa1(kf)	-10	-8	-1	-	+6	+10

Valores del diagrama referidos a
Afree = 0,1 m².

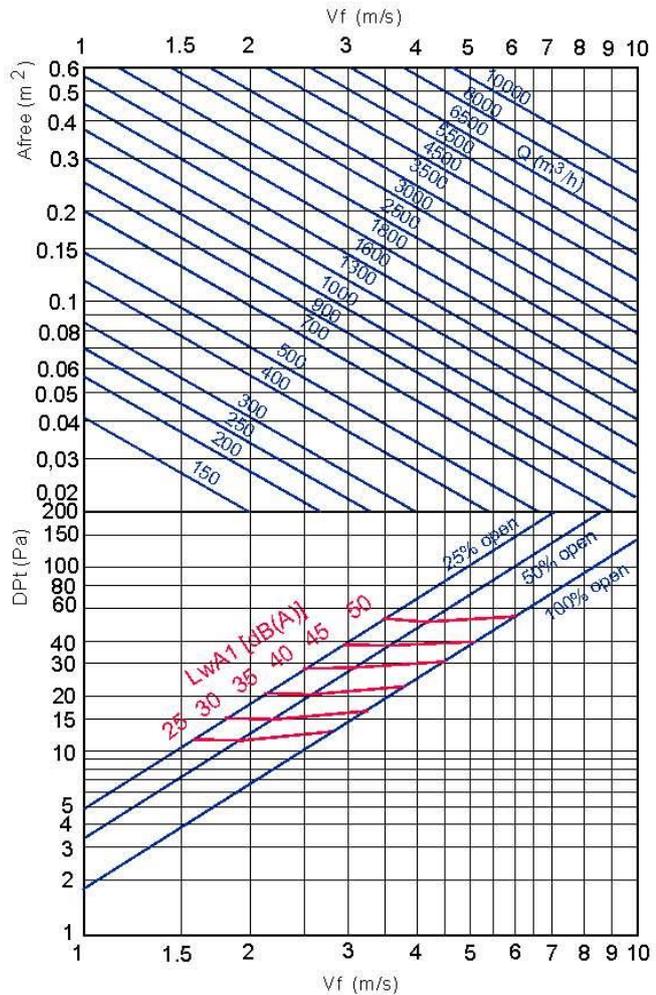
$$Lwa = Lwa1 + Kf$$

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA
DIFERENTES POSICIONES DE LAS LAMAS.

	0°	22°	45°
Kp	1	1,28	1,5

$$DPT' = Dpt * Kp$$

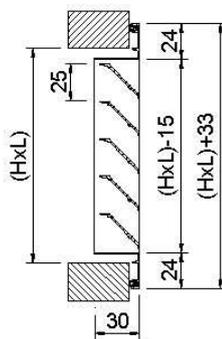
VELOCIDAD LIBRE, PERDIDA DE CARGA Y POTENCIA SONORA.



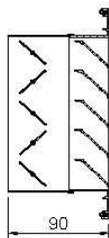
Nota: En MadelMedia Espectro por banda de octava en Hz.



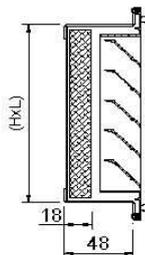
DMT-AR



DMT-AR+SP



DMT-AR+PFT



DMT

Clasificación

DMT-AR Rejillas con aletas fijas a 45°, paralelas a la dimensión mayor.

EMT-AR Rejillas con aletas fijas a 45°, paralelas a la dimensión menor.

Material

Rejillas construidas en aluminio extruido. Todas las rejillas van provistas de una junta en la parte posterior del marco para obtener un sellado estanco en todo el perímetro de contacto con paredes, techos, conductos, etc...

Accesorios acoplables

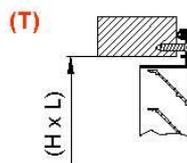
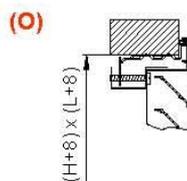
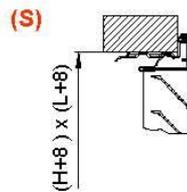
SP Regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero zincado lacado negro. Accionamiento mediante tornillo interior de fácil acceso. La sujeción a la rejilla se realiza mediante clips en "S".

SPM-A Accionamiento con mando exterior.

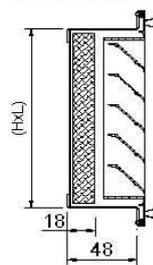
MLL Malla electrogalvanizada de 13x13 remachada a la rejilla.

PFT Portafiltro construido en acero galvanizado. Incorpora malla y filtro (K/8 eficacia EN 779 G3). La sujeción en la rejilla se realiza mediante pomos roscados.

CM Marco de montaje construido en acero galvanizado. Se suministra en 4 elementos para ensamblar. En el montaje con CM, las cotas H y L se incrementan 8 mm.



DMT-AR+PFT



Sistemas de fijación

(S) La fijación se realiza mediante clips.
Precisa de marco de montaje CM.

(O) La fijación se realiza mediante tornillo oculto.
Precisa de marco de montaje CM.

(T) La fijación se realiza mediante tornillos.

1) Fijación del marco portafiltro a la pared o techo con tornillos o patillas y sujeción de la rejilla al PFT mediante pomos roscados.

Acabados

AA Anodizado color plata mate.

M9016 Lacado blanco similar al RAL 9016.

RAL... Lacado otros colores RAL.

Texto de prescripción

Sum. y col. de rejilla para retorno de aire con aletas fijas a 45° y paralelas a la cota mayor serie **DMT-AR+SP+CM (S) M9016 dim. LxH**, construida en aluminio y lacado color blanco **M9016** con regulador de caudal de aletas opuestas, construido en acero electro-zincado lacado negro **SP**, fijación con clips **(S)** y marco de montaje **CM**.
Marca **MADEL**.

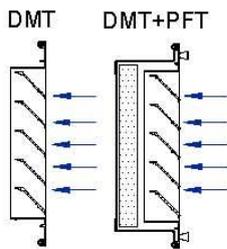


MADDEL®

DMT

SECCIÓN LIBRE DE SALIDA DEL AIRE m².

H \ L	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
100	0,007	0,011	0,013	0,016	0,018	0,021	0,024	0,027	0,032	0,037	0,043	0,048	0,054
150	0,012	0,016	0,021	0,025	0,029	0,033	0,038	0,042	0,051	0,059	0,068	0,076	0,085
200	0,016	0,022	0,028	0,034	0,040	0,046	0,052	0,057	0,070	0,081	0,093	0,105	0,117
250	0,020	0,028	0,035	0,043	0,050	0,058	0,065	0,073	0,088	0,103	0,118	0,133	0,148
300	0,025	0,034	0,043	0,052	0,061	0,070	0,079	0,088	0,107	0,125	0,143	0,161	0,180
350	0,029	0,040	0,050	0,061	0,072	0,083	0,093	0,104	0,125	0,147	0,168	0,190	0,211
400	0,033	0,046	0,058	0,070	0,083	0,095	0,107	0,120	0,144	0,169	0,193	0,218	0,243
450	0,038	0,052	0,065	0,079	0,093	0,107	0,121	0,135	0,163	0,191	0,218	0,246	0,274
500	0,042	0,057	0,073	0,089	0,104	0,120	0,135	0,151	0,182	0,213	0,244	0,275	0,306
600	0,051	0,069	0,088	0,107	0,125	0,144	0,163	0,182	0,219	0,257	0,294	0,331	0,369



VELOCIDAD LIBRE, PERDIDA DE CARGA Y POTENCIA SONORA.

VELOCIDADES RECOMENDADAS.

Vmin m/s	Vmax m/s
1,5	3

Determinación del caudal de aire.
Midiendo Vf en diferentes puntos de la rejilla hallamos Vfmed.

$$Q \text{ (l/s)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} \cdot A_{free} \text{ (m}^2) \cdot 1000$$

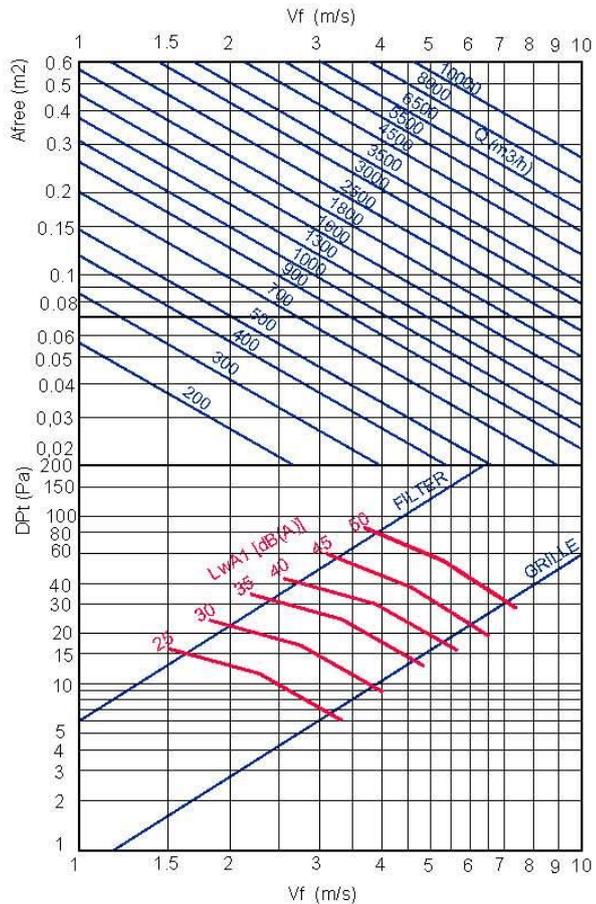
$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} \cdot A_{free} \text{ (m}^2) \cdot 3600$$

VALORES DE CORRECCIÓN PARA Lwa1.

Afree m ²	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4
Lwa1(kf)	-9	-6	-3	-	+4	+7

Valores del diagrama referidos a Afree = 0,1 m².

$$Lwa = Lwa1 + Kf$$



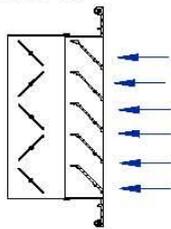


DMT

SECCIÓN LIBRE DE SALIDA DEL AIRE m².

H \ L	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
100	0,007	0,011	0,013	0,016	0,018	0,021	0,024	0,027	0,032	0,037	0,043	0,048	0,054
150	0,012	0,016	0,021	0,025	0,029	0,033	0,038	0,042	0,051	0,059	0,068	0,076	0,085
200	0,016	0,022	0,028	0,034	0,040	0,046	0,052	0,057	0,070	0,081	0,093	0,105	0,117
250	0,020	0,028	0,035	0,043	0,050	0,058	0,065	0,073	0,088	0,103	0,118	0,133	0,148
300	0,025	0,034	0,043	0,052	0,061	0,070	0,079	0,088	0,107	0,125	0,143	0,161	0,180
350	0,029	0,040	0,050	0,061	0,072	0,083	0,093	0,104	0,125	0,147	0,168	0,190	0,211
400	0,033	0,046	0,058	0,070	0,083	0,095	0,107	0,120	0,144	0,168	0,193	0,218	0,243
450	0,038	0,052	0,065	0,079	0,093	0,107	0,121	0,135	0,163	0,191	0,218	0,246	0,274
500	0,042	0,057	0,073	0,088	0,104	0,120	0,135	0,151	0,182	0,213	0,244	0,275	0,306
600	0,051	0,069	0,088	0,107	0,125	0,144	0,163	0,182	0,219	0,257	0,294	0,331	0,369

DMT+SP



VELOCIDADES RECOMENDADAS.

Vmin m/s	Vmax m/s
1,5	3

Determinación del caudal de aire.
Midiendo Vf en diferentes puntos de la rejilla hallamos Vfmed.

$$Q \text{ (l/s)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} * A_{free} \text{ (m}^2) * 1000$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = V_{fmed} \text{ (m/s)} * A_{free} \text{ (m}^2) * 3600$$

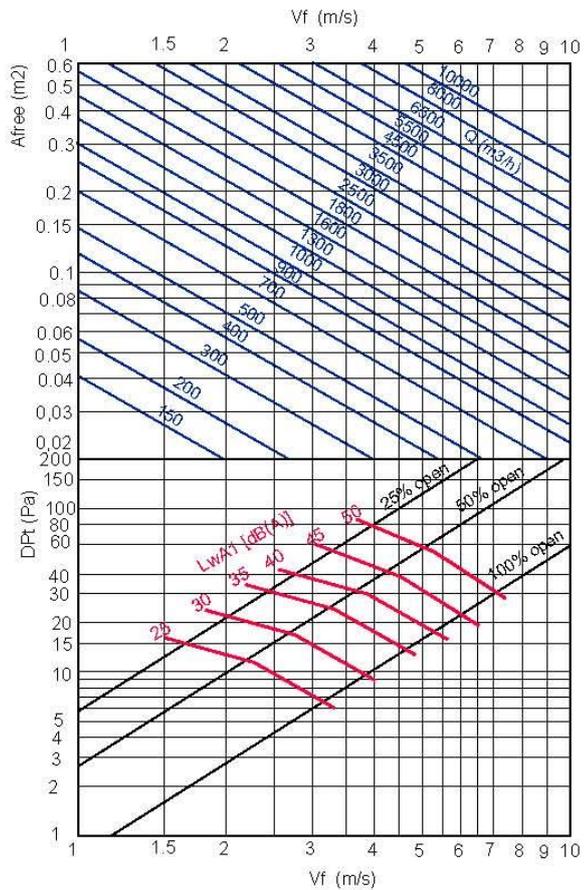
VALORES DE CORRECCIÓN PARA Lwa1.

Afree m ²	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4
Lwa1(kf)	-9	-6	-3	-	+4	+7

Valores del diagrama referidos a
Afree = 0,1 m².

$$Lwa = Lwa1 + Kf$$

VELOCIDAD LIBRE, PERDIDA DE CARGA Y POTENCIA SONORA.



Hoja Técnica

Datasheet

NOTIFIER[®]
by Honeywell



ID3000

CENTRAL ANALÓGICA INTELIGENTE

DESCRIPCIÓN:

La ID3000 es una central analógica con evaluación algorítmica adecuada para la detección y alarma de incendios en medianas y grandes instalaciones. Permite llevar a cabo el control y la gestión de las alarmas, sistemas de extinción, evacuación, compartimentación, etc.

Su diseño modular permite al usuario configurar el panel según los requisitos de su instalación. La central se presenta en formato estándar de 2 lazos con capacidad de ampliación a 8, mediante tarjetas de ampliación de 2 lazos de detección analógica algorítmica, varios modelos de fuentes de alimentación de 2,4A, 4,5A y 7A, diversos formatos y tamaños de cabina y opción de montaje en Rack. La central ID3000 dispone de un interfaz serie RS232 y capacidad para dos interfaces opcionales optoaislados RS232 (para conexión a PC de gestión gráfica - software TG3000, interfaz para comunicación con protocolo TCP/IP e integración a sistemas de gestión) y RS485 (para conexión con paneles repetidores).

Incorpora los algoritmos **AWACS** para la gestión de los detectores láser (**VIEW**), característica especialmente útil para conseguir una detección de incendios incipiente en instalaciones con áreas de vital importancia, como centros de datos, salas limpias, archivos, etc.

Está fabricada conforme a la norma EN54 parte 2 y 4 e incorpora los avances más modernos en cuanto a tecnología microelectrónica, software de cálculo y algoritmos de decisión, dando como resultado un producto de extraordinaria versatilidad y estabilidad.

Dispone de una pantalla de cristal líquido LCD de 240 x 64 pixels que facilita información completa sobre el sistema. Su manejo es sencillo, a base de menús y submenús, y permite que tanto el instalador como el usuario puedan operar utilizando tan solo unas teclas.

Incorpora la función Autoprogramación (reconoce los equipos instalados), reduciendo de forma importante el tiempo que se invierte en la puesta en marcha del sistema.

La central ID3000 puede trabajar con redes del tipo Maestra/Esclava o ID²net. La red ID²net se basa en la tecnología probada de red local ARCNET («peer to peer»), en la que no hay central Maestra y todas las centrales funcionan de igual a igual (cumple la norma EN54-13). Consulte el documento HC-DT-B325 si desea más información sobre la red ID²net.

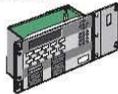
CARACTERÍSTICAS

- Función de autoprogramación del lazo.
- Detección de equipos con la misma dirección.
- Prueba de equipos por zona.
- Capacidad para 255 zonas y 32 extinciones.
- Registro histórico de 512 eventos.
- Impresión de registro histórico.
- Se pueden conectar sirenas alimentadas por lazo.
- Selección de 2 tonos de aviso desde el panel.
- Funciones de retardos de salidas.
- Función de rearme remoto.
- División de zonas en subzonas mediante control por evento.
- Algoritmos de verificación y AWACS.
- Programa de configuración del sistema bajo entorno Windows.
- Programa para cálculo de baterías y lazo.
- Dos interfaces serie RS232 (uno opcional) para la conexión de impresora y software gráfico.
- Interfaz RS485 para la conexión de repetidores.
- Totalmente programable y configurable en campo.
- Se puede integrar en la red ID²Net.
- Aprobado según EN54-2/4.
- Certificado: LPCB. Marcado: CE
- Garantía de 1 año.

Toda la información contenida en este documento puede ser modificada sin previo aviso

GAMA DE PRODUCTO

BE3000



Equipamiento básico de la ID3000

Incluye chasis principal, pantalla, placa base con dos interfaces de lazo, placa microprocesadora que contiene el software y fusibles de recambio.

IDR-6A



Repetidor IDR-6A

Con pantalla gráfica de cristal líquido LCD de 240 x 64 píxels. Incorpora avisador, teclado de membrana protegido con llave de acceso y leds para visualizar el estado del sistema. Se conecta al interfaz de comunicación serie opcional, ISO-RS485, de las centrales analógicas de la serie ID3000.

LIB3000S



Tarjeta interfaz de dos lazos

Amplía 2 lazos analógicos direccionables, controlados por microprocesador. Controla 99 detectores analógicos y 99 módulos por lazo, hasta 396 puntos identificables.

LIB3000M



Tarjeta interfaz de dos lazos

Amplía 2 lazos analógicos direccionables con microprocesador de reserva incorporado. Controla 99 detectores analógicos y 99 módulos por lazo, hasta 396 puntos identificables. Necesaria cuando el total de equipos de entrada controlados por microprocesador supera el límite de 512, según EN54 parte 2)

ISO-RS232



Módulo RS232 aislado

Tarjeta opcional interfaz de comunicación serie RS232, con aislamiento óptico para conectar una impresora matricial, sistemas de control y gestión técnica o programas de gráficos a las centrales ID3000.

ISO-RS485



Módulo RS485 aislado

Tarjeta opcional interfaz de comunicación serie RS485, con aislamiento óptico. Permite conectar centrales ID3000 en red (hasta 8 centrales) y 31 repetidores remotos IDR6A. Se requiere una tarjeta ISO-RS485 por central.

FA25



Fuente de alimentación

Incluye cables de interconexión y fusibles. Se monta en el BE3000. Capacidad para cargar baterías de 17Ah. Solo para centrales con 4 lazos máximo.

FA457



Fuente de alimentación

Configurable de 4,5 ó 7 A. Incluye cables y fusibles. Se puede instalar en la cabina CAB-IDB2 (recomendada solo para F.A. de 4,5A) o en la cabina para F.A. externa CAB-FA457. Requiere módulo CFA457. Capacidad para cargar baterías de 130Ah.

CFA457



Módulo convertidor de tensión

Para fuente de alimentación FA457. Incluye cables y fusibles. Se monta en el BE3000. Se requiere con una F.A. de 4,5 ó 7 A.

CAB-FA457



Cabina metálica para FA457

Recomendada para instalar la FA457 fuera de la central (indispensable para F.A. configurada a 7A). Capacidad para albergar baterías de hasta 78Ah. Requiere módulo LED-FA457.

LED-FA457



Módulo de leds

Para indicar el estado de la FA457 montada en cabina CAB-FA457.

PRN-ID40K



Chasis de ampliación con impresora

Kit con impresora térmica de 40 caracteres con chasis para instalar en cabinas de ampliación CAB-SA1. Requiere tapa frontal TFS-3000 y tapa ciega TCS-3000.

CAB-SA1



Cabina metálica para ampliación del sistema ID3000.

Se puede utilizar para alojar el kit de impresora o para instalar baterías auxiliares de 17Ah. Requiere tapa frontal TFS-3000 y tapa ciega TCS-3000.

TFS-3000



Tapa para CAB-SA1

Tapa embellecedora frontal para cabina de ampliación CAB-SA1.

TCS-3000



Tapa ciega metálica

Para tapar el hueco de la tapa embellecedora TFS-3000.

PRN80



Impresora matricial de sobremesa de 80 caracteres

Dispone de un puerto serie RS232 y paralelo Centronics. La impresora se conecta al interfaz de comunicación serie RS232 que incorporan las centrales analógicas Notifier.

CAB-IDA1



Cabina metálica estándar

Capacidad para ubicar el equipo básico BE3000 configurado para un máximo de 4 lazos y F.A. de 2,5A integrada o bien para 8 lazos con F.A. de 7A en cabina independiente. Capacidad para albergar 2 baterías de 12Vcc, 7Ah.

CAB-IDB2



Cabina metálica de dos cuerpos

Capacidad para ubicar el equipo básico BE3000 configurado para 2 u 8 lazos con F.A. de 2,5 a 4,5A integrada en la cabina con espacio adicional para instalar la impresora PRNID o 2 baterías de 12Vcc, 24Ah.

TF-BE3000



Tapa frontal embellecedora

Para cabina de superficie CAB-ID. Se requiere una tapa TF-BE3000 por cada BE3000.

PK-ID3000



Programa para configuración - PK-ID3000

Incluye programa para la configuración fuera de línea, manual en línea y cableado de conexión, programa para cálculos de batería y lazos y software de actualización del panel.

TG-ID3000



Programa de gráficos TG-ID3000

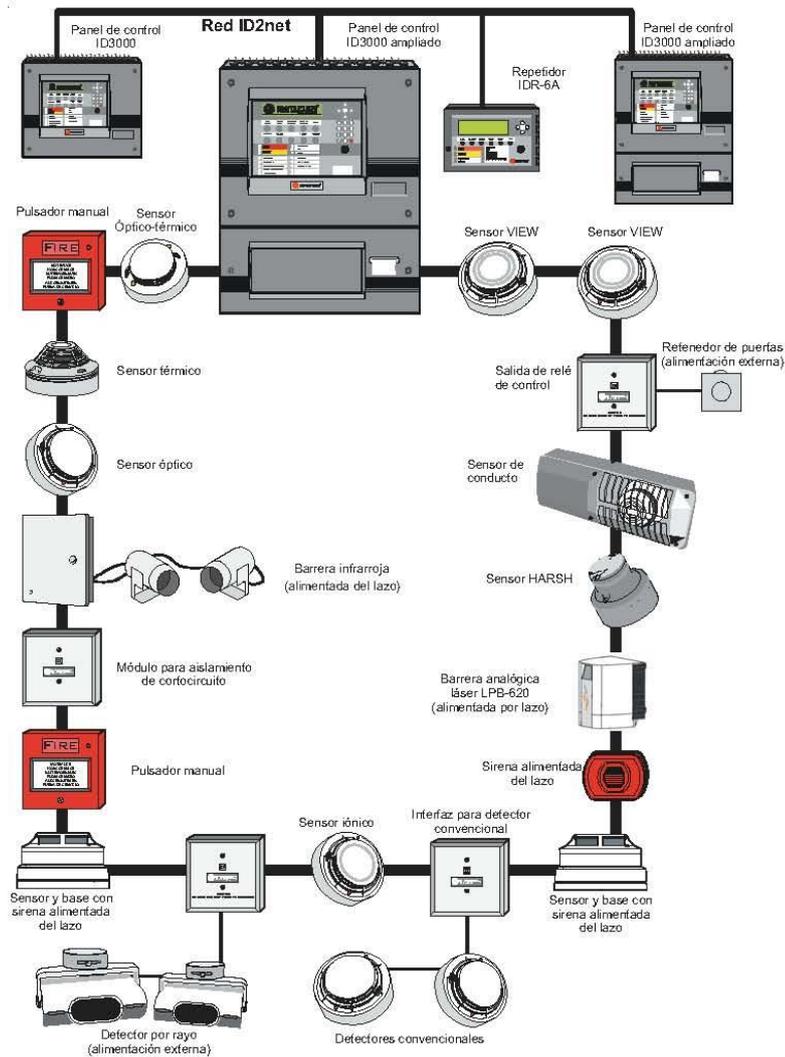
Programa para la gestión gráfica de la central ID3000. Permite realizar reames, silenciar sirenas, anular/habilitar puntos y zonas, ver gráfica de sensores, importar la descripción de los equipos de la central y crear un archivo de mantenimiento con el valor analógico de los sensores. (Consulte con NOTIFIER ESPAÑA, para saber los requisitos mínimos del ordenador).

TG-IP-10/100



Interfaz TG-IP-10/100

Permite integrar una central ID3000 en redes mediante el protocolo IP. Requiere el programa de gráficos TGN.



EQUIPOS COMPATIBLES

Modelo Descripción

Sensores

CPX-551E	Sensor iónico estándar
CPX-751E	Sensor iónico de bajo perfil
SDX-551E	Sensor óptico estándar
SDX-751EM	Sensor óptico de bajo perfil
SDX-751TEM	Sensor combinado óptico-térmico
HPX-751E	Sensor óptico HARSH
FDX-551EM	Sensor térmico. Clase A1S
FDX-551HTEM	Sensor térmico de alta temperatura. Clase BS
FDX-551REM	Sensor temovelocimétrico. Clase A1R
IPX-751	Sensor avanzado OMNI
LPX-751	Sensor láser de alta sensibilidad (VIEW)
F2000D	Detector por rayo alimentado por lazo (par TX/RX)
LPB-620	Detector por rayo láser alimentado por lazo

Módulos monitores

MMX-1E	Módulo monitor
MMX-101E	Mini módulo monitor
MMX-102E	Micro módulo monitor
M710	Módulo monitor
M720	Módulo monitor de 2 entradas
MMX-10	Módulo monitor de 10 entradas
IM-10	Módulo monitor de 10 entradas
ZMX-1E	Módulo monitor de zona convencional

MMX-2	Módulo monitor de zona convencional
M710CZ	Módulo monitor de zona convencional
CZ6	Módulo monitor de 6 zonas convencional
M500KAC	Pulsadores manuales de alarma

Módulos de control

CMX-2E	Módulo de control (Supervisado o relé)
M701	Módulo de control
M701-240	Módulo de control de relé 240V
M701-240din	Módulo de control de relé 240V, montaje din
CMX-10	Módulo de control de 10 relés
SC6	Módulo de control de 6 salidas supervisadas
CR6	Módulo de control de 6 salidas forma relé

Módulos combinados

M721	Módulo combinado de 2 entradas y 1 salida relé
MCX-55	Módulo combinado de 5 entradas y 5 salidas relé

Aisladores

B524LEFT	Base con aislador
ISO-X	Módulo aislador estándar
M700X	Módulo aislador

Sirenas direccionables

ANS4	Sirena direccionable alimentada por lazo
ANSE4	Sirena direccionable con alimentación externa
ABS4	Sirena direccionable alimentada por lazo
ABSE4	Sirena direccionable con alimentación externa

Algunos equipos puede que estén en proceso de desarrollo. Póngase en contacto con Notifier si desea información sobre la disponibilidad de los equipos



ESPECIFICACIONES

Central ID3000

Alimentación principal de entrada:
230V, 50Hz, 1,6A (fusible recomendado de 3,15A, picos a 5A)

Salidas de sirena:
Tipo supervisado: Tensión invertida
Tensión de salida: 26 a 28 V activa; -6,8V a -9V inactiva
Carga máxima: 1A
Supervisión: Circuito abierto y cortocircuito

Salidas de relé:
Tipo: Conmutador unipolar
Carga máxima: Contactos de 30V 1A

Salida de alimentación auxiliar:
Tensión de salida: 26 a 28 Vcc
Corriente en reposo: 150mA
Corriente en alarma: 1A

Espacio para las baterías:
12Ah con caja posterior estándar (baterías de tipo Yuasa)

Capacidad del sistema:
Número de lazos: de 2 a 8
Número de zonas: 255
Número de equipos por lazo: 99 sensores + 99 módulos

Lazo analógico:
Tensión de salida: 22,5V a 26,4V
Carga máxima: 0,5A (para calcular el número de equipos que se pueden conectar en el lazo, consulte el programa de cálculos de baterías y de lazo)

Especificaciones ambientales:
Clasificación climática: 3K5, EN60721-3-3
Temperatura de funcionamiento: -5° C a +45° C (+5° C a 35° C recomendada)
5% a 95% Humedad Relativa

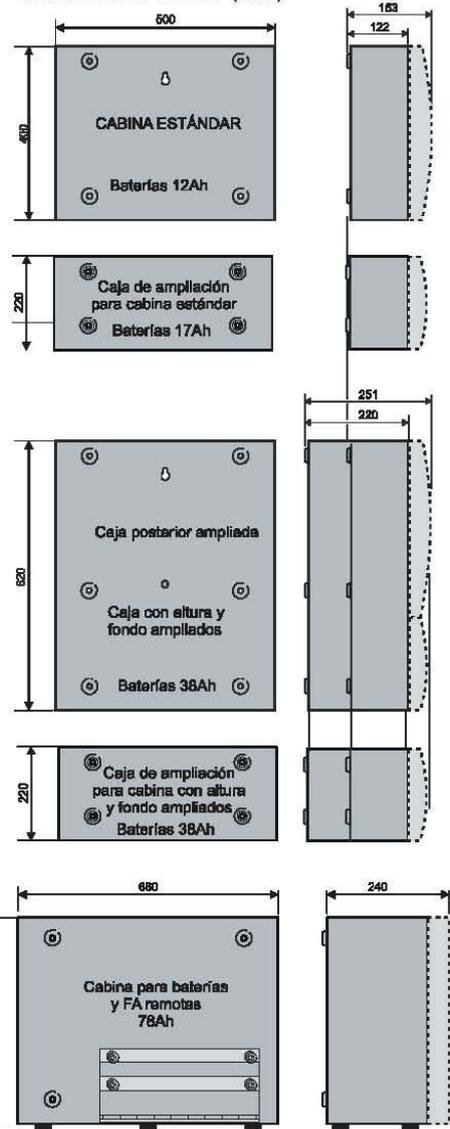
Humedad:
EMC (compatibilidad electromagnética): Emisiones: EN50081-1
EN 50130-4
Inmunidad: Este equipo funciona por debajo de 75Vdc. No hay riesgo de este funcionamiento.
Seguridad: IP 30, (EN 60529)

Acceso para cable: orificios de 20mm en la parte superior y posterior de la cabina.

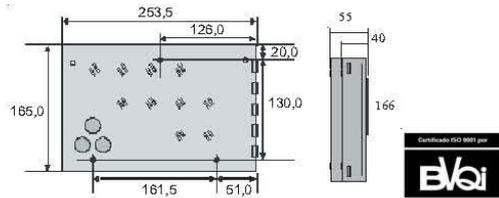
Repetidor IDR-6A

Alimentación principal: 18 - 32V dc (+10%, -15%).
Consumo de corriente: En reposo: 90mA; en alarma: 155mA
Comunicaciones: RS485.
Peso: 750 g.
Cableado: Cable trenzado y apantallado con impedancia característica de 120 ohmios. Longitud máxima de 1200 metros con resistencia de terminación de 150R en ambos extremos.
Acceso para cable: 8 x 20mm orificios en la parte superior y posterior de la cabina.

Dimensiones ID3000 (mm)



Dimensiones IDR-6A (mm)



Honeywell Life Safety Iberia, s.l. HC-DT-B320 Ecl. 2

Detección de Gas

Monóxido - aparcamientos

DETECCIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO



- Niveles de programación de la extracción y de alarma configurables
- Modos de funcionamiento:
 - Económico, automático, manual y prueba
- Visores e indicadores:
 - LCD 2x16 caracteres
 - 10 leds (alarma, avería, económico, automático, manual, prueba, ventilación activada 1, ventilación activada 2, servicio y selección)
- El panel puede ser alimentado desde la red de 220Vac general o desde la entrada auxiliar externa de 24Vcc supervisable.

Las centrales de detección de monóxido de carbono de la serie Park están diseñadas especialmente para su aplicación en garajes, de acuerdo con la norma UNE 23 300/84 y para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

Cada zona soporta un máximo de 16 detectores NCO100 distribuidos sobre una línea de hasta 500m de longitud, con cable de 1,5mm² de sección, trenzado y apantallado. Disponen de un módulo de control con una pantalla LCD donde se muestran los niveles de alarma y avería de cada zona y permite la lectura de concentración de CO por zona de modo secuencial. El sistema Park permite la lectura de concentración y de temperatura ambiente individual (por detector) e identificar los errores de conexión por pérdida de direccionamiento o fallo de línea.

La unidad de control dispone de funciones directas de usuario, accesibles mediante llave o código numérico. Desde dichas funciones, es posible reconocer eventos, silenciar sirenas o activar los extractores si se ha configurado el modo manual.

Todas las funciones de programación principales, se pueden realizar desde el teclado ubicado en la unidad de control.

Características

• Tensión de alimentación principal:	230Vca +/-10%
• Alimentación módulo control:	24Vcc
• Máxima potencia por módulo zona P100:	8,4W a 24Vcc
• Rango final de escala:	300 ppm
• Temperatura de funcionamiento:	De -10°C a 50°C
• Conexión zona:	Dos hilos trenzados y apantallado de 1,5 mm ²
• Distancia lineal máxima por zona:	500m
• Nº máximo de detectores por zona:	16 detectores
• 2 salidas para extracción:	Contacto seco 250V/10A
• 1 Salida de alarma:	Contacto seco 120Vac/1A, 30Vdc/1 A
• 1 Salida de avería:	Contacto seco 120Vac/1A, 30Vdc/1 A
• Certificado:	LOM08MOGA3658

PARK2000

Central de detección de monóxido de 1 zona ampliable a 2



La central Park2000 dispone de 1 zona de detección, ampliable a 2 zonas. Cabina compacta que incluye 1 módulo de control, 1 módulo P100, fuente de alimentación y entrada para tensión de emergencia de 24Vcc.

Características

• Peso:	3,4Kg
• Dimensiones en mm:	272 (alto) x 228 (ancho) x 94 (fondo)
• Certificado:	LOM08MOGA3658

PARK5000

Central de detección de monóxido de 3 zonas ampliable a 5



Central de monóxido de carbono de 3 zonas ampliable a 5 zonas. Cabina compacta que incluye 1 módulo de control, 3 módulos P100, fuente de alimentación y entrada para tensión de emergencia de 24Vcc.

Características

• Peso:	5,6Kg
• Dimensiones en mm:	357 (alto) x 382 (ancho) x 94 (fondo)
• Certificado:	LOM08MOGA3658



Detección de Gas

Monóxido - aparcamientos

P100

Módulo de 1 zona para ampliación de centrales Park



Módulo de 1 zona para ampliación de las centrales de detección de monóxido de la serie Park. Cada módulo soporta un máximo de 16 detectores y dispone de 10 leds de estado, 2 relés de nivel y 1 relé de alarma.

Características

- Peso: 240g

NCO100

Detector de monóxido de carbono



Detector con sonda electroquímica, diseñado para detectar la presencia de monóxido de carbono según los requisitos de la norma UNE-23-300 1984.

Características

- Peso: 100g
- Dimensiones en mm: 100 Ø x 70 (alto) con base incluida.
- Certificado: LOMOBMOGA3658



Incluye zócalo para montaje en superficie.

N-GAS

Detector de monóxido de carbono, estanco IP55



Detector con sonda electroquímica, diseñado para detectar la presencia de monóxido de carbono según los requisitos de la norma UNE-23-300 1984. En caja IP55 para montaje en pared.

Características

- Peso: 250g aprox.
- Dimensiones en mm: 100 (ancho) x 160 (alto) x 60 (fondo)
- Certificado: LOMOBMOGA3658

ANEXO 3. PLANOS

Se adjunta la siguiente lista de planos realizados en AUTOCAD 2011:

- PLANO 01. Arquitectura y usos de planta baja
- PLANO 02. Arquitectura y usos de planta sótano -1
- PLANO 03. Arquitectura y usos de planta sótano -2
- PLANO 04. Sistema de ventilación planta baja
- PLANO 05. Sistema de ventilación planta sótano -1
- PLANO 06. Sistema de ventilación planta sótano -2
- PLANO 07. Red de tuberías y colocación de BIE planta sótano -1
- PLANO 08. Red de tuberías y colocación de BIE planta sótano -2
- PLANO 09. Sistema de PCI planta sótano -1
- PLANO 10. Sistema de PCI planta sótano -1